

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Mer



Polycopie de cours rédigé par :

BENSAFIA Nabila

Maître de conférences « A »

COURS D'AQUACULTURE GENERALE



Conforme au canevas – 3^{ème} année Licence
Aquaculture & Pisciculture

Avant propos

Ce polycopie s'adresse aux étudiants inscrits en 3^{ème} année Licence Aquaculture et Pisciculture, son contenu est conforme au canevas officiel de la matière enseigné en 3^{ème} année de Licence, spécialité Aquaculture et Pisciculture ; filière d'Hydrobiologie marine et domaine des Sciences de la Nature et de la Vie. Il est rédigé dans le but de permettre d'avoir un outil de travail et de référence recouvrant les connaissances qui leur sont demandées.

Le manuscrit contient quatre chapitres dans les quels l'intérêt et l'historique de l'aquaculture, les types d'aquaculture, les techniques d'exploitation, les modes de grossissement (extensif, semi-intensif, intensif) et les organismes élevés (pisciculture, conchyliculture, carcinoculture) sont étudiés, ainsi qu'un aperçu général sur l'aquaculture dans le monde et en Algérie.

Dr. Bensafia Nabila

Sommaire

Chapitre I: Généralités

<i>1- Définition</i>	2
<i>2- Histoire de l'aquaculture</i>	3
<i>3- Intérêt de l'aquaculture</i>	4

Chapitre II : Les différents Types d'aquaculture

<i>I- Les étapes d'élevage aquacoles</i>	7
<i>1-1- L'obtention des juvéniles</i>	7
<i>1-2- Le grossissement :</i>	8
<i>1-2-1- L'élevage extensif :</i>	8
<i>1-2-2- L'élevage semi intensif ou semi extensif</i>	8
<i>1-2-3- L'élevage intensif</i>	9
<i>1-3- L'affinage</i>	10
<i>2- Les différentes formes de l'aquaculture</i>	10
<i>2-1- Aquaculture de repeuplement</i>	10
<i>2-2- Aquaculture d'aménagement</i>	10
<i>2-3- Aquaculture de production intensive</i>	11
<i>II- La pisciculture en eau douce</i>	12
<i>1- Particularité de la production biologique en étang</i>	13
<i>1-1- Caractères physiques</i>	13
<i>1-2- Fertilisation</i>	14
<i>1-3- Production primaire</i>	14
<i>1-4- Production secondaire</i>	15
<i>2- Autres méthodes piscicoles</i>	15
<i>2-1- Culture en cage</i>	15
<i>2-2- Les enclos</i>	16
<i>III- La polyculture</i>	18
<i>IV- L'aquaculture intégrée</i>	19
<i>1- Avantage de la pisciculture intégrée à l'agriculture</i>	19
<i>2- Type de pisciculture intégrée</i>	19
<i>2-1- La pisciculture intégrée à la production végétale</i>	19

<i>2-2- La pisciculture intégrée à la production animale</i>	<i>20</i>
<i>3- Caractéristiques de l'élevage piscicole.....</i>	<i>20</i>
<i>4- Alimentation du cheptel de poisson</i>	<i>20</i>
<i>4-1- Application de l'engrais</i>	<i>20</i>
<i>4-2- Alimentation végétale</i>	<i>21</i>
<i>5- Autre forme de l'aquaculture intégrée :</i>	<i>22</i>
<i>5-1- L'aquaponie</i>	<i>22</i>
<i>5-1-1- principe et fonctionnement de l'aquaponie</i>	<i>24</i>
<i>5-1-2- Avantages et contraintes</i>	<i>25</i>
<i>V- L'aquaculture en mer ouverte.....</i>	<i>27</i>
<i>VI- L'aquariophilie et l'aquariologie</i>	<i>31</i>
<i>1-Définition</i>	<i>31</i>
<i>2- Rapport et différence</i>	<i>31</i>
<i>3- Aquaculture des poissons d'ornement.....</i>	<i>32</i>
<i>VII- La carcinoculture (Elevage des crustacés).....</i>	<i>33</i>
<i>1- Intérêt économique :.....</i>	<i>33</i>
<i>2- Elément éco-biologique des crevettes péneïdes :.....</i>	<i>34</i>
<i>3 – Elevage</i>	<i>34</i>
<i>3-1- L'élevage extensif.....</i>	<i>35</i>
<i>3-2- L'élevage semi-intensif.....</i>	<i>35</i>
<i>3-3- Elevage intensif.....</i>	<i>36</i>
<i>4- Obtention des œufs.....</i>	<i>36</i>
<i>4-1- La méthode japonaise.....</i>	<i>36</i>
<i>4-2- La pédonculectomie.....</i>	<i>37</i>
<i>4-3- Stimulation extrinsèques</i>	<i>38</i>
<i>5- Alimentation et nutrition</i>	<i>38</i>
<i>5-1- Besoin nutritionnel qualitatif.....</i>	<i>38</i>
<i>5-2- Besoin nutritionnel quantitatif</i>	<i>38</i>
<i>5-3- Aliments composés ou granulés</i>	<i>39</i>
<i>6- Problèmes de nutrition dans les élevages</i>	<i>39</i>
<i>6-1- L'alimentation dans les élevages semi-intensifs.....</i>	<i>40</i>
<i>6-2- L'alimentation dans les élevages intensifs</i>	<i>40</i>
<i>VIII- La conchyliculture.....</i>	<i>42</i>
<i>1- Évolution de la production mondiale de mollusques</i>	<i>44</i>

<i>1-1- Évolution des productions par famille.....</i>	<i>44</i>
<i>1-2- Principales espèces élevées.....</i>	<i>44</i>
<i>1-2-1- Production de Mytilidés</i>	<i>45</i>
<i>1-2-2-Production de Vénéridés.....</i>	<i>46</i>
<i>1-2-3- Production d'Ostréidés.....</i>	<i>47</i>
<i>a) Production par espèce</i>	<i>47</i>
<i>b) Production d'huître creuse en Europe.....</i>	<i>49</i>
<i>c) Production mondiale d'huîtres plates</i>	<i>49</i>
<i>2- Technique d'élevage.....</i>	<i>50</i>
<i>2-1- Culture sur bouchot :</i>	<i>50</i>
<i>2-2- Culture en suspension :.....</i>	<i>51</i>
<i>a) Table d'élevage : (installation fixe).....</i>	<i>51</i>
<i>b) Les radeaux : (installation flottante).....</i>	<i>52</i>
<i>2-3- Culture à plat</i>	<i>52</i>
<i>2-4- Elevage en pleine eau.....</i>	<i>53</i>
<i>3- Ennemie biologique :</i>	<i>53</i>
<i>4- L'écloserie :.....</i>	<i>54</i>
<i>4-1- Aspect technologique.....</i>	<i>55</i>
<i>4-2- Sélection de site</i>	<i>55</i>
<i>4-3- Les principaux problèmes des écloseries</i>	<i>56</i>
<i>IX- Fécondité des poissons.</i>	<i>57</i>
<i>1- Fécondité des poissons</i>	<i>57</i>
<i>1-2- Induction de la ponte.....</i>	<i>57</i>
<i>2- Préparation des géniteurs en vue de la ponte</i>	<i>58</i>
<i>2-1- Obtention de géniteurs</i>	<i>58</i>
<i>2-2- Choix de géniteurs appropriés.....</i>	<i>59</i>
<i>3- Hormones utilisées pour induire la ponte chez les poissons</i>	<i>59</i>
<i>3-1- Utilisation d'extraits de glande hypophyse (Avant 1970).....</i>	<i>59</i>
<i>3-2- Utilisation de l'H.C.G (1970-1985)</i>	<i>60</i>
<i>3-3- Utilisation de L.H.R.H</i>	<i>60</i>
<i>Chapitre III : L'Aquaculture dans le monde.....</i>	<i>61</i>
<i>1- Aperçu sur l'aquaculture au niveau mondial.....</i>	<i>62</i>
<i>2- Production et croissance.....</i>	<i>64</i>
<i>3- Répartition de la production aquacole et principaux producteurs.....</i>	<i>64</i>

<i>4- Développement de l'aquaculture dans certains pays</i>	64
<i>4-1- L'aquaculture en Asie</i>	64
<i>4-2- L'aquaculture en Europe</i>	65
<i>4-3- L'aquaculture en Afrique : Egypte</i>	69
<i>5- l'aquaculture en Amérique du Nord (aquariophilie) et Sud (Brésil)</i>	70
Chapitre IV : L'Aquaculture en Algérie.....	72
<i>1- Introduction</i>	73
<i>2- Contexte magrébin</i>	73
<i>3- Historique</i>	73
<i>4- Perspectives de développement</i>	75
<i>4-1- Potentialités hydriques</i>	75
<i>4-2-Potentiel biologique</i>	75
<i>4-3-Types d'élevage</i>	76
<i>4-4- Contraintes affectant le développement de l'aquaculture en Algérie</i> :	76
<i>4-5- Objectifs (PNDA)</i>	76
<i>5-L'aquaculture au Sud</i>	78
Références Bibliographiques	80

Chapitre I: Généralités

1- Définition :

Le terme **aquaculture** (ou aquiculture, en usage au début de XXème siècle et préconisé par l'Académie française) est défini comme " l'Art de multiplier et d'élever les animaux aquatiques".

- **Amanieu (1974) :** Le terme aquaculture désigne toutes les activités humaines relatives aux problèmes d'élevage d'animaux et, plus rarement, de culture de végétaux aquatiques.
- **Barnabé (1989) :** Ce terme recouvre toutes les activités ayant pour objet la production, la transformation (conditionnement) et la commercialisation des espèces aquatiques, qu'il s'agit de plante ou d'animaux d'eau douce, saumâtre ou salée sous des conditions contrôlées ou semi-contrôlées par l'homme.
- F.A.O (1995): "Food and Agriculture Organisation"

L'aquaculture est l'élevage des organismes aquatiques y compris : poissons, crustacés, mollusques et plantes aquatiques, avec deux conditions :

- ❖ Une intervention humaine dans le processus d'augmentation de la production ex : mise en charge régulière, alimentation, protection...etc.
- ❖ Une propriété individuelle ou juridique du stock en élevage. Du point de vue des statistiques, les organismes aquatiques récoltés par un individu ou une personne juridique les ayant eux en propriété au long de leur période d'élevage sont donc les produits de l'aquaculture. Par contre, les organismes aquatiques exploités publiquement en tant que ressource commune avec ou sans licence approprié sont à considérer comme des produits de la pêche.

Remarque : la distinction entre culture et élevage ne consacre pas, comme elle le fait sur terre, une séparation entre règne animal et végétal, mais un niveau différent de contraintes et de soins engendrés par la spécificité d'un sujet d'élevage. Si l'engraissement des poissons à haute densité présente toutes les caractéristiques d'un élevage, la production des moules et des huîtres s'apparente d'avantage à une culture.

On sépare parfois dans le vaste domaine de l'aquaculture les problèmes liés à un milieu ou à des espèces différentes. C'est ainsi qu'on parlera de **Thalassoculture** pour les cultures en eau de mer, ou plus précisément de **Mariculture** pour désigner les activités ayant pour cadre la zone intertidale de balancement des marées, de **Potamoculture**, terme peu employé, pour désigner les élevages en eau douce.

La **Pisciculture** qui est l'élevage des poissons prend le nom de **Trutticulture** lorsqu'il s'agit de la truite, de **Salmoniculture** pour les salmonidés, de **Cypriniculture** pour les espèces de la famille des Cyprinidés et de **carpiculture** pour l'élevage des carpes.

2- Histoire de l'aquaculture:

L'aquaculture est une activité ancienne (Tab. 1). Elle apparaît en Egypte et en Chine au 2^{ème} millénaire avant J-C. Elle pouvait concerner des espèces élevées pour l'alimentation ou pour d'autres raisons (poissons d'apparat tel que la carpe Koï, élevage alimentaire de carpe et de tilapia, ou encore de plantes aquatiques ex : le lotus, châtaigne d'eau, l'ipomée...).

Les romains élevaient des poissons en viviers. En Europe, le développement de l'aquaculture en étang accompagne en moyen-âge celui des abbayes. Au 17^{ème} siècle, des poissons capturés lors de leur remonter vers les eaux saumâtres sont maintenus dans des bassins. Des viviers marins parfois en forme de navire ou de "ponton" ont existé où l'on pouvait conserver ou engraisser des poissons ou des crustacés (langoustes notamment).

La 1^{ère} écloserie de truite semble daté de 1741, créée par Stephen Jacobi au quel on attribue toutefois les 1^{er} essais d'élevage et qui a réussi les 1^{ère} fécondations artificielles des Salmonidés en 1763. Il faut ensuite attendre plus d'un siècle pour que la 1^{ère} écloserie des Etats-Unis soit ouverte en 1853 et du Japon en 1877. La truite Arc-en-ciel est importée des États-Unis en Europe de 1925 à 1930 (avant de connaître des problèmes d'épidémies dans les élevages).

À la fin XX^{ème} siècle au début de 21^{ème} siècle, avec la production artificielle (ponte induite par injection d'hormone ou hypophysation), les productions aquacoles augmentent de façon spectaculaire, plus vite que toute autre production de denrée alimentaire, notamment pour les saumons et les truites, pour les crustacés et les moules, les palourdes et les ormeaux dans les années 2000. Alors que la production mondiale représente moins de million de tonne en 1950, elle plus de 110 millions de tonnes en 2016.

Tableau 1 : Historique de l'aquaculture, *Source Ifremer / Yves Harache*

-2000 avant J.C.	pisciculture rudimentaire	Carpe en Chine Tilapia en Egypte
- 600	parcage d'huîtres valliculture	Grèce
XV ^{ème}	(maintien en enceinte close des poissons capturés lors de leur remontée vers les eaux saumâtres)	Italie
XVIII ^{ème}	découverte de la fécondation artificielle application aux salmonidés	

XIXème	transplantation appliquée aux salmonidés développement de l'ostréiculture	Europe
1950	élevage de l'anguille	Japon
1960	explosion de la production de la truite Arc en Ciel (TAC)	Europe Amérique du Nord
1970	ranching ou pacage marin avec l'aquaculture de la Sériole, du Poisson-chat et des Pectinidés	
1980	"nouvelle aquaculture" avec la production des Saumons, des Crevettes, du Bar, de la Daurade	
1990	émergence du Turbot, des Esturgeons, et d'espèces tropicales comme le Mérrou, le Loup tropical ou l'Ombrine	
2000	embouche du Thon	

Source Ifremer / Yves Harache

3- Intérêt de l'aquaculture :

L'aquaculture est une des réponses pour concilier la demande de poissons, autrement dit les besoins en protéines animales ;

- Amélioration du ratio-alimentaire pour les populations ayant difficilement accès aux produits aquacoles (régions subsahariennes) et les plus pauvres, c.-à-d. "**du poisson pour tous**".
- Moyen de subsistance à faible niveau d'investissement.
- Accès aux protéines animales riches en acides gras bénéfiques pour la santé humaines (oméga 3 et 6).

L'aquaculture est parfois utilisée pour d'autres motifs que la consommation alimentaire, par exemple :

- En Europe via de nombreuses stations piscicoles, dans les Alpes notamment, pour fournir du "poisson de repoissonnement" (ou repeuplement) de rivière ou d'étangs de pêche, pour la pêche de loisir, les concours de pêche...etc.
- Ou au Japon pour réintroduction dans l'environnement les crevettes ou des ormeaux, là où ces animaux ont été surexploités ou ont disparu pour d'autres causes (pollution...).

Sur le plan économique :

- L'aquaculture a produit 110,2 millions de tonnes de poissons et plantes aquatiques en 2016, dont 80 millions de tonnes de poissons, alors qu'au début des années 1950 la production mondiale ne dépassait pas le million de tonne.

La part de l'aquaculture dans la production totale de poisson était en 2016 plus de 50% contre 30% en 2002, 8% en 1980 et 4% en 1970. La Chine représente 71% du marché

- L'aquaculture permet la consommation de protéines animales à moindre coût.
- Création d'emploi ; en 2016, l'aquaculture employait environ 19,3 millions de personnes dans le monde contre 10.800.000 personnes en 2008 dont un peu moins de la moitié en Chine.
- L'aquaculture est devenue une activité de substitution pour les pays ayant connu des crises du secteur de la pêche et possédant des potentialités hydriques importantes.
- Utilisation multiples et valorisation de l'eau : intégration de l'aquaculture à l'agriculture.
- Promotion de l'écotourisme (pêche de loisir dans les lacs, visites guidées des exploitations).
- Possibilité d'une valeur ajoutée aux produits aquacoles (valorisation des déchets de production : peau, squelette, cuticule...).

En conclusion :

Aujourd'hui, l'aquaculture identifie l'ensemble des activités humaines, distincte de la pêche, finalisées à l'élevage des poissons, des mollusques, des crustacés et d'algues.

Il s'agit en effet d'une activité en mesure de satisfaire la demande croissante en produits aquatiques de qualité, sûrs et contrôlés à des coûts contenus et dans le respect de l'environnement.

Chapitre II : Les différents Types d'aquaculture

I- Les étapes d'élevage aquacoles.

1-Les étapes d'élevage aquacoles

Malgré la diversité du matériel et des méthodes, on peut reconnaître dans les conduites des élevages 3 étapes fondamentales : l'obtention des juvéniles, le grossissement et l'affinage.

1-1- L'obtention des juvéniles :

La disponibilité en juvéniles (naissains de mollusques, post-larve de crustacés et alevins des poissons) est évidemment le point de départ de toute activité aquacole.

Dans la majorité des cas, la pratique professionnelle se limite encore à récolter les juvéniles dans la nature puis les livrer au grossissement. C'est la règle pour la conchyliculture traditionnelle qui procède au captage des naissains d'huîtres et de moule en milieu naturel.

Pour le poisson, les italiens pêchent en Méditerranée, depuis la Turquie jusqu'au Maroc, des juvéniles de muges, de daurade et de loup qui seront mis en grossissement dans les vallées (bassin naturel alimenté par l'eau de mer).

À terme, de tels apports apparaissent cependant insuffisant, soit qu'ils soient trop incertains, soit que les juvéniles, souvent fragiles, supportent mal la capture ou le transport, enfin que les conditions de leur récolte, date ou lieu, soient incompatibles avec la mise en route d'une production programmée.

Ce sont donc les écloséries et les nurseries qui sont considérées comme les structures de base de toute aquaculture. Elles doivent assurer la maintenance des reproducteurs ; leur maturation et leur ponte, mais aussi la fourniture de nourriture qui, après éclosion des œufs fécondés, sera nécessaire aux larves pour atteindre le stade juvénile.

❖ **L'éclosérie** : c'est l'ensemble des bassins qui permet d'obtenir des alevins. Cet ensemble est composé de :

- **Bassin de stabulation** : où on fournit aux poissons des facteurs externes (T°C, photopériode...) et des facteurs intérieurs qui varient selon les saisons. Dans cette phase initiale, on remarque la maturation des gonades. Dans les bassins de stabulation on met 1 femelle plus 2 mâles (sex-ratio).

Remarque : le sex-ratio est la proportion du mâle par rapport aux femelles (mal/femelle).

- **Bassin de ponte** : dans ce bassin on met les poissons mûres et le rapport sex-ratio est de 2 femelles plus 1 mâle pour assurer la fécondation.

Dans le bassin de ponte, l'induction de la ponte se fait de manière hormonale afin d'accélérer la dernière phase (la gamétogénèse), ceci se fait en injectant les hormones aux femelles. Donc on va obtenir des œufs hyponeustoniques (pélagiques qui montent à la surface).

- **Bassin d'incubation :** Les œufs hyponeustoniques passent du bassin de ponte au bassin d'incubation par un passage (genre de petit chenal) où se fait l'éclosion. Après l'éclosion on passe à une autre phase : la nurserie.
- ❖ **La nurserie :** c'est l'alimentation des larves par l'homme (leur fournir de la nourriture).

1-2- Le grossissement :

Le grossissement vise à conduire les animaux en élevage de stade juvénile jusqu'au stade de commercialisation. Il est réalisé selon 3 méthodes : extensive, semi-intensive (ou semi-extensive) et intensive.

1-2-1- L'élevage extensif :

Les poissons sont disséminés au stade juvénile dans des lagunes ou des étangs côtiers et ils grandissent avec une alimentation naturelle, en utilisant donc les ressources fournies par l'environnement.

Il est conduit sans fertilisation ni apport de nourriture ; il vise donc au maintien d'un équilibre écologique naturel et stable mais dirigé au profit de l'homme.

Exemple : De nombreux poissons et crustacés marins remontent la côte pour frayer, les jeunes (sensibles à une certaine dessalure) s'installent dans les eaux littorales et lagunaires où se constituent les nurseries. Ces dernières sont aménagées en étangs de grossissement ; un système de vanne permettant la pénétration des jeunes lors de la montée, des grilles empêchent le retour. C'est le cas des valli des côtes italiennes et des lagunes Nord-africaines.

La production est limitée par les capacités naturelles du site, elle est de l'ordre de 70 à 150 kg/ha/an.

1-2-2- L'élevage semi intensif ou semi extensif :

On considère comme semi-intensif les exploitations dans lesquelles les bassins de grossissement sont enrichis soit en fertilisants organiques et/ou minéral (fumure et engrais) qui favorisent la poussée végétale utile aux herbivores, soit directement en nourriture consommée par les animaux. On distingue donc suivant les cas : les élevages semi-intensifs

fertilisés et les élevages semi-intensifs complémentés. Les deux modalités pouvant être d'ailleurs associées.

La fertilisation doit viser non seulement à favoriser la poussée algale, mais encore à la diriger sélectivement. C'est ainsi que si l'abondance du phytoplancton est un indice de haute productivité, la poussée des algues vertes, signe d'eutrophisation, annonce l'installation d'un équilibre écologique fragile dont la rupture s'accompagne d'une chute rapide de la teneur en O₂ suivi de la putréfaction des algues et de mortalité animale parfois massive.

La complémentation offre des possibilités différentes car elle permet en particulier un rendement élevé de la production de carnivores mais il est nécessaire de contrôler exactement la ration alimentaire fournie. En cas d'excès, la nourriture non consommée contribue à la pollution des étangs.

Les rendements de ce type d'élevage sont très variables de l'ordre de 1/2 tonne à 30 tonnes/ha /an.

1-2-3- L'élevage intensif :

Les espèces sont élevées dans des bassins artificiels d'eau douce, saumâtre ou salée où toute est contrôlée par l'aquaculteur (T°C, O₂, lumière...) et où elles sont alimentées par un régime d'alimentation artificiel formulé pour être adapter à chaque espèce élevée.

Les élevages semi-intensifs complémentés conduisent naturellement aux élevages intensifs purs où la totalité de nourriture est fournie artificiellement.

Dans les élevages extensifs ou semi-intensifs, l'aquaculteur se préoccupe constamment de maintenir un équilibre favorable à l'espèce exploitée (ciblée), mais encore, tels que les déchets, fèces, surplus alimentaire et cadavres, soient totalement minéralisés.

Au contraire, en aquaculture intensive, il n'est recherché qu'un rendement métabolique maximal sans aucun souci de maintien d'un équilibre écologique du milieu. La circulation de l'eau assure l'évacuation des déchets et l'apport d'O₂.

Ce type d'élevage, le plus évolué techniquement, concerne en général les espèces à intérêt commercial en raison des investissements parfois énormes pour lesquelles les rendements sont calculés par unité de volume et non plus, comme précédemment, par unité de surface. Exemple : le grossissement de certains poissons, en particulier tilapia et la carpe commune, la production atteint 420 Kg/m³/an en Allemagne.

1-3- L'affinage :

L'affinage vise à préparer le produit fabriqué en vue d'augmenter sa valeur marchande. Il n'est encore appliqué qu'à un nombre limité de fabrication. Il consiste généralement à une modification des dernières étapes de grossissement (changement de régime alimentaire, passage en milieu de salinité différente...) destinée à modifier la pigmentation ou le goût du produit destiné à la consommation (saumonification en pisciculture, verdissement en ostréiculture..).

Remarque : Saumonification ; c'est donné la couleur perdue pendant l'élevage.

2- Les différentes formes de l'aquaculture :

Nous les ramenons à 3 formes fondamentales : aquaculture de repeuplement, aquaculture d'aménagement et aquaculture de production intensive.

2-1- Aquaculture de repeuplement :

Elle consiste à introduire dans les milieux peu productifs, soit pour des causes géologiques, soit par l'action antérieure maladroite de l'homme (pollution, surpêche), des espèces susceptibles de reconstituer la richesse naturelle ou potentielle de ces milieux.

L'aquaculture de repeuplement peut prendre des formes variées dont nous donnerons 2 exemples démonstratifs :

- Le 1^{er} concerne des récifs artificiels par l'immersion de matériaux divers (épave, jarre, carcasse de voiture...) qui, installés sur des fonds détritiques (meubles) pauvre, à peuplement dispersé, attirent un grand nombre d'espèces de poissons (rascasses, pageots, congres), de crustacés (cigales et langoustes) et mollusques (moules, huître, coquille St-Jacques...).
- Le 2^{ème} concerne la possibilité d'augmenter la production des étangs littoraux en poissons juvéniles. Afin d'apprécier cette opportunité, il faut d'abord connaître la densité de peuplement actuel et estimer ensuite si cette densité est suffisante ou excessive.

2-2- Aquaculture d'aménagement :

Elle consiste à valoriser, par des méthodes extensives, les régions à haute productivité naturelle (estuaires, lagunes, hauts fonds littoraux...) dont les équilibres écologiques

spontanés conduisent à la constitution des biomasses surtout algales inutilisables par l'homme.

2-3- Aquaculture de production intensive :

Elle consiste à fabriquer de protéines commercialisables à partir d'élevage aquatique et dans les conditions économiques les plus favorables pour l'exploitant. Il s'agit donc d'une activité de type industriel.

II- La pisciculture en eau douce

La pisciculture est une branche de l'aquaculture qui désigne l'élevage des poissons en eau douce, saumâtre ou salée. Cet élevage s'effectue dans des espaces entièrement ou partiellement clos (bassins en béton ou en plastique, nasses ou cages flottantes, étangs...) suivant les espèces.

Cette aquaculture est pratiquée essentiellement en eau douce → continentale (85%). C'est surtout une aquaculture vivrière, qui permettra de fournir localement des protéines animales. Les carpes (Asie) sont de loin les 1^{ères} espèces élevées (carpe commune, carpe herbivore, carpe argentée, carpe marbrée) pour plus de 20 millions de tonnes (= 70%) en 2008. Puis les Cichlidés (Tilapia) ; 2,8 millions de tonnes. Les Salmonidés : 2,25 millions de tonnes, avec deux grands producteurs : la Norvège suivi du Chili. Leur 1^{ère} phase d'élevage s'effectue en douce, suivi de grossissement en eau marine. Enfin viennent les Silures (poisson chat), les anguilles. Les rendements vont de 100Kg/ha en extensif à 100Kg/m³ en intensif.

Il existe une aquaculture en eau saline alcaline pour des espèces qui s'y prêtent, dans des zones où la composition des sols et les propriétés chimiques de l'eau disponible ne sont pas propices aux activités plus classiques que sont la culture de grains ou l'élevage en pâturages. Les étangs en terre demeurent le type d'installation le plus répandu dans le secteur de l'aquaculture continentale, bien que les bassins de type raceway, les réservoirs hors-sol, les enclos et les cages soient aussi couramment utilisés lorsque les conditions locales le permettent. La rizipisciculture est certes importante dans les zones où elle est traditionnellement pratiquée mais elle se diffuse rapidement, en particulier en Asie.

En 2016, l'aquaculture continentale a produit 51,4 millions de tonnes de poisson de consommation, soit 64,2 % de la production mondiale de poisson d'élevage destiné à la consommation, contre 57,9 % en 2000. L'élevage de poissons continue de dominer l'aquaculture continentale, avec 92,5 % (47,5 millions de tonnes) de la production totale. Cependant, sa part s'élevait à 97,2 % en 2000. Cette baisse s'explique par un développement relativement soutenu de l'élevage d'autres groupes d'espèces, en particulier les crustacés produits par l'aquaculture continentale en Asie, y compris les crevettes, les écrevisses et les crabes. La production de l'aquaculture continentale comprend certaines espèces de crevettes marines, telles que la crevette pattes blanches, qui peuvent être élevées en eau douce ou en eau continentale saline alcaline après acclimatation.

En eau douce, la majeure partie des poissons sont cultivés en étang, ceci nous incite à consacrer une partie qui se limite à donner des informations sur les caractéristiques principales de ces derniers.

1- Particularité de la production biologique en étang :

Les espèces élevées en milieu continental (eau douce) présentent différents régimes alimentaires :

- Certains poissons tirent leur nourriture exclusivement du plancton. Ce sont des planctonophages (ex : carpe argentée → phytoplancton, carpe marbrée → zooplancton).
- La carpe commune est ainsi un brouteur du fond efficace (se nourrit du zooplancton et du matériel se trouvant au fond → benthophage détritivore). Quelques poissons, tel que la carpe herbivore indienne, consomment de grandes quantités de plantes aquatiques ou d'herbes aquatiques (→ macrophytophages).

Les modalités de la production dans les étangs de pisciculture peu profonds suivent des processus analogues, avec cependant quelques particularités essentiellement celle de la production autotrophe (phytoplancton et macrophyte) qui est très importante dans toute la couche d'eau (faible profondeur) d'où l'orientation d'élevage d'espèce phytophage : la faible épaisseur de la couche d'eau (de l'étang) permet la photosynthèse dans toute la colonne d'eau ; phytoplancton, diverses algues macrophytes ou des phanérogames sont les producteurs primaires qui entre en compétition pour colonisé le milieu. A la différence des immenses milieux naturels, l'intervention de l'homme va permettre d'orienter la production de ces milieux fermés, d'étendue limitée (de quelques ha à quelques dizaines d'ha) vers l'espèce utile à l'homme.

1-1- Caractères physiques :

Leur profondeur moyenne va de 1,5m à 3 à 4m au maximum, leur surface de quelques centaines de m² à plusieurs hectares (10 à 100ha). Les petits étangs sont généralement utilisés pour le frayage et la production des juvéniles. Les étangs supérieurs à 10 ha sont difficiles à gérer et ne sont pas très appréciés par la plus part des éleveurs. Les étangs sont généralement situés sur des pentes douces. Généralement leur forme est carré ou rectangulaire. On rencontre en principe une zone sableuse près du bord et une zone boueuse au centre. Ils sont vidangeables et font l'objet d'une pêche annuelle. La température de l'eau suit celle de l'air, mais il y a une stratification en été avec chute de l'oxygène au niveau du fond et accumulation

de phosphate et d'ammoniaque. En fin d'été un mélange des eaux de surface et des eaux du fond survient, même sans vent, par refroidissement nocturne des eaux superficielles. En conditions normales, un étang doit avoir un taux d'oxygène $> 3.5\text{mg/l}$ et une teneur en ammoniaque $< 0.02\text{mg/l}$. Remarquant que les poissons élevés en étang sont le plus souvent des Cyprinidés dont les exigences en O_2 sont peu élevées.

1-2- Fertilisation :

L'introduction des fertilisants consiste à augmenter intentionnellement la production autotrophe des étangs (eutrophisation intentionnelle). Elle peut se faire par déversement direct d'engrais minéral ou organique. En général, on préconise des apports annuels de N et P : de 15-20kg/ha/an de P_2O_5 (acide phosphorique).

L'emploi d'engrais azotés reste rare et limité de 5 à 10kg/ha/an d'azote.

Pour les engrais organiques, les volumes employés sont :

- En fiente (la crotte) fraîche : 1 à 3 tonnes/ha/an.
- En fumier déshydraté : 100 à 300 kg/ha/an.

En outre, la fertilisation du milieu est améliorée partiellement par d'une part les pertes provenant de la nourriture additionnelle inerte des poissons non consommée et, d'une autre part, par les matières fécales des animaux qui seront recyclés et utilisés par les producteurs primaires mais aussi par le zoobenthose et les bactéries.

Les apports exogènes de fumure organique et minérale permettent de restituer au milieu les éléments perdus au moment de l'exploration de la matière vivante produite (poissons pêchés, perte du plancton au moment des accès), donc de rétablir la dynamique des sels nutritifs de l'étang.

1-3- Production primaire :

L'activité photosynthétique des étangs montre d'importante variation de la teneur en O_2 dissous qui en fin de journée (jours ensoleillé) atteint des valeurs supérieures à 10mg/l , avec un minimum (1 à 3mg/l) dû à une respiration intense de la biomasse qui peut engendrer une anoxie et des signes de mortalité. Les oscillations (balancements) qualitatives du peuplement phytoplanctonique sont liées non seulement au saisons (dominance de certains groupes) mais surtout à la dynamique des sels nutritifs dans l'étang. Ex : elles deviennent responsables de vieillissement du milieu en créant de l'ombre et leur décomposition aura un effet négatif. En pratique, la production phytoplanctonique est estimée à partir de la teneur en chlorophylle a (de l'ordre de 1 à $100\mu\text{g/l}$ en général). Quant à la production d' O_2 nette, elle

est appréciée par la différence entre la concentration en O₂ dans une bouteille transparente et dans une bouteille noire exposées à un temps t et une profondeur P.

1-4- Production secondaire :

La production zooplanctonique dépend du peuplement ichtyologique prédateur. Si ce dernier est faible, il y a dominance des cladocères (Daphnie) constituant jusqu'à 95% de la biomasse (moyenne de 100ind/l). Les autres taxons sont représentés par les copépodes ainsi que les rotifères. Lorsque la densité des poissons est assez élevée, les formes larvaires (nauplie et copépodite) sont plus abondantes que les adultes qui sont consommés. Pour les cladocères, 50% de la population sont de taille < à 2mm. Concernant le zoobenthos, on rencontre surtout des oligochètes, des mollusques et aussi des crustacés.

2- Autres méthodes piscicoles :

Bien que la pisciculture en étang soit la méthode d'élevage la plus courante, certaines autres méthodes sont utilisées aux endroits où la construction d'étang est impossible.

2-1- Culture en cage :

Dans des nombreux pays du monde, la seule eau disponible est l'eau courante ou celle de grande pièce d'eau qu'il est impossible de dévier vers un étang. Dans ces eaux, les poissons peuvent être élevés dans des petites cages. La culture en cage peut également être pratiquée dans les zones marécageuses.

Les cages sont des boîtes rectangulaires, des cylindres en bambou ou tout autre récipient pouvant être dans un cours d'eau de façon que l'eau passe à travers (voir figure). Les cages peuvent également être faites en treillis métalliques, en tulle, en bois ...etc. Elles doivent être ancrées afin de ne pas être emportées par le courant.

La culture en cage donne de bons résultats dans les pays où l'eau est très fertile. Dans certains cas, il faut donner une nourriture complémentaire. Le meilleur endroit où placer une cage est un endroit ensoleillé, proche de votre habitation, dans une eau profonde où des courants et des vents légers amènent de l'eau propre dans la cage.

Les cages sont également utilisées dans les étangs pour garder les poissons entre la récolte et la vente. Elles sont parfois utilisées comme bassin de reproduction.

❖ Avantages d'élevage en cage :

- Les cages sont faciles à construire.
- Les poissons en cage sont faciles à mettre en charge et à nourrir.
- Les cages sont faciles à récolter.

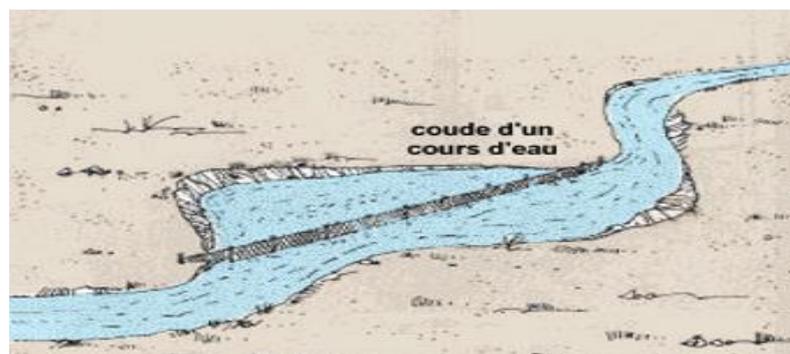
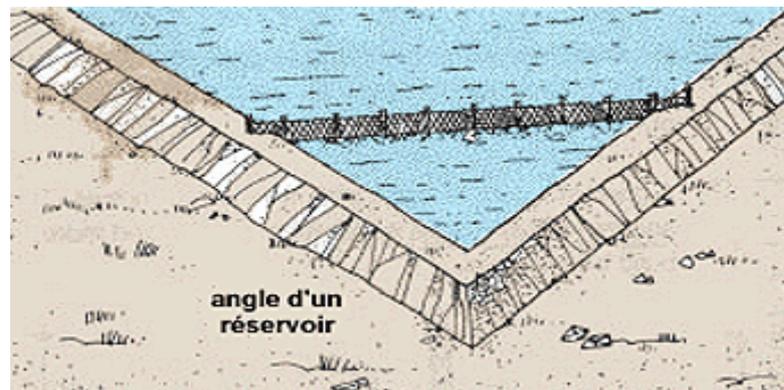
2-2- Les enclos :

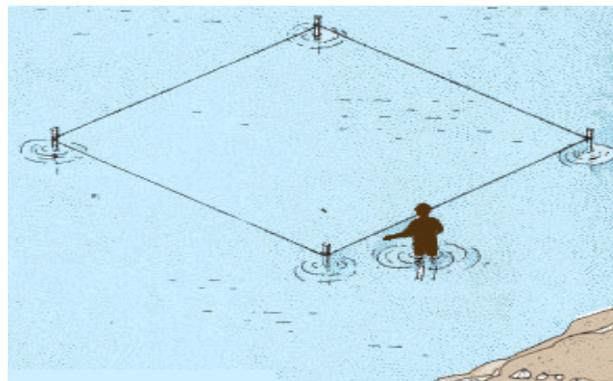
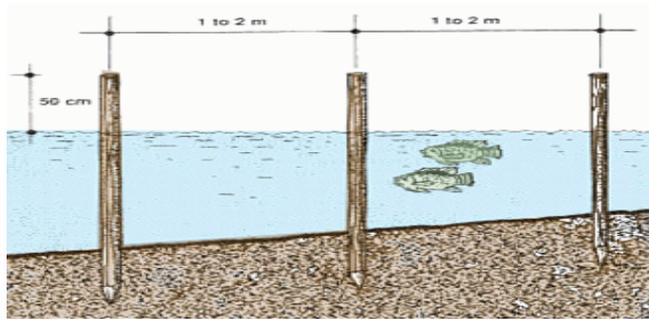
Les poissons peuvent être élevés dans des enclos placés dans des lacs ou des zones littorales (voir figure). Les enclos sont constitués avec des piquets de bambou ou bois enfoncés dans le fond du lac ou du littoral. Des filets sont ensuite tendus d'un poteau à l'autre pour former un enclos. Ils sont ancrés dans le fond du lac avec du poids ou du plomb. Les poissons sont ensuite mis en charge dans l'enclos.

Placés dans des lacs fertiles, les enclos donnent une haute production de poisson. Ils ne nécessitent aucun apport d'aliment ou d'engrais et très peu d'entretien. Les poissons sont récoltés à la fin de la saison de croissance. Dans les endroits les moins fertiles, il peut être nécessaire d'apporter de la nourriture dans les enclos.

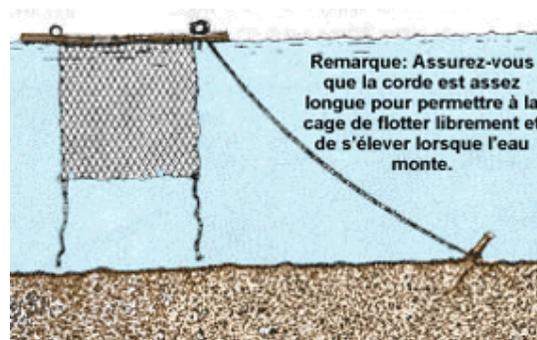
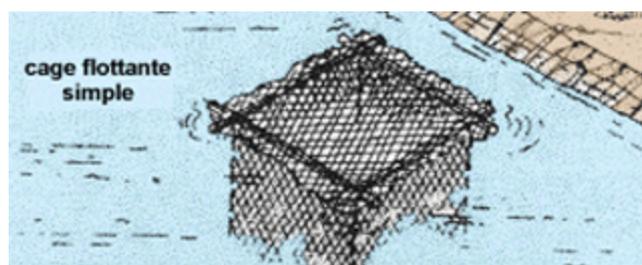
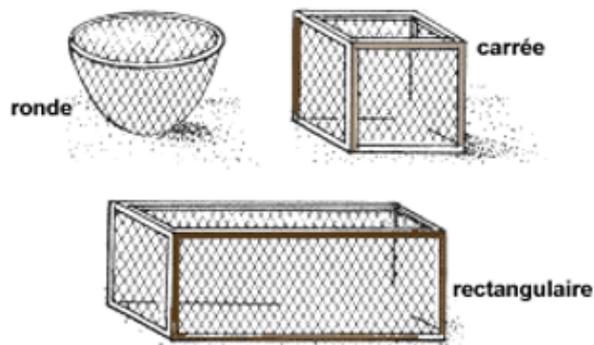
❖ Inconvénients des enclos :

- Leur construction est coûteuse.
- Ils résistent 3 à 5 ans dans l'eau.
- Les enclos sont généralement construits dans les zones peu profondes d'un lac où ils prennent la place qu'ont besoin les espèces naturelles pour se nourrir ou se reproduire ; cela réduit la production naturelle de ces milieux.
- Les déchets des poissons et la nourriture non consommée polluent le lac (vrai aussi pour les cages).
- Les poissons en enclos peuvent facilement être volés (vrai aussi pour les cages).





Des images d'enclos (FAO, 2011)



Images de cage (FAO, 2011)

III- La polyculture

Elle consiste à cultiver plusieurs espèces dans le même plan d'eau. L'objectif c'est d'utiliser aux mieux les différentes ressources alimentaires (réseau trophique) présentes naturellement dans le milieu.

Chaque espèce a une certaine préférence alimentaire en relation avec la position du poisson dans l'étang (par ex : les poissons qui vivent au fond de l'eau et ceux qui vivent dans les eaux moyennes). La carpe de vase par ex vit surtout dans les profondeurs de l'étang et se nourrit de la vase et du matériel mort qu'elle trouve au fond. Le tilapia par contre vit dans la colonne d'eau ; certaines espèces se nourrissent de plante, d'autres du plancton. En combinant différentes espèces dans le même étang, on peut augmenter la production totale à un niveau plus élevé que la culture séparée de différentes espèces (monoculture).

Un exemple de système de polyculture chinoise est la culture combinée dans le même étang de la carpe argentée (se nourrit surtout d'algue), de la carpe à grosse tête (zooplancton) et de la carpe herbivore (surtout de plante aquatique) ; par conséquent, elles n'entrent pas en concurrence.

Un autre exemple très courant est la polyculture de tilapia et de la carpe commune. Le tilapia se nourrit surtout de phytoplancton et la carpe commune de zooplancton et du matériel se trouvant au fond de l'étang.

Remarque : Les étangs de polyculture ont des dimensions modestes (pour faciliter le contrôle, vidange et pêche). En Chine, on considère 6000m² comme la surface optimale, leur profondeur est de 2 à 2.5m car moins profond, ils produisent moins.

IV- L'aquaculture intégrée

On désigne sous ce terme l'intégration ou l'introduction d'élevage, généralement du poisson (pisciculture intégrée), dans un milieu à vocation agricole. Le procédé consiste à développer les deux activités, parallèlement ou séquentiellement, en bénéficiant des avantages de l'une pour l'autre. En général, la pisciculture intégrée est plus préconisée dans les zones rurales, notamment au niveau des exploitations agricoles moyennes et petites.

Mais il en existe d'autres formes d'aquaculture intégrée : l'épuration des eaux usées est un exemple d'aquaculture intégrée.

1- Avantage de la pisciculture intégrée à l'agriculture :

L'intégration de la pisciculture à l'agriculture permet de :

- Garantir un apport supplémentaire en protéine.
- Diversifier les revenus de l'exploitation agricole.
- Valoriser l'utilisation des plans d'eau, naturels ou artificiels → l'eau des étangs ou bassins peut servir à la fois à l'arrosage des cultures et des jardins voisins ainsi comme un milieu d'élevage.
- Créer un micro écosystème qui permet de recycler les résidus agricoles dans la pisciculture.
- Diminuer l'utilisation des engrais chimiques → la boue accumulée au fond de l'étang peut périodiquement être retirée pour fertiliser les cultures voisines.
- Accroître les rendements agricoles de l'exploitation.
- Développer une agriculture bio et durable. (voir figure).

2- Type de pisciculture intégrée :

Il existe deux types d'intégration de la pisciculture à l'agriculture, il s'agit de :

2-1- La pisciculture intégrée à la production végétale :

Consiste généralement à élever des poissons dans des étangs et /ou des bassins d'eau destinés à l'irrigation, en utilisant cette eau très riche en éléments nutritifs pour irriguer les cultures agricoles. Dans ce cas, les poissons sont nourris des déchets et des résidus des cultures agricoles produites par l'exploitation.

2-2- La pisciculture intégrée à la production animale :

L'élevage de poulets, des canards, de porcs, vaches en bordure d'étang ou sur des claies au-dessus de l'étang pour les petit animaux permet :

- d'une part, le recyclage direct de leurs excréments dans l'écosystème aquatique. Pour que ce recyclage soit efficace, il faut une harmonie entre la quantité d'animaux élevés et la capacité des divers maillons trophiques de l'étang à incorporer ces matières à l'écosystème.

- et d'autre part, l'utilisation directe ou indirecte (être transformés avant utilisation) de leurs déchets, qui comprennent le fumier, dans l'alimentation du poisson, permettant l'obtention de produits bio.

3- Caractéristiques de l'élevage piscicole :

- Mode d'élevage : extensif ou semi –intensif.
- Enceinte d'élevage : étang / bassin d'irrigation.
- Dimensions recommandées :
 - Superficie : 100 à 500 m²
 - Profondeur : 1 à 3m
 - Nature du fond : argileux ou membrane plastique légèrement inclinée
- Mise en charge de poisson : de 2 à 3 alevins par m²
- Production moyenne : 60 à 100 kg/m²
- Durée de l'élevage : varie selon l'espèce, le milieu et les conditions.
- Renouvellement de l'eau : laisser l'eau jusqu'à verdissement afin d'irriguer les cultures agricoles.

4- Alimentation du cheptel de poisson :

4-1- Application de l'engrais :

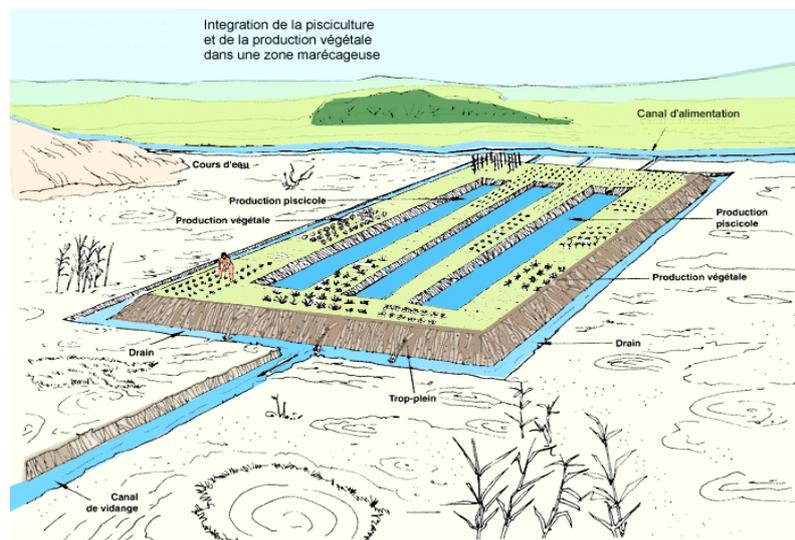
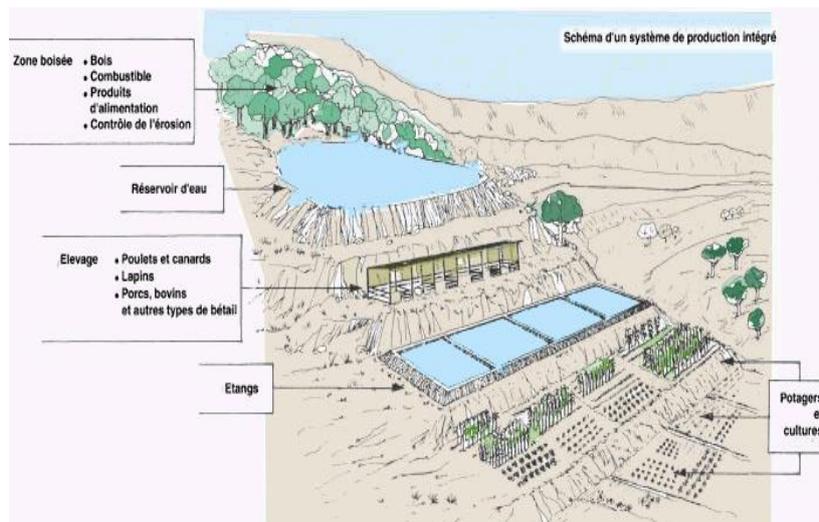
la meilleure composition nutritionnelle (phosphore, azote et potassium) est celle du fumier de volaille, suivie, en ordre décroissant, par le fumier du canard et de vache.

- Quantité d'engrais distribué : 1 kg de fumier sec par 100 m²/jour ou 2,5 kg de fumier frais de volaille ou du canard, ou 6 kg de fumier frais de vache.
- Fréquence de distribution : une fois par jour répandue sur toute la surface de l'étang.

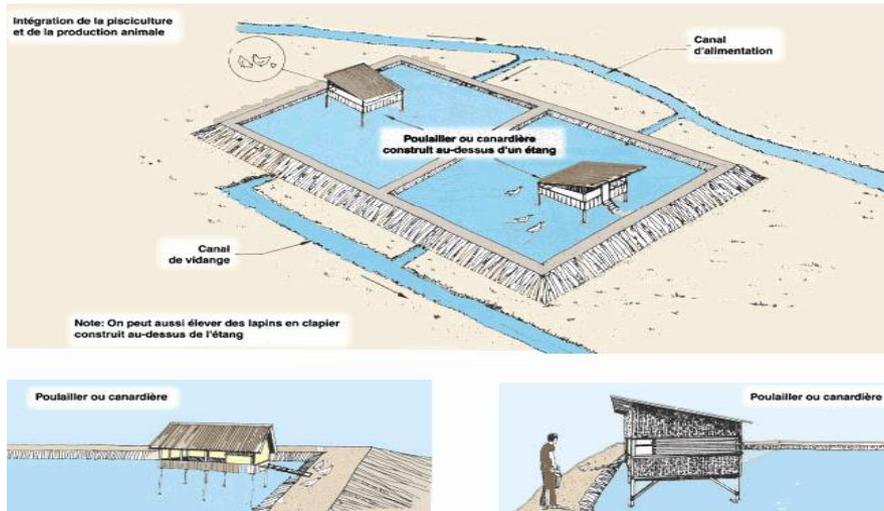
4-2- Alimentation végétale :

Les résidus ou les sous-produits des cultures des champs ainsi que les plantes aquatiques peuvent servir de nourriture des espèces herbivores comme la carpe herbivore et aux espèces omnivores comme la plus part des espèces de tilapia, de poisson chat et de la carpe commune.

Si le résidu végétal ne peut pas être directement consommé par les poissons, il peut servir d'engrais.



Pisciculture intégrée à la production Végétale (FAO, 2011)



Pisciculture intégrée à la production animale (FAO, 2011).

5- Autre forme de l'aquaculture intégrée :

L'épuration des eaux usées est un exemple d'aquaculture intégrée.

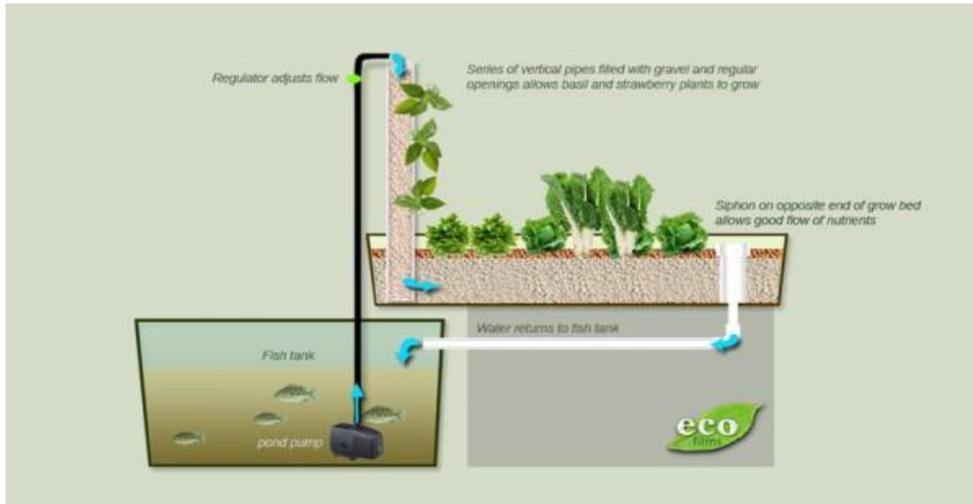
Des eaux usées domestiques (eaux d'égout) chlorées ont été testées pour alimenter des bassins d'élevage de tilapia en Afrique de Sud : sans autre nourriture, la production s'est située entre 3.9 et 8.1 tonnes/ha pour une durée d'expérience de 210 à 226 jours.

5-1- L'aquaponie :

Aquaponie = aquaculture + hydroponie (élevage de poissons + culture de légumes hors-sol)

L'aquaponie est une forme d'aquaculture intégrée qui associe une culture de végétaux en « symbiose » avec l'élevage de poissons. Ce sont les déjections des poissons qui servent d'engrais pour le végétal cultivé.

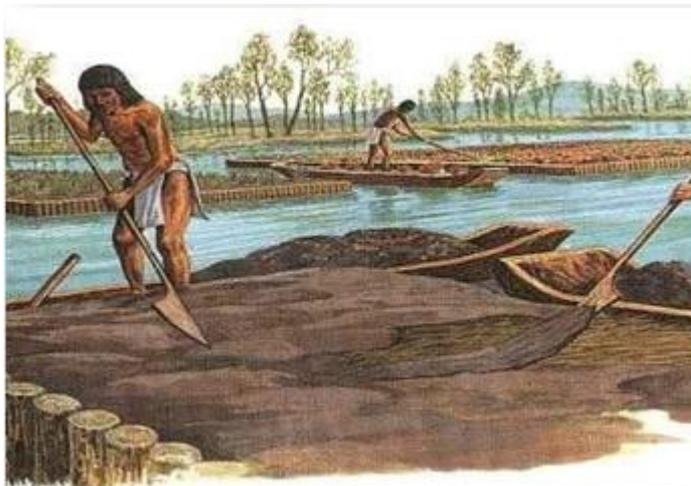
Le mot « aquaponie », traduction de l'anglais *aquaponics*, est un mot-valise formé par la fusion des mots aquaculture (élevage des poissons ou autres organismes aquatiques) et hydroponie (culture de plantes hors-sol).



Système d'aquaponie (Source : aquaponic_plant_production.jpg)

L'aquaponie est une technique ancestrale, différentes formes ont été utilisées depuis une haute antiquité, peut-être pas toujours consciemment, dont dans les chinampas mésoaméricaines (hortillonnages sur lesquels étaient déposés les boues des canaux, chargés entre autres d'excréments de poisson) et dans les rizières asiatiques (figure. 2).

L'aquaponie est encore pratiquée en Asie. Elle fait l'objet d'un regain d'intérêt en occident, notamment pour nourrir des populations isolées (sur des îles notamment, par exemple à Saint-Pierre-et-Miquelon).



Chinampas amérindien. (Source : aquaponic_plant_production.jpg)

L'aquaponie a été initiée dans les années 70 sans attirer l'intérêt des filières professionnelles. La raison réside probablement dans le fait que la prise en compte de la

ressource en eau du point de vue qualitatif et quantitatif ne présentait pas à l'époque une priorité pour les activités agricoles.

Le besoin alimentaire humain croissant de protéine animal que la pêche a échoué de le faire sans saccager les stocks biologique des mers et des océans, l'aquaponie présente une solution a ce problème vu son potentiel écologique qui est très économique en eau.

Ce n'est que depuis les années 2000 que ce mode de production a remobilisé des instituts de recherche et initié des démarches à différentes échelles de par le monde. Aujourd'hui, l'Aquaponie fait l'objet d'une activité économique significative au Canada, au Québec, aux USA, en Australie, en Hollande et induit de nombreuses démarches de particuliers initiés par de nombreux supports média : vidéos, articles.

5-1-1- principe et fonctionnement de l'aquaponie :

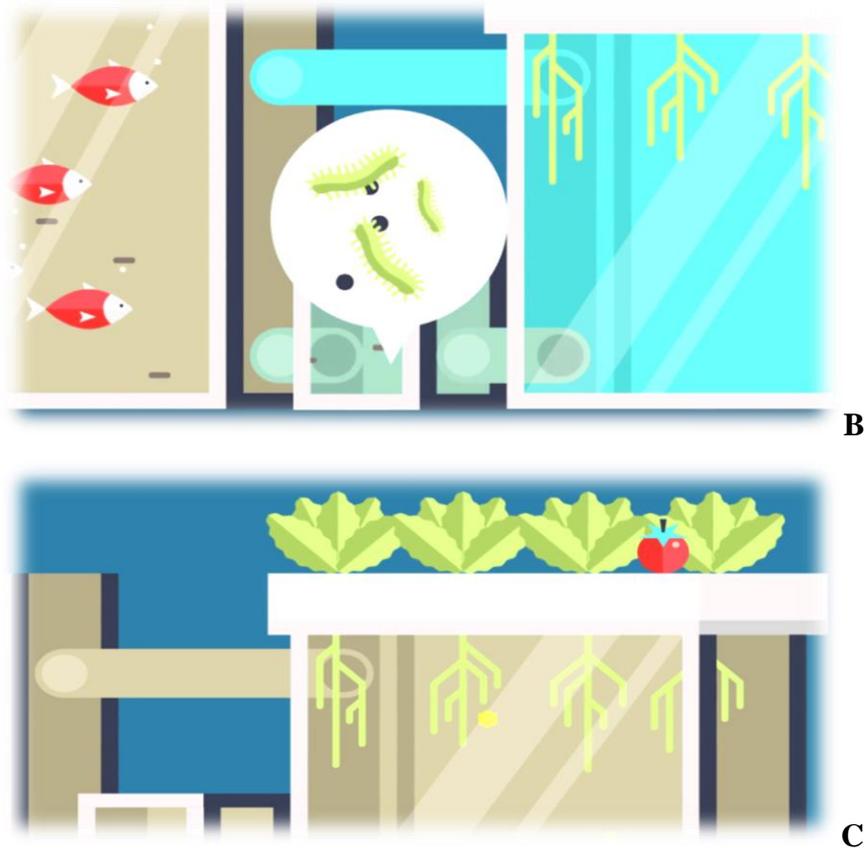
Il s'agit en fait d'un écosystème dans lequel interviennent trois types d'organismes vivants dans un cycle écologique:

➡ L'eau transporte les déchets organiques des poissons (déjections riches en azote, ammonium et urée, et en phosphore et potassium) vers les plantes (A).

➡ Grâce à des bactéries bénéfiques, ces déchets organiques (ammoniaque/ammonium et l'urée) sont transformés en nitrites puis en nitrates (engrais naturel) assimilables par les plantes sous forme minérale. Elles permettent de jouer le rôle de filtre biologique (B).

➡ En se nourrissant, les plantes filtrent l'eau qui est alors purifiée et rendue propre pour les poissons(C).





Images A, B et C : principe d'aquaponie (Future Mag 2014)

5-1-2- Avantages et contraintes :

En pratiquant cette activité, on peut distinguer rapidement les nombreux avantages qu'elle présente tels que :

1. Une installation aquaponique **permet de produire plus de nourriture au mètre carré** qu'un jardin en pleine terre, il est donc possible de produire votre nourriture, même dans de petits espaces!
2. Cultiver avec l'aquaponie est un moyen idéal pour produire sa nourriture avec **beaucoup moins d'efforts et moins de temps**.
3. Pour les pays où l'eau potable devient rare, l'aquaponie permet de produire avec **une économie d'eau**.
4. Elever et **manger son propre poisson**, dans une eau pure, avec une nourriture de qualité, c'est **une satisfaction** inégalable à notre époque.
5. L'aquaponie produit à la fois des poissons et des légumes sans additifs chimiques ou biologiques **ce qui donne à la nourriture** issue de ce système **un bon goût**.

Néanmoins, cette activité n'est pas aussi simple à réaliser car elle demande un certain niveau de compétence et de connaissance sur le plan biologique (des espèces élevées) et techniques (construction et installation).



Ferme aquaponique de Chicago (Farmed here). (Future- Mag, 2014)

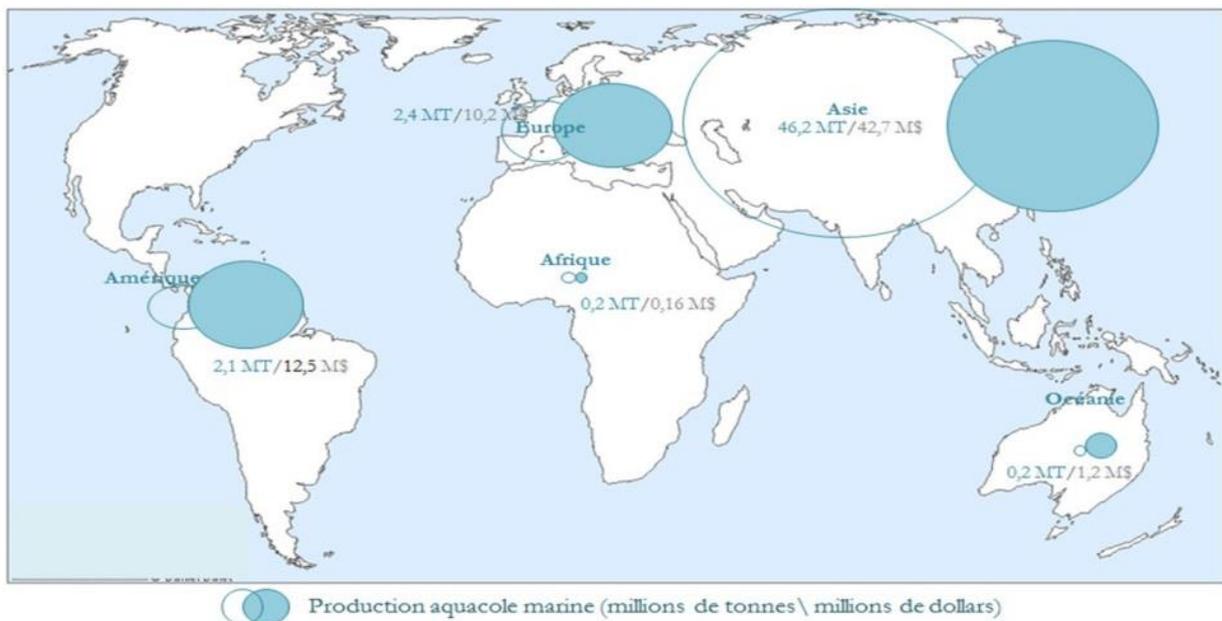


Les bassins des poissons de la ferme (5200 L) (Future Mag, 2014)

V- L'aquaculture en mer ouverte

L'aquaculture en mer ouverte ou mariculture est une activité récente qui inclut la production des poissons, des mollusques, des crustacés et même d'algues dans les eaux marines et au large.

Le secteur de l'aquaculture marine est un secteur en pleine évolution à l'échelle mondiale du fait que sa production s'est multipliée par 6 passant de 9 millions de tonnes en 1990 à 22 millions de tonnes en 2000 pour atteindre près de 57 millions de tonnes en 2015. Par région, plus de 91% du total de la production aquacole marine en volume, est issue de la région d'Asie (notamment la Chine et l'Indonésie), tandis que 4,4% vient d'Europe (essentiellement la Norvège), 3,9 % de l'Amérique (surtout le Chili) et les 0,8 % restants venant de l'Océanie (0,4%) et de l'Afrique (0,4%).

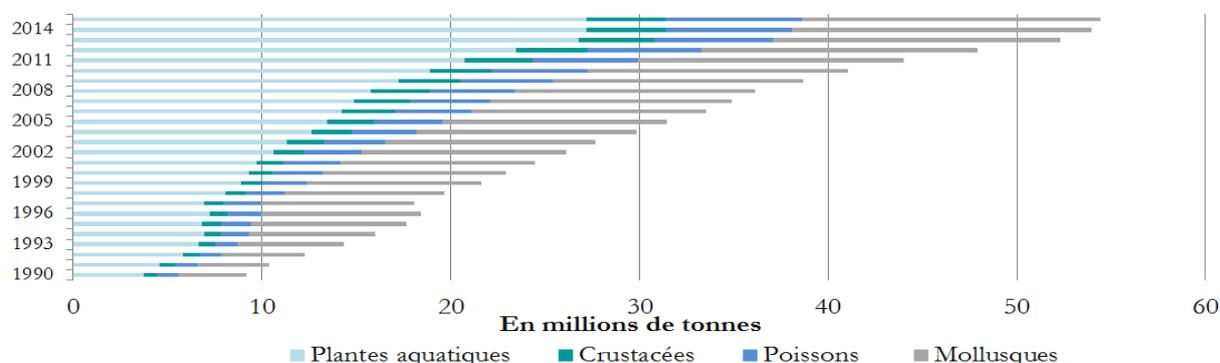


Production aquacole marine par continent (moyenne sur 2011-2015)
(FAO, 2016).

Tableau 2 : Premiers pays producteurs de l'aquaculture marine dans le monde (en tonnes) (FAO, 2016).

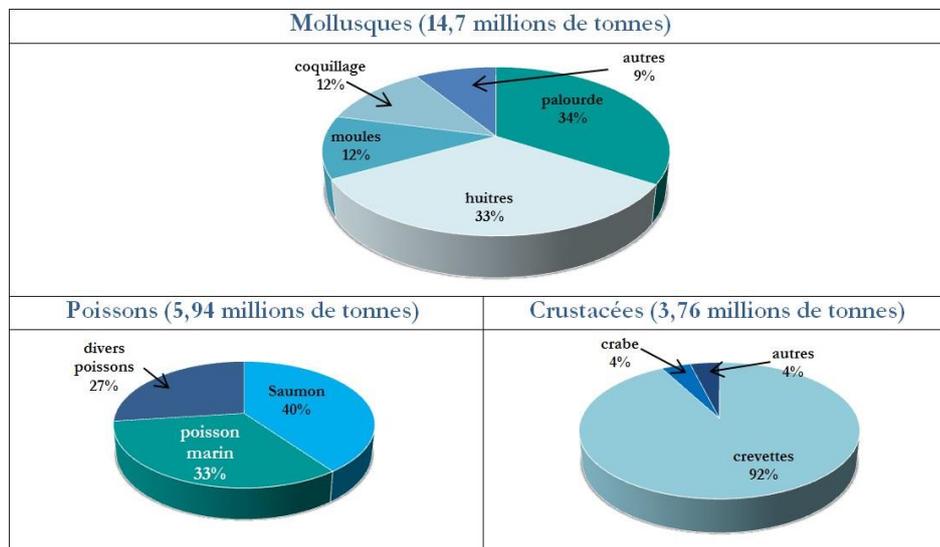
Continent	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Part dans le total de la production mondiale de l'aquaculture
Asie	7 923 507	15 769 913	20 298 589	28 270 866	36 996 829	52 024 132	91%
Chine	3 493 532	10 610 673	15 241 803	20 236 677	24 276 897	30 833 115	
Indonésie	387 003	463 247	630 616	1 533 842	4 944 615	12 688 203	
Philippines	589 211	842 955	988 869	1 696 957	2 237 672	1 066 820	
Corée	772 729	996 889	654 440	1 042 481	1 355 000	1 652 566	
Japon	1 272 901	1 314 553	1 230 783	1 211 988	1 111 338	2 044 959	
Europe	900 793	1 147 055	1 601 880	1 675 146	2 079 101	2 502 415	4,4%
Norvège	150 583	277 615	491 329	661 811	1 019 714	1 380 804	
Espagne	182 865	201 741	275 684	192 715	234 423	273 179	
France	209 998	221 256	212 590	202 586	183 330	160 800	
Italie	112 444	159 545	167 775	147 535	114 854	113 894	
Royaumes unis	36 126	77 221	142 287	161 339	188 370	196 001	
Amérique	286 241	570 938	847 590	1 443 817	1 617 000	2 204 065	3,9%
Chili	66 836	203 636	424 403	729 177	677 003	1 057 094	
Ecuador	764 20	105 597	52 004	118 500	223 315	403 008	
Canada	33 939	59 810	114 934	137 094	153 942	178 217	
Brésil	1 830	5 420	38 375	78 035	85 788	403 008	
Afrique	12 816	47 816	59 779	95 328	151 085	219 409	0,4%
Zanzibar	8 080	39 170	49 910	73 620	125 157	13 220	
Madagascar	10	1 535	5 500	7 626	8 006	18 854	
Tunisie	874	521	719	1 542	4 280	13 220	
Tanzania	1 000	1 000	1 000	3 002	7 130	7 228	
Océanie	51 634	97 305	134 869	161 356	201 768	203 243	0,4%
Total aquaculture marine	9 174 991	17 633 027	22 942 707	31 646 513	41 045 784	57 153 264	

L'évolution de la production des principales espèces marines élevées au niveau mondial a été caractérisée par une forte croissance de la production des plantes aquatiques (algues ex : la laminaire japonaise), depuis la fin des années 90 (48% du total de la production aquacole marine en moyenne sur la période 2011-2015), et dans une moindre mesure des mollusques qui ont occupé le 2ème rang (31%), suivis par les poissons (12%) et en dernier les crustacés (8%).



Evolution de la production mondiale de l'aquaculture marine par groupe d'espèce (période 1990-2015) (FAO, 2016).

La production de mollusques est majoritairement constituée d’huîtres et de palourdes dont les parts moyennes enregistrées sur la période 2010-2014 ont été respectivement de 33% et 34% suivis de moules (12%). Quant à la pisciculture, le saumon constitue une bonne part de la production (40%). Les Sérioles « carangidés » (élevées au Japon) ont une reproduction quasi-constante depuis 1980 (environ 160.000 tonnes). Par contre, l’ensemble des autres espèces voit une augmentation considérable de la production avec une diversification de plus en plus importante : en 1980, le nombre d’espèces élevées était 17, en 2008 ; il est supérieur à 75. Les principales espèces produites sont : outre la sériole au Japon, la dorade royale associée au bar européen, le bar du Japon le poisson lait, la dorade japonaise, le turbot, le maigre, l’ombrine et récemment le grossissement du thon rouge. Pour les crustacés, 92% de la production est composée de crevettes péneidés.



Structure de la production mondiale de l’aquaculture marine par espèce (moyenne sur la période 2011-2015) (FAO, 2016).

Pour les structures d’élevage : les 1^{er} essais de l’aquaculture marine avaient recours à des installations simples et des sites très abrités et faciles d’accès (bassin à marée, littorale protégé). Les inconvénients de ces choix sont vite apparus : manques de renouvellement d’eau, proximité des apports terrigènes..., entraînant des mauvaises performances d’élevage et des potentialités limitées. Depuis, l’amélioration des connaissances et le perfectionnement constant du matériel et des techniques tendent à rationaliser les options. Actuellement, selon les espèces élevées et les sites on distingue plusieurs structures d’élevages en mer ouverte telles que :

- Des structures flottantes portant des cages en filet sont ancrées directement en mer. Dans le monde, l'élevage en cages flottantes assure 80% de la production piscicole intensive en mer.
- Des bassins de ciment ; ce système d'élevage requiert des installations fixes à terre, avec des bâtiments, des circuits d'eau alimentés par pompage, d'O₂ liquide. Il offre, par contre, des possibilités de contrôler le milieu d'élevage et les espèces élevées. Les coûts de pompage limitent l'implantation.
- Les bouchots, les tables d'élevage et les radeaux pour l'élevage des mollusques.

Chez les animaux marins, les œufs sont de très petite taille (de l'ordre de 1 mm pour les poissons et 1/10 de mm pour les mollusques) et donnent naissance à des animalcules fragiles et très différents des adultes. Cette petite taille et leurs exigences alimentaires expliquent que la maîtrise de leur élevage soit récente et incomplète.

Aujourd'hui la mariculture est un type d'élevage intensif qui se répand à grande vitesse dans toutes les zones marines et surtout dans le bassin méditerranéen et il représente une parfaite union entre la technologie avancée et une aquaculture responsable et durable.

VI- L'aquariophilie et l'aquariologie

1-Définition:

La définition de ces deux termes est encore confuse.

La terminaisonphilie signifie passion, collection ; l'aquariophilie est donc une activité d'amateurs, souvent spécialisés, qui atteint parfois le professionnalisme, et obtient des résultats exceptionnels.

La terminaisonlogie : science est employée dans de nombreuses disciplines : biologie, écologie, zoologie....etc. Mais l'aquariologie est-elle réellement une science ? Nous dirons plus simplement une technique au service des sciences biologiques que sont la zoologie et l'écologie. L'élevage en aquarium a permis de nombreuses découvertes scientifiques.

2- Rapport et différence :

En fait, l'aquariologie peut être considérée comme étant à l'origine de l'aquaculture puisque les 1^{ers} poissons élevés en captivité en Chine ont probablement été des poissons d'ornement ex : carpe koi, poissons rouges (*Carassius auratus*). D'autres espèces d'eau douce ont été choisies dans la nature en fonction de leur beauté pour être reproduites et améliorées en captivité ex *Gambusia affinis*.

Certaines d'entre elles ont été élevées pour être utilisées par l'homme : Guppy dans la lutte contre les moustiques, carpe pour l'alimentation...etc, d'abord de façon empirique puis contrôlée, l'aquaculture est née.

Depuis la fin de 19^{ème} siècle, les études développées dans les laboratoires marins, qui comprenaient tous une salle d'expérimentation équipée d'aquarium, ont permis de réaliser la reproduction de nombreuses espèces marines, d'étudier leur développement larvaire, leur croissance...etc. C'était un réservoir d'information dans lequel l'aquaculture naissante des années 60 a puisé pour développer les techniques d'élevage industrielle. Ces études fondamentales se poursuivent actuellement dans les laboratoires et aquariums et des nouvelles espèces ont été reproduites : rascasse, seiche, poulpe, mérrou, hippocampe..., certaines entre elles seront peut-être les espèces de l'aquaculture de l'avenir.

Les élevages en aquarium, reconstituant un milieu en réduction, permettent des études spécifiques sur l'alimentation des espèces, l'assimilation des aliments, la toxicité de certains produits. La pathologie des espèces, étudiée d'abord en aquarium, a permis la description des parasites et la mise en point du traitements spécifiques utilisés maintenant en aquaculture. Ces

études se poursuivent et beaucoup de produits nouveaux : antibiotiques, antifongiques, continuent à être testés en aquarium.

Certes des différences existent : l'aquariologie travaille sur un nombre réduit d'individus et sur des petits volumes d'eau ; les résultats obtenus nécessitent donc interprétation et adaptation avant de pouvoir être utilisés à grande échelle par l'aquaculture.

3- Aquaculture des poissons d'ornement :

Le poisson d'ornement présente une activité économique considérable. Ce type d'activité est bien développé dans le Sud-Est asiatique : Singapour, Philippines, qui produit actuellement près de 80% de poissons d'ornement d'eau douce vendus dans le monde. Ces poissons sont élevés dans des bassins en plein air.

À l'U.S.A, cette activité s'est bien développée, surtout en Floride où plus de 4 millions de poissons sont produits chaque semaine. Les fermes sont constituées de bassins creusés dans le sol, assimilables à des petits étangs. Les superficies sont d'une dizaine d'hectares fractionnées en nombreux petits bassins de 200 m² et 2 m de profondeur. Certains sont recouverts d'une serre pour surmonter les mortalités hivernales dues aux intempéries et aux basses températures. La gestion est identique à celle des étangs : les espèces élevées sont stockées en bassins de terre fertilisés, la reproduction n'est pas contrôlée et se fait naturellement en bassins, mais il y a un ajout de nourriture et contrôle des macrophytes et des prédateurs.

En ce qui concerne l'eau de mer, la totalité des poissons vendus provient de prélèvement dans le milieu naturel, mais de nombreux travaux et de recherches sur la production et la croissance de ces espèces marines sont en cours pour permettre la mise au point des techniques de leur élevage.

VII- La carcinoculture (Elevage des crustacés) :

Crevettes péneidés

1- Intérêt économique :

Les crustacés constituent, avec les mollusques, une des principales ressources offertes par les invertébrés aquatiques.

Les crustacés exploités intensivement à l'échelle mondiale (Thaïlande, l'Indonésie, la Chine essentiellement), appartiennent essentiellement à l'ordre des Décapodes, qui fournit à lui seul plus de 95% des captures mondiales au cours de ces dernières années. Les espèces produites proviennent pour 77 % des zones marines, le reste est issu du milieu continental (lacs, rivières) et de structure d'élevage terrestre (23%). La production dulcicole stagnait autour de 100.000 tonnes jusqu'à l'entrée en jeu de la Chine dont les possibilités font que l'élevage mondial a subi une accélération rapide.

L'élevage des crevettes marines concerne surtout les péneidés (90% de la production mondiale). Cette activité a démarré au cours des années 1980 et se pratique surtout en milieu tropical notamment pour les crevettes *Penaeus* et *Metapenaeus* (90%). Cette aquaculture tropicale, pratiquée en bassins sur plus d'un million d'hectares, a produit en 2008 près de 3270 millions de tonnes. En progression régulière depuis 20 ans, l'année 2008 est marquée par une certaine stabilité de la production, qui se situe principalement en Asie (86%).

1- Les principales espèces ciblées sont:

Penaeus vannamei (57%), *P. monodon* (29%), *P. merguensis* (3%), *P. japonicus* (2%) [Période 2000 à 2005].

Remarque : *P. herathurus*, la seule espèce présente dans la lagune El-Mellah, se disparaît au fur et à mesure qu'on se rapproche vers l'Atlantique.

2- Pourquoi Péneidés et n'en pas une autre espèce (langouste, homard) ?

→ Problème de la maîtrise de larviculture.

→ la production reste faible à cause la croissance lente de ces espèces.

→ **Intérêt économique :**

- Haute qualité nutritive (plus riche en protéines que les poissons)
- Sa valeur marchande.

→ **Intérêt en élevage :**

- Pas de cannibalisme.
- Qualité gustative.

- Musculature importante.
- Croissance rapide (6mois → 200g → taille commerciale).
- Possibilité d'obtenir deux production par an (2 fois / an).

2- Elément éco-biologique des crevettes péneïdés :

Du fait de l'intérêt économique et de leur répartition géographique, les crevettes péneïdés ont fait l'objet de nombreux travaux concernant leur écologie, physiologie et leur cycle biologique. Il est connu aujourd'hui que la majorité des espèces effectuent des migrations entre milieux de salinité différentes pour des raisons trophiques et génétiques essentiellement (liées à la reproduction et au développement embryonnaire). La tolérance des péneïdés côtiers aux variations de la salinité ($10\text{‰} < S < 45\text{‰}$: régulation hyper-osmotique en milieu dilué et hypo-osmotique en milieu concentré) et de température ($8^{\circ}\text{C} < T^{\circ}\text{C} < 40^{\circ}\text{C}$) constitue un about majeur pour la réussite de leur élevage. Ils peuvent atteindre une taille maximale de 22 cm en Méditerranée. Ce sont des espèces démersales, côtières marine et saumâtre qui préfèrent les fonds meubles (sablonneux et vaseux). Les péneïdés sont généralement gonochoriques et se reproduisent en été une seule fois par an (monocyclique). La ponte a lieu en mer sur des fonds de quelques dizaines de mètres de profondeurs.

L'éclosion des œufs, d'environ $220\mu\text{m}$ de diamètre, s'effectue après 12-18h d'incubation (durée d'incubation variable en fonction de la température de l'eau) et donne naissance à des nauplii ($250\mu\text{m}$). Les différents stades larvaires (zoé, mysis) se succèdent tout en se rapprochant progressivement de la côte. Après la métamorphose, les post-larves, très semblables aux adultes, gagnent le fond et acquièrent un comportement benthique. Celles-ci remontent la côte pour s'engraisser en se laissant entrainer par le flot à l'intérieur de l'estuaire et les lagunes d'eau saumâtre où a lieu la croissance. Certaines espèces s'enfouissent activement pendant le jour (phototropisme négatif acquis progressivement). Après un séjour de 3 à 4 mois dans ces milieux lagunaires où la production biologique est élevée, les jeunes crevettes (sub-adultes), qui mesure 8 à 12 cm, quittent les eaux saumâtres pour retrouver la mer pour accomplir leur reproduction et leur vie adulte jusqu'à la mort.

3 – Elevage :

L'homme peut intervenir à différents niveaux du cycle biologique ou maîtriser le cycle entier (l'éclosion). Globalement, on distingue les types d'élevage suivants :

3-1- L'élevage extensif :

Concerne surtout les élevages traditionnels rencontrés notamment en Asie de Sud-est (Indonésie, Thaïlande, Malaisie, Chine, Philippine). Ils sont représentés par des lagunes naturelles aménagées, appelées en Indonésie « les tambaks ». Elles sont généralement non protégées et dans lesquelles on introduit des larves ou post-larves capturées dans le milieu naturel lors de leurs migration dans les estuaires ou provenant des écloséries. Le milieu d'élevage est parfois enrichie en fertilisants (organique ou minéral) pour accroître la production biologique du milieu. D'une manière générale, la production demeure faible mais meilleur qu'en milieu naturel (rendement : 100 à 400 kg/ ha/ an).

3-2- L'élevage semi-intensif :

La technique semi-intensif à été mise au point à partir de l'observation des viviers traditionnels au Japon.

Les enceintes de près-grossissement, souvent créées à partir d'anciens marais salant désaffectés, ont une surface de quelques milliers de mètres carrés à 1 ou 2 ha et une profondeur d'eau de 1,5m au maximum. Le renouvellement d'eau est assuré par le jeu des marées. Des vannes protégées par des filets permettent le libre passage d'eau et empêche la sortie des crevettes vers la mer et l'entrée des prédateurs provenant du milieu sauvage.

Avant le transfert des post-larves pré-grossis (mi-juin) et la mise en eau (qui a lieu en Avril) vers les bassins de grossissement, ces derniers sont asséchés et le sol est labouré pour faciliter l'oxydation des déchets organiques et également l'éradication des prédateurs endogènes.

Après un mois de pré-grossissement dans les enceintes, les post-larves mesurant 1,5cm et pesant 25g sont transférées à raison de 30 à 35 ind/m² dans des bassins de grossissement.

Dans ce type d'élevage, les bassins sont enrichis avec des aliments naturels (chair de mollusques broyée, mysidacés congelés, petits crustacés...) et aussi des granulés sous forme de microparticule (farine de calamar, farine de poisson blanc). Ce complément d'aliment artificiel a pour objectif d'améliorer la croissance des crevettes en élevage.

L'exploitation des crevettes, ayant atteint la taille commerciale, débute en Novembre et se poursuit jusqu'en Décembre où la croissance se ralentie avant de s'interrompre à des basses températures (< 18°C). Pour permettre aux crevettes de poursuivre leur croissance, il est possible de réchauffer l'eau à partir de centrales thermiques ou nucléaires implantées au voisinage (sur la côte ex : Japon). La production est de 40 à 500 g/m² → 400 kg à 5 tonnes/ha/an.

3-3- Elevage intensif :

C'est encore au Japon que cette technique est développée connue sous le nom de Kagoshima.

L'élevage est totalement réalisé dans des bacs en béton équipés d'un double fond, de 25 m de diamètre et une capacité de 1000 m³ d'eau de mer. Chaque bac est alimenté par une installation de pompage capable de renouveler le volume total de l'eau de mer 5 à 6 fois/24h. Au dessus de double fond, sur un filet de plastique à maille fine, est déposée la couche de sédiment sableux avec une légère pente du centre du bassin vers le périphérique (destinée à empêcher le transport des particules de sables par le courant vers la partie centrale du bassin). L'eau de mer circule constamment à travers cette couche de sédiment, tout en fournissant pendant le jour aux animaux enfouis la quantité d'oxygène indisponible à leur métabolisme. Cette circulation d'eau est assurée par d'exhausteurs à air.

L'arrivée d'eau de mer fraîche se fait par jet d'eau tangentiel par l'intermédiaire d'un tuyau provoquant l'apparition d'un courant général circulaire lent, qui a pour effet d'accumuler au fond du bassin les déchets figurés (excréments des crevettes, aliments non consommés, exuvies), point où s'effectue l'évacuation de l'eau par sur-verse. Chaque matin on procède en quelque minute à une chasse centrale des déchets ou à une aspiration, au moment où les crevettes sont enfouies dans le sédiment. Le rendement de ces unités est de 20 à 25 tonnes/ ha/ bassin.

4- Obtention des œufs :

Il existe 3 méthodes d'induction de la ponte chez les crustacés :

4-1- La méthode japonaise :

Cette méthode initiée par les japonais entre 1933 et 1960 (mise au point pour l'espèce *P.japonicus* puis appliquée à d'autres espèces des régions intertropicales et tempérée chaude) repose fondamentalement sur la capture des femelles gravides (porteuses des œufs mûrs), reconnaissables à travers la carapace à leurs gonades foncées et développées. Ces femelles, triées lors de leur capture (à bord du chalutier), sont transportées dans des viviers ou des conteneurs jusqu'à l'écloserie où elles seront immédiatement placées dans des pondoirs (bac de ponte), et soumise à une intervention stressante (choc thermique ou halin). Cette intervention induit, chez les espèces à thélycum fermé, une ponte au cours de 2 à 3 nuits suivantes dans des bassins où elles seront ensuite retirées.

- Ces interventions stressantes provoqueraient un déséquilibre physiologique surtout au moment de la ponte (régression des ovaires → régression des stocks)
- Les résultats sont satisfaisants puisque une femelle sur deux arrive à pondre normalement avec un taux d'éclosion supérieur à 50%.
- La disponibilité des femelles gravides reste bien inférieure à la demande ce qui augmente leur coût.

4-2- La pédonculectomie :

Cette méthode consiste à transférer des femelles gravides dans des pondeurs où elles subiront une pédonculectomie unilatérale. Cette épédonculation a pour but principal de lever l'inhibition de la maturation des gonades, produite par une neurohormone sécrétée par le complexe organe y- glande de sinus (complexe pédonculaire → pédoncule oculaire).

Suivant les expérimentateurs, la technique d'ablation unilatérale est différente : écrasement, ligature et cautérisation (on sectionne avec ciseau stérilisé), cette dernière méthode est la moins traumatisante et donne de meilleurs résultats. Les deux premières méthodes provoquent souvent des lésions cervicales, diminuant la fécondité et le taux d'éclosion et dégénérescence ovocytaires des femelles et parfois la mortalité.

Par ailleurs, il est intéressant de constater qu'il n'y a pas de compensation par pédoncule oculaire subsistant (restant). Les mêmes résultats pratiques sont obtenus par l'épédonculation bilatérale.



Photo de technique d'épédonculation d'un géniteur (Jerôme Henrique, 2015).

4-3- Stimulation extrinsèque:

Cette technique mise au point dès 1975 sur *P.japonicus* repose sur le contrôle éco-physiologique de la maturation ovarienne et de la ponte. Les femelles soumises à une température de 20°C sont placées sous contrôle de la photopériode : au début 9 à 10h d'éclairage, après on augmente la photopériode à 12h et la ponte a lieu à 16h d'éclairage journalier. Ainsi, le rythme de la reproduction sous ces conditions favorables se trouve perturber (bouleverser) et les géniteurs se mettent à pondre sans interruption.

Grace à ce changement de photopériode programmer la ponte et inverser même le cycle sexuel sans endommager l'animal. Donc on peut obtenir des taux d'éclosion proche de 100%. Mais cette technique prend beaucoup de temps et valable pour les espèces des régions tempérées car les espèces équatoriales supportent des variations de photo-phase de 1 à 2h maximum.

5- Alimentation et nutrition :

5-1- Besoin nutritionnel qualitatif :

- À l'éclosion, les nauplii utilisent leur réserves vitellines jusqu'à la métamorphose en stade zoé.
- Au stade zoé, les larves deviennent filtreurs et se nourrissent de phytoflagellés et diatomées.
- Les mysis, bien que pouvant se nourrir de μ -algues, sont des prédateurs et préfèrent les proies vivantes représentées essentiellement par l'artémia. Ce comportement s'accroît chez les larves les plus âgées où elles peuvent se nourrir de métanauplii de 2 et 3 jours.

5-2- Besoin nutritionnel quantitatif :

Dépend des paramètres suivants :

a) Le taux de filtration : définie comme indicateur de l'activité alimentaire des différents stades larvaires filtreurs (zoé et mysis) et varie selon la concentration algale dans le milieu.

b) Le taux d'ingestion : c'est-à-dire la quantité de nourriture ingérée par individu, varie selon le stade de développement et la concentration d'aliment dans le milieu.

c) **Le taux d'assimilation** : définie comme étant la quantité de la nourriture consommée moins les déchets métaboliques (fèces, produits d'excrétion, reste d'exuvie), varie en fonction de la nourriture et la consommation d'aliment.

D'une manière générale, lorsque la concentration augmente, le taux d'ingestion aussi mais le taux d'assimilation chute.

5-3- Aliments composés ou granulés :

Actuellement, deux types d'aliments ont été mis au point :

- a) **Aliments purifiés** : dans le but de préciser les besoins en différent composant (ac.aminés, ac.gras, stéroles...etc.) → composition chimique connue.
- b) **Les aliments non purifiés** : dans le but de fournir un aliment de substitution près à remplacer les proies vivantes (Artémia, Rotifères)

Le mode de préparation est différent. Il existe sous différentes formes : capsules, gelées, pate humide et granulés sec sous forme de microparticules. Ces derniers sont les plus utilisés pour alimenter les différents stades larvaires (zoé : 50-125µm, mysis : 125-250µm, post-larve : 200-300µm).

La composition de base des aliments purifiés est la suivante :

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| - Caséine (50%) | - Glucosamines Hcl (0.8%) |
| - DL-Méthionine (1%) | - Citrate de Sodium (0.3%) |
| - DL-tryptophane (0.5%) | - Huile de foie de morue (8%) |
| - Glucose (5.5%) | - Phospholipide de soja (3%) |
| - Sucrose (10%) | - Cholestérol (0.5%) |
| - Amidon (4%) | - Mélange minéral (5.4%) |
| - Cellulose (2.1%) | |

Les aliments composés non purifiés, de moindres qualités, composées au départ de tourteau de soja ou de broyats de mollusques et d'œuf de poules, ne permettraient la survie que de quelques stades larvaires. Actuellement, dans certains pays (Japon, France), des mélanges plus raffinés (ou plus élaborés) de farine de poissons, de crustacés, de céphalopodes, de mélanges vitaminiques et minéraux dont les proportions restent confidentielles, ont été mis au point.

6- Problèmes de nutrition dans les élevages :

L'alimentation des crevettes pose des problèmes très différents selon l'espèce élevée et surtout selon le mode de culture :

6-1- L'alimentation dans les élevages semi-intensifs :

Lorsque les crevettes, dont la biomasse reste souvent mal connue, disposent à la fois de nourriture naturelle et de granulés, il est difficile d'estimer la quantité d'aliments composés à distribuer. Il est encore plus compliqué de déterminer la composition théorique adéquate de l'aliment inerte substitué à l'aliment naturel. Les expériences faites jusqu'aujourd'hui ont montré une meilleure croissance des crevettes mais on ignore par contre si l'aliment composé a été directement consommé par les animaux élevés ou s'il a été décomposé par l'activité bactérienne.

Pour la quantification, la méthode classique de l'analyse stomacale reste peu fiable en raison du broyage rapide de l'aliment au niveau du moulin gastrique, proventriculaire, et donne que des résultats instantanés. La technique du C₁₂ et C₁₃ offre l'avantage de quantifier la nourriture naturelle de l'artificielle.

6-2- L'alimentation dans les élevages intensifs :

Le problème à résoudre au niveau des élevages intensifs et celui de l'appétence ou de l'accoutumance des chémorécepteurs à l'aliment inerte et surtout de la stabilité à l'eau des granulés distribués aux crevettes, c'est-à-dire perte par dissolution de la nature des composants hydrosolubles (ex : vitamine, oligo-élément...). Voir la dégradation partielle ou totale des granulés. Pour éviter cela, il faut essayer d'adapter le rythme de distribuer de l'aliment à celui de la prise de nourriture par les animaux.

Dans le cas par exemple de *P.Japonicus*, dont l'activité est nocturne, la nourriture doit être distribuée à la tombée de la nuit et dans des endroits bien localisés facilitant la récupération des restes non consommés durant la nuit précédente.

Pour faciliter la détection de l'aliment par les chéméoreceptions, des phagostimulants (Ac. Aminés purifiés, extrait soluble de calamar...) sont introduits, ce qui permet de supposer que les animaux sont plus vite attirés.

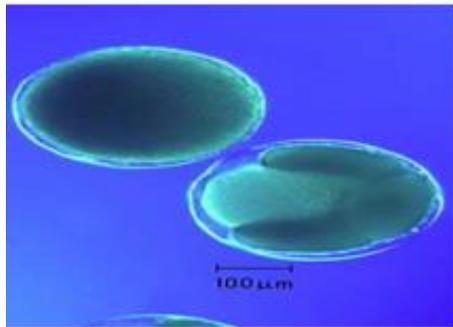
D'autre part, pour minimiser les pertes par dissolution, les fabricants utilisent soit des liants (gélatine, agar, amidon...) soit des procédés d'agglomération des microparticules (cuisant-extrusion)

En outre, on a un autre problème sur le plan physiologique : les crevettes sont capables de synthétiser certaines vitamines (A, D) à partir de caroténoïdes et de cholestérol d'origine exogène (alimentation) mais sont incapables de synthétiser de novo ce dernier composé. Ce stérol est probablement un précurseur des hormones sexuelles, de la maturation et de la croissance. Donc l'apport direct en cholestérol en milieu intensif est indispensable. Son

absence dans l'aliment purifié entraîne surtout chez les formes larvaires une forte mortalité et une croissance médiocre. Sa présence est donc indispensable dans la confection de l'aliment inerte.



Photo d'une femelle mature en haut et crevette immature en bas (Jerôme Henrique 2015).



1 heure après ponte



Nauplius



Post- larve de péneidés



Stade adulte

Photos des stades de vie d'une crevette

VIII- La conchyliculture

L'aquaculture des mollusques concerne principalement l'élevage des coquillages ou conchyliculture. Ce terme est récent et date du milieu de 20^{ème} siècle.

C'est une aquaculture essentiellement marine. C'est également une activité vivrière principalement développée en Asie. Parmi les espèces les plus élevées on trouve : des Ostréidés (huîtres), des Mytilidés (moules), des Pécinidés (coquille St-Jacques), des Vénéridés (palourdes...).

Depuis quelques années, une conchyliculture d'eau douce apparaît en Chine avec la culture d'escargot d'eau douce, et de clam d'Asie. La production 2008 pour ces espèces est de 220.000 tonnes.

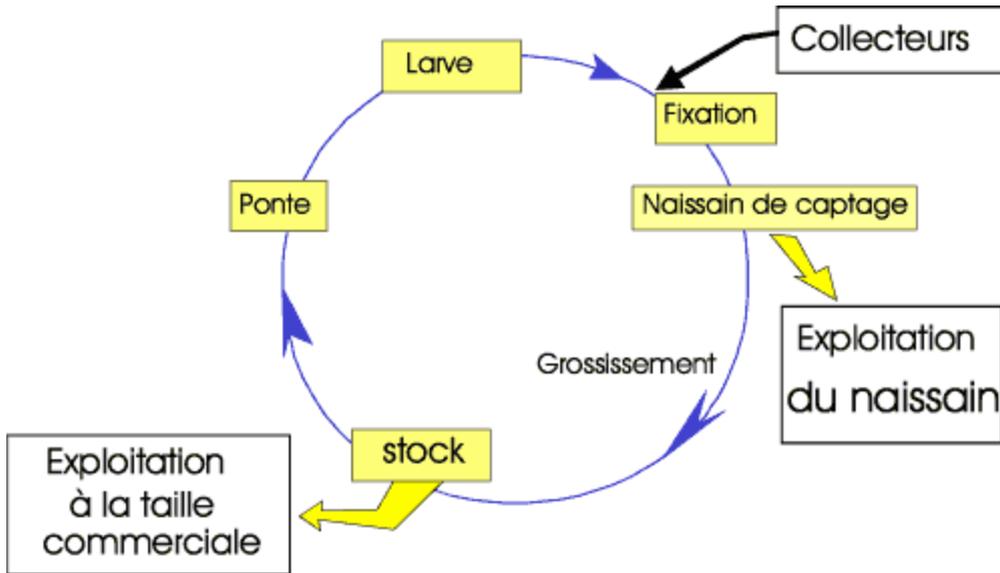
Cette activité est liée au cycle biologique des mollusques : l'approvisionnement en naissains repose pour la plus part des espèces élevées sur le captage naturel. Les larves subissent une métamorphose et à ce stade ont besoin de se fixer. La mise en place des collecteurs permet de leur offrir un support préférentiel qui permettra à l'éleveur d'obtenir le naissain. Celui-ci sera placé dans des structures adaptées à l'espèce (ex : poches pour les huîtres) ou sera semée. Les écloséries peuvent également, grâce à la maîtrise de la reproduction de quelques espèces, assurer une production du naissain.

Les espèces élevées sont des gastéropodes brouteurs ou des bivalves filtreurs. Pour ces derniers, dans le milieu naturel, la nourriture est fournie par le premier maillon de la chaîne alimentaire: le phytoplancton.

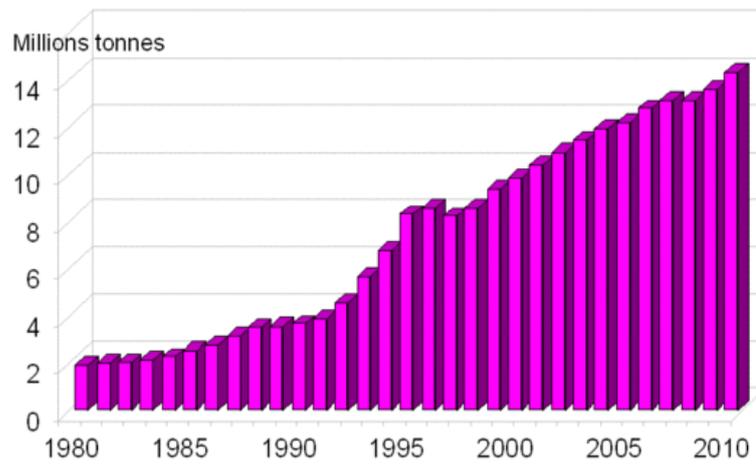
Une conchyliculture existe, non pas pour obtenir des protéines seulement, mais des sous produits : c'est le cas des huîtres perlières. Une autre activité se développe, la culture des coquillages décoratifs qui vivant, décoreront des aquariums, et morts agrémenteront les collections.

En 2010, la conchyliculture mondiale produit 14.2 millions de tonnes pour un chiffre d'affaire de 14,4 milliards d'US \$.

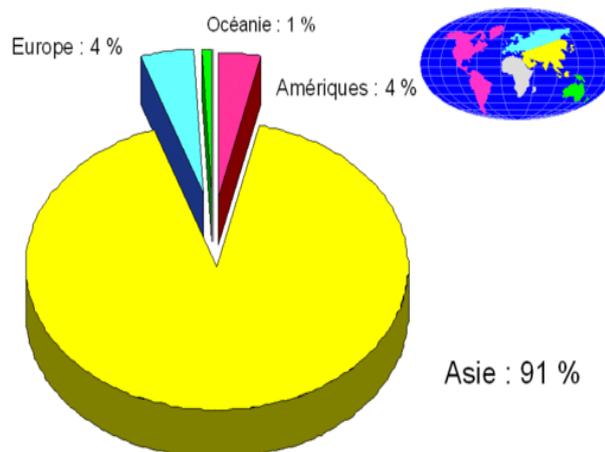
La conchyliculture est essentiellement asiatique, mais est présente sur les autres continents, à l'exception de l'Afrique (pour des productions significatives).



Cycle de vie des mollusques (FAO, 2012).



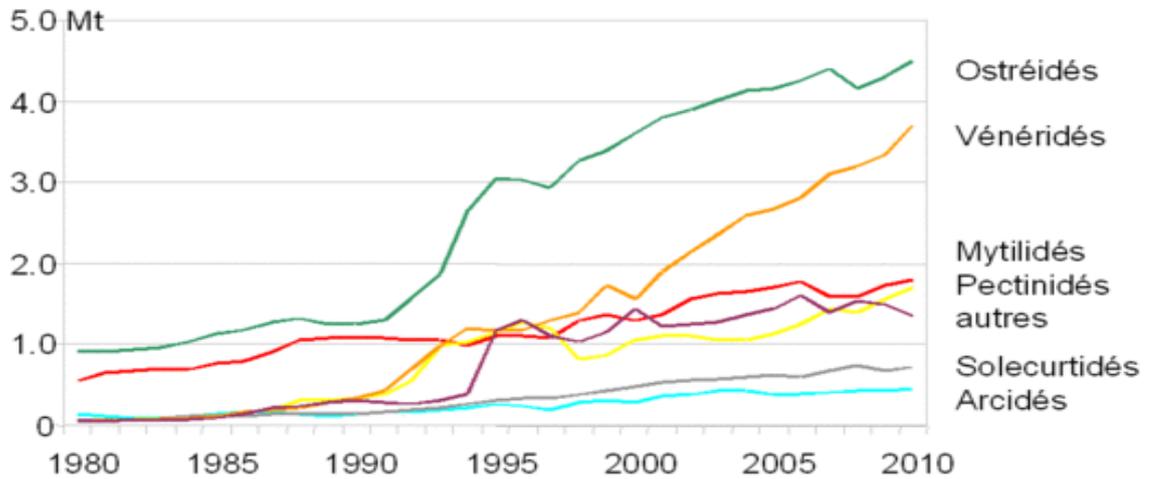
Évolution de la production mondiale de mollusques (FAO, 2012).



Évolution de la production mondiale de mollusques par continent (FAO, 2012).

1- Évolution de la production mondiale de mollusques

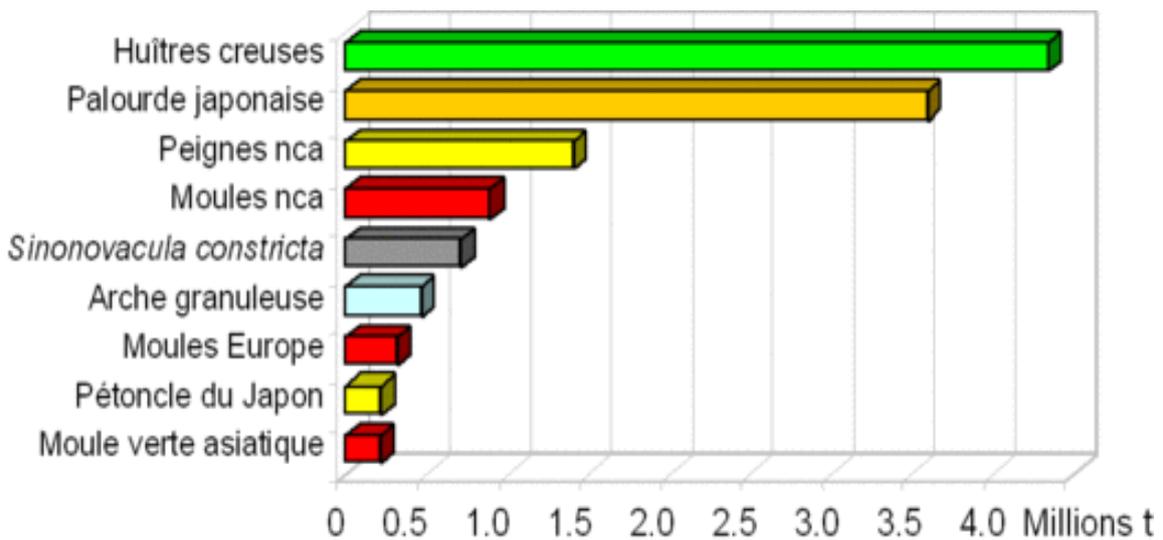
1-1- Évolution des productions par famille



Évolution des productions par famille (FAO, 2012).

La famille la plus produite est celle des ostréidés (huîtres) avec près de 4.5 millions de tonnes. Viennent ensuite les Vénéridés (3.7 millions de tonnes), les Mytilidés (moules) et les Pectinidés (Coquilles et pétoncles). La courbe des Solecurtidés correspond à la production d'une espèce exclusivement en Chine.

1-2- Principales espèces élevées

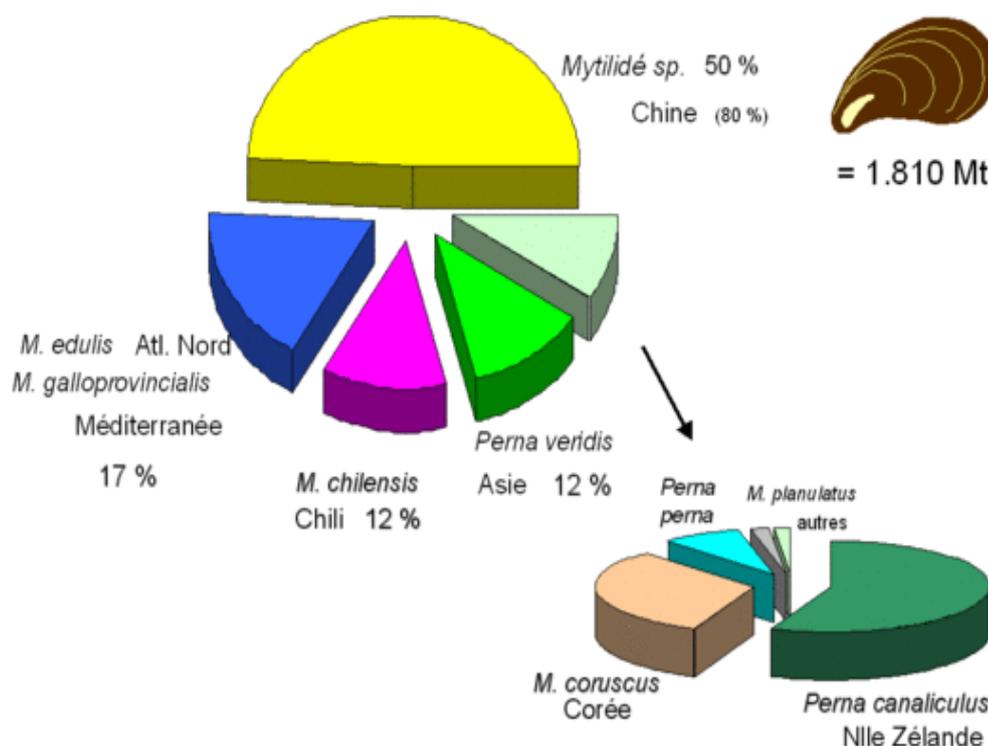


Principales espèces élevées (FAO, 2012).

Neuf espèces assurent 85 % de la production mondiale, l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, représentant un tiers de la production conchylicole. La FAO ne considère plus l'huître creuse, produite en Chine, comme étant l'huître creuse japonaise, *Crassostrea gigas*, Ceci justifie le pluriel employé dans le graphe.

Source FAO 2012 (productions 2010). Toutes les données de production sont données en poids total (chair + coquille).

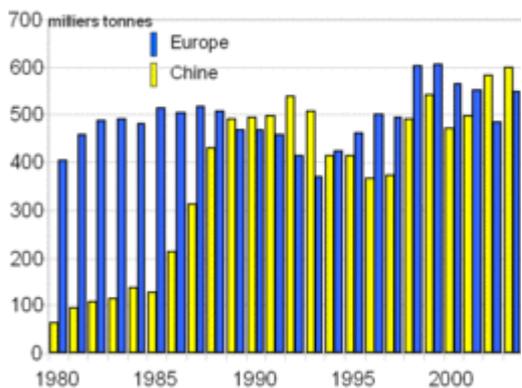
1-2-1- Production de Mytilidés.



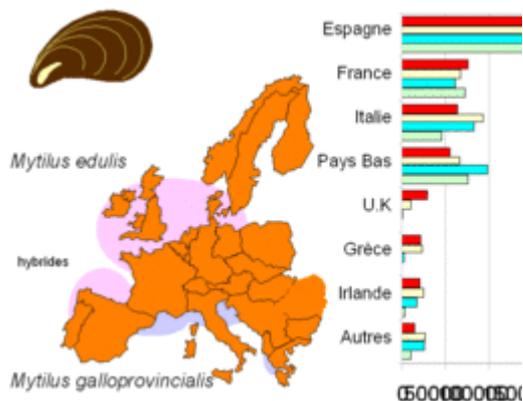
Production de Mytilidés (FAO, 2012).

La production chinoise est, une fois de plus, majoritaire avec 80 % d'une espèce de mytilidé non désignée.

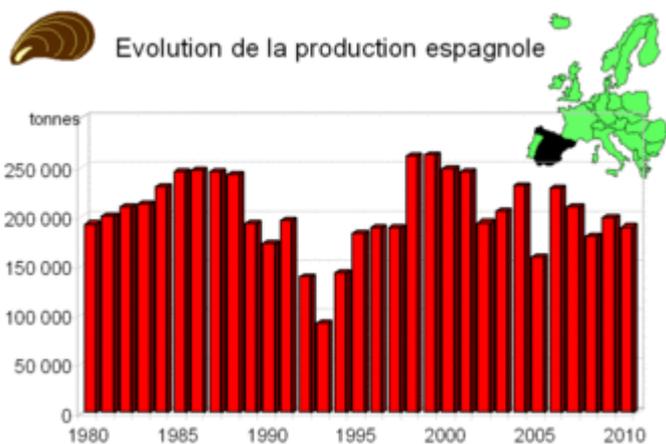
La part de la mytiliculture européenne est en diminution (43 % en 2000, 17 % en 2010), avec les deux espèces cultivées sur les côtes : *Mytilus edulis* et *Mytilus galloprovincialis*. La moule verte *Perna viridis* participe pour 12 %. D'autres espèces sont plus endémiques : *Perna canaliculus* (Nouvelle Zélande), *Mytilus chilensis* et *M. coruscus* respectivement au Chili et en Corée.



© Ifremer



© Ifremer



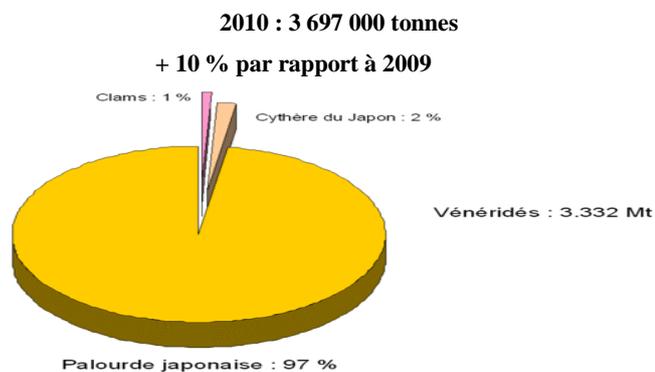
© Ifremer

Comparaison des productions chinoise et européenne (FAO, 2012).

La comparaison des productions chinoise et européenne montre une stagnation de cette dernière. L'Espagne qui en assure la moitié voit sa production baisser depuis quelques temps.

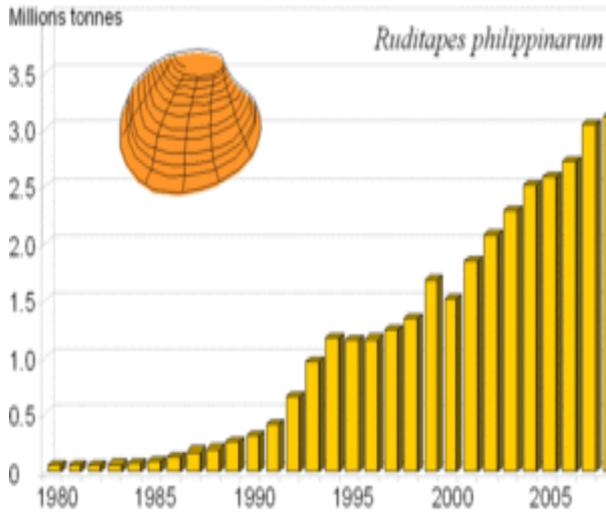
Par ailleurs, le cycle court de production des moules explique les variations très importantes d'une année sur l'autre.

1-2-2-Production de Vénéridés.



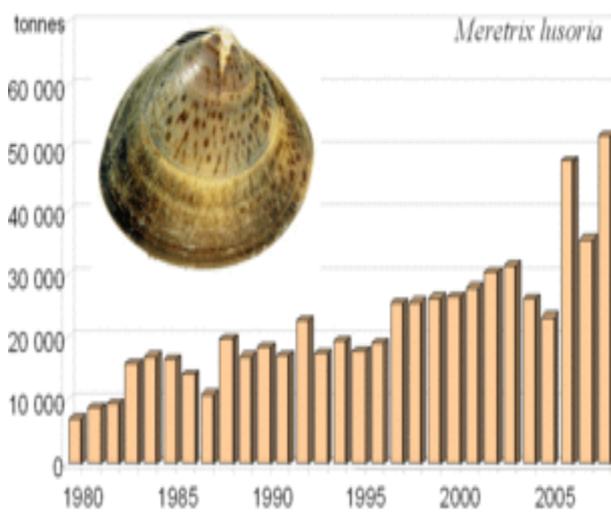
Production de Vénéridés (FAO, 2012).

Evolution de la production de Palourde



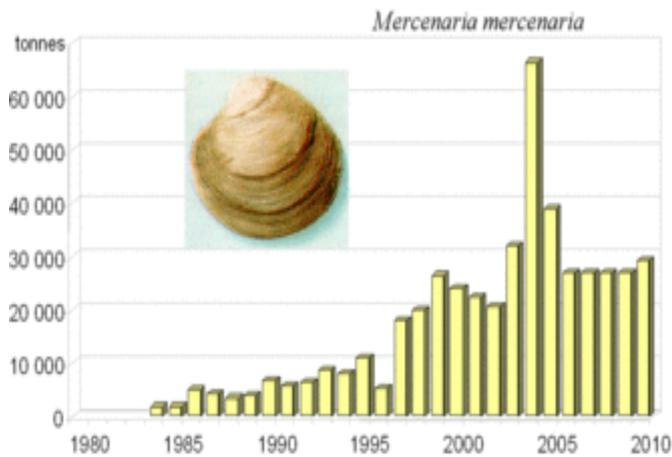
© Ifremer

Evolution de la production de Cythères



© Ifremer

Evolution de la production de Clams

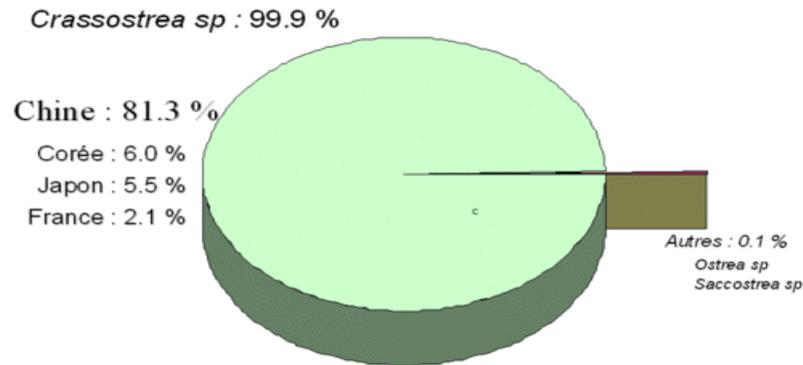


Production mondiale de vénérédés (FAO, 2012).

En 2010, on constate une augmentation de la production mondiale de vénérédés (+ 11 %). Une seule production significative est non asiatique : celle du clam dont la reproduction est contrôlée aux USA (*Mercenaria mercenaria*).

1-2-3- Production d'Ostréidés :

a) Production par espèce

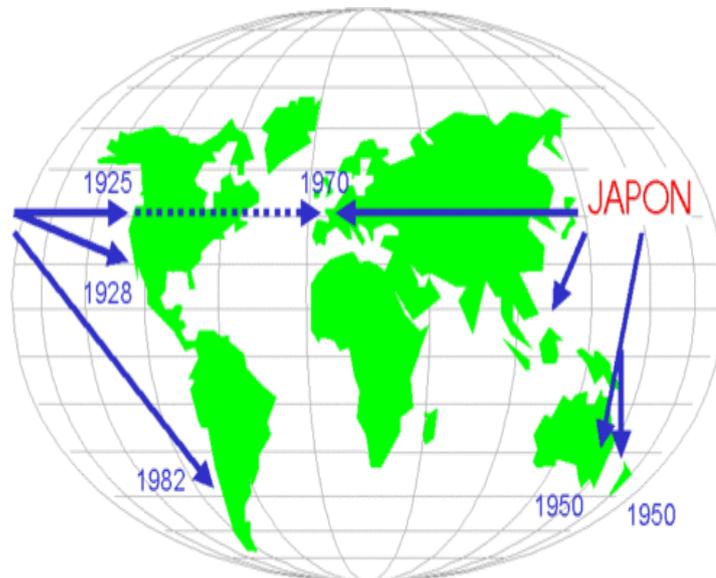


Production d'Ostréidés par pays (FAO, 2012).

La production de l'huître creuse *Crassostrea sp*, représente plus de 99.5 % des Ostréidés. La Chine est le premier producteur avec 81 %, suivie de la Corée et du Japon.

L'huître plate européenne *Ostrea edulis* se maintient aux environs de 4000 tonnes annuelles.

Introduction de *Crassostrea gigas*

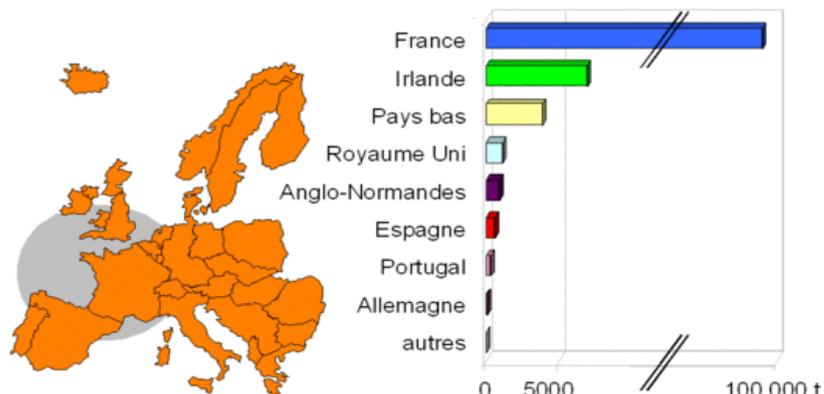


L'huître creuse japonaise (ou du Pacifique) *Crassostrea gigas* a tout d'abord été importée dans les années 20 sur les côtes ouest du Canada et des Etats Unis, puis en Océanie en Australie (Tasmanie) et en Nouvelle Zélande, dans les années 50. Au début des années 70, des importations massives de naissain ou de géniteurs du Japon et de Colombie Britannique,

ont permis de relancer l'ostréiculture française, dont l'espèce principale *Crassostrea angulata* était en voie d'extinction.

b) Production d'huître creuse en Europe

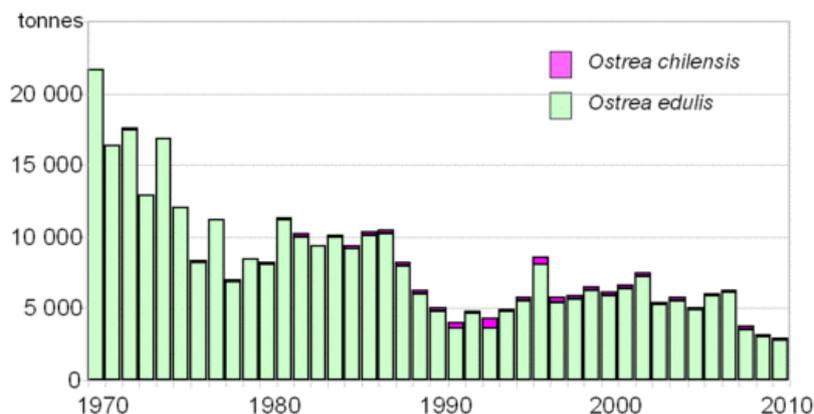
109 000 tonnes = 2.4 % de la production mondiale d'huîtres creuses en 2010



La production européenne repose sur l'ostréiculture française. Cette production s'est équilibrée (offre/demande) entre 110 et 130 000 tonnes/an. Les surmortalités observées depuis quelques années commencent à affecter cette production (95 000 tonnes en 2010).

c) Production mondiale d'huîtres plates

1986 : 11 870 tonnes, 2010 : 2 800 tonnes



L'huître plate, *Ostrea edulis*, a subi deux épizooties successives, et la production actuellement exclusivement européenne est d'environ 3 000 tonnes. Le pic de l'année 1996 correspond à une production des Etats Unis, mais qui ne s'est pas poursuivie. Une petite production sud-américaine concerne *Ostrea chilensis*. (Source FAO 2012, production 2010). Toutes les données de production sont en poids total (chair + coquille).

2- Technique d'élevage :

Les méthodes d'élevage varient selon les régions, les traditions et l'espèce élevée :

2-1- Culture sur bouchot :

Initiée par l'irlandais Patrick Walton : bout = clôture, chot = en bois.

Le principe de cette technique c'est l'implantation à proximité de la côte et en ligne des pieux en bois (le chêne) dont le nombre et les dimensions varient : largeur du bouchot : 50-100 m réparties sur 1 à 2 rangées. Le nombre des pieux, dont la largeur oscille entre 4 à 7 m, varie entre 120 à 180. Le diamètre de pieu varie : 12 à 25 cm.

La distance, la disposition et l'écartement des lignes des pieux dépendent des conditions hydrodynamiques et sédimentaires (nature de substrat, direction du courant, jeu de marée).

La mise en place des pieux s'effectuent 3 mois avant la fixation des naissains. Pour le captage des naissains, selon le plan d'eau et ses caractéristiques géomorphologiques et hydrodynamiques, on utilise des cordes disposées soit horizontalement, verticalement ou en position mixte, sur des pieux neufs ou utilisés. Les cordes présentent l'avantage d'être transportées pour alimenter d'autres régions en naissains (ex : régions dont les conditions sont défavorables pour la reproduction...).

Dans l'élevage, les jeunes bivalves sont mis dans des filets tubulaires ($\Phi = 12$ cm) qu'on enroule autour des pieux (opération de boudinage). Selon la période d'activité et métabolisme des animaux, la nature de filet diffère :

- En été, on utilise des filets en coton qui sont putrescibles (qui se dégradent rapidement) (maille = 22mm).
- En période plus froide où les bivalves poussent peu (fixation fragile) et ne tourne plus autour de pieu, le boudinage s'effectue au moyen de filets en nylon ou en plastique, plus onéreux mais imputrescibles.

L'opération de boudinage se fait selon le niveau de la mer (on garnie la partie supérieure ou inférieure du pieu). La partie basale (à 50 cm du fond) est à proscrire, elle est réservée aux dispositifs d'obstacle contre les prédateurs (ex : on utilise un plastique effrangé).



Image de bouchot et opération de boudinage (www.aquaporail.com)

2-2- Culture en suspension :

Le principe de la culture en suspension consiste à immerger constamment des cordes d'élevage après l'opération de captage du naissain. On distingue deux types de culture en suspension : les installations fixes (tables) et les installations flottantes (radeaux).

a) Table d'élevage : (installation fixe)

Très répandu dans les pays méditerranéens (France). Chaque table d'élevage (mesure généralement 50m sur 12) est composée de 3 rangées de 11 pieux (rail de chemin de fer) espacés de 4 ou 5m sur lesquels sont fixés des madriers en bois ou métalliques. Des perches (10 à 12m de longueur), portant des cordes d'élevage et distantes d'eau mois 1m, sont posées sur les madriers. Les tables sont situées dans des eaux peu profondes (3 à 10m) où l'amplitude de marée est faible. Les pieux, enfoncés sur des fonds meubles ou plus durs, doivent émergés à 1,5m environ.

En élevage : le naissain est transféré dans des filets ou pochons (22 à 25 cm) dont la maille dépend de leur taille. La préparation des cordes d'élevage se fait comme suit : le filet est fixé sur table et recouvert d'une bande de papier sur le quel on met les bivalves grappés. Le filet est ensuite fermé à l'aide d'un fil de nylon. La mise en place du papier permet dans un temps très court la fixation des animaux entre eux (grâce à leur byssus). On procède alors à la mise en place de filet de cati-nage. Les cordes, une fois prêtes, sont suspendues aux perches par des filins. Elles sont immergées à 50 cm de surface et ne doivent pas toucher le fond.

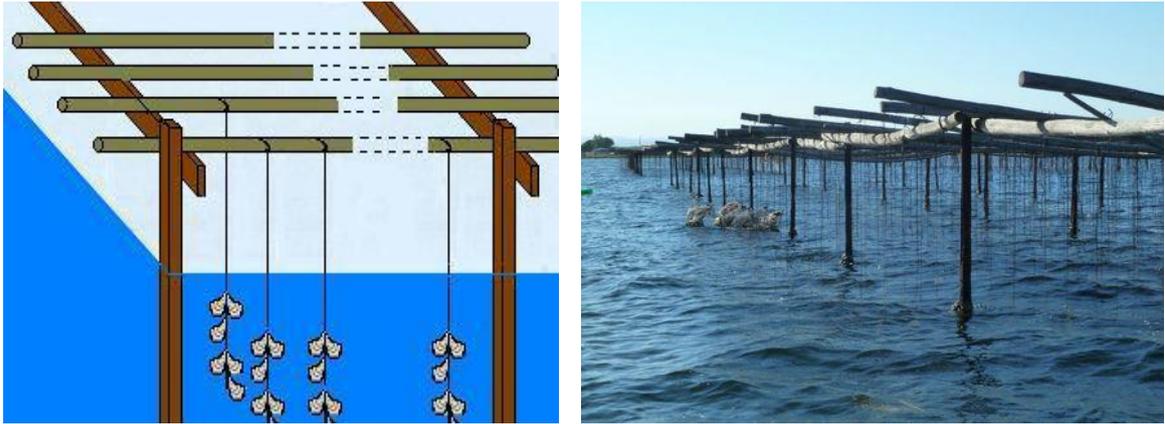


Image d'une table d'élevage (www.aquaporail.com)

b) Les radeaux : (installation flottante)

Le principe consiste à l'immersion constante des moules ou huîtres à plusieurs niveaux dans des zones abritées. Ils ont une dimension de 12m sur 6 et sont portés par 6 gros flotteurs synthétiques. Cette technique est très onéreuse malgré les avantages qu'elle présente (croissance rapide, mécanisation réduite, contacte avec les prédateurs sédentaires restreints).



Image radeau (www.aquaporail.com).

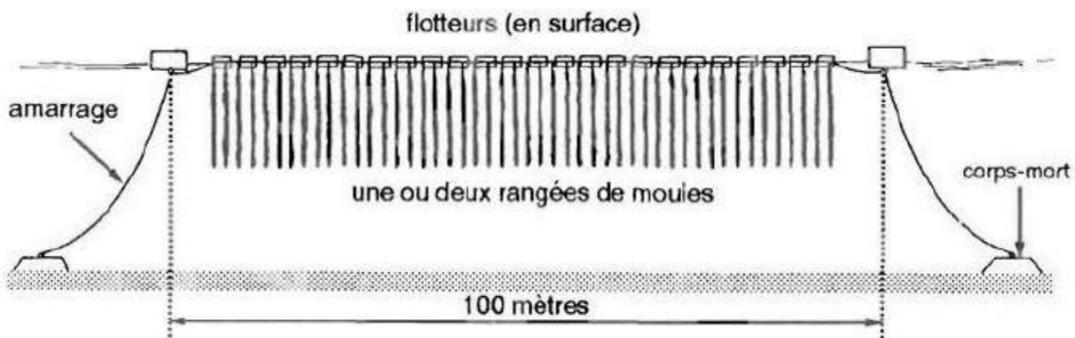
2-3- Culture à plat :

Le principe de la culture à plat consiste à recueillir des naissains des gisements naturels et de les transférer dans les zones où les conditions d'élevage sont plus favorables. Après avoir préparé le sol (aplanissement, durcissement) les jeunes bivalves sont semés à une densité de 25 à 30 tonnes/ha et durant le grossissement ils sont suivis (ex : dégager le sédiment qui vient les couvrir, lutter contre les prédateurs et les végétaux qui viennent coloniser les parcs d'élevage...) et la récolte se fait à la fourche ou plus souvent à la drague.

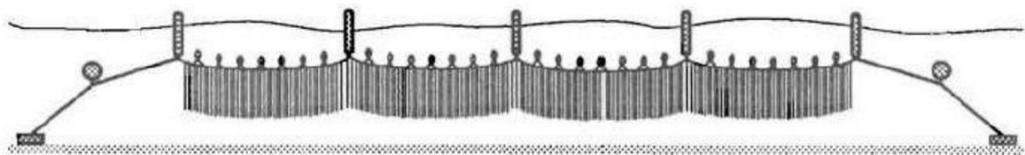
2-4- Elevage en pleine eau :

Utilisé dans la plupart des pays qui exploitent les zones côtières à l'abri des intempéries au moyen de filières. Ces dernières sont constituées d'un support linéaire longitudinal attaché sur le fond (filière de fond), en pleine eau (filière sub-surface), ou en surface (filière flottante ou de surface). Sur ce support sont attachés les éléments d'élevage (cordes, capteurs, etc...), sustentés et maintenus à l'aide de flotteurs synthétiques de volume variable.

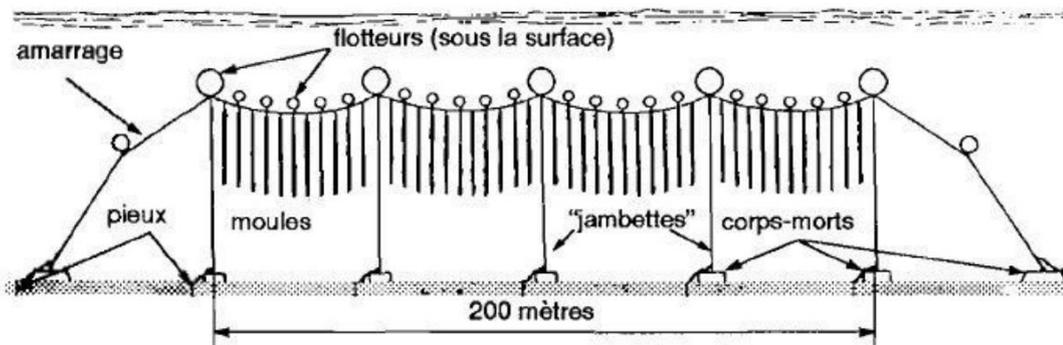
En méditerranée, la législation impose l'immersion des sujets d'élevage à une profondeur supérieure à 5m en raison des contraintes qu'ils subissent (gêne la navigation côtière, destruction des filières flottantes par les mouvements d'eau).



Exemple de filière de surface (Bompais, 1991).



Exemple de filière de sub-flottante (Bompais, 1991).



Exemple de filière de sub-flottante (Bompais, 1991).

3- Ennemie biologique :

- Crustacés marcheurs (ex : crabes ; araignée de mer) qui peuvent grimper sur les cordes et les pieux ainsi que les étoiles de mer.
- Certains oiseaux marins peuvent détruire des quantités considérables de moule ou de naissains.

→ Pour la lutte contre les crustacés, on fixe au pied du pieu une bande de plastique effrangée à sa partie inférieure.

Pour les étoiles de mer, le seul moyen de lutte efficace demeure le ramassage.

→ Pour la lutte contre les oiseaux, on recouvre la tête de pieu chargé de naissains avec des poches-filets en plastique.

- D'autres ennemies de la conchyliculture : **balane** qui se fixe sur les coquilles, **les pinnothères** qui vivent dans la moule et provoquent des lésions branchiales, **les tarets** (des mollusques) en forant des galeries dans les pieux, ils réduisent la longévité de ces derniers.

4- L'écloserie :

Dans les éclosiers, où les techniques sont développées depuis quelques années, l'objectif c'est d'assurer une reproduction contrôlée des animaux pendant la majeure partie de l'année : c'est-à-dire en dehors des périodes de reproduction naturelle, il faut donc conditionner les animaux à la ponte et celle-ci s'obtient en les maintenant à une température élevée (20°C) et les nourrissant abondamment.

- Pour déclencher la ponte, on provoque un choc thermique (passage de 20 à 28°C) ou chimique (passage de l'eau aux rayons U.V).
- Les œufs fécondés donnent des larves qui sont élevées en eau de mer filtrée et réchauffée (20 à 25°C) et qui se nourrissent à partir de micro-algues spécifiques.
- Après 10 à 20 jours d'élevage larvaire, intervient la métamorphose : les larves cessent de nager et cherchent un support pour s'y fixer définitivement (huître) ou temporairement (palourde). Certaines éclosiers décollent les larves dès leur fixation, d'autres les laissent grandir un certain temps (sur des feuilles de matière plastique). Certaines vendent seulement les larves prêtes à se fixer : le client se charge de la fixation chez lui.
- Jusqu'à qu'il atteigne une taille de quelques mm, le naissain doit être maintenu dans un environnement contrôlé (milieu chauffé et enrichi de nourriture).

- A la taille de 2mm, le naissain peut quitter l'écloserie, mais il est encore d'une taille trop petite pour pouvoir être utilisé par la majorité des professionnels. Il séjourne encore quelques mois dans une installation transitoire, nurserie, dans laquelle la nourriture est celle que se trouve naturellement dans l'eau de mer et la protection contre les prédateurs est plus facile.

4-1- Aspect technologique :

L'écloserie conchylicole doit être située loin des activités anthropiques à proximité d'un lac ou de la mer de telle manière à minimiser la distance de pompage et diminuer l'entretien de grandes longueurs de canalisations, le point de pompage devra être positionné en profondeur (-20 m) afin de stabiliser les valeurs de température et de salinité et permet d'éviter les principales floraisons phytoplanctoniques dont certains peuvent être néfastes pour les larves de bivalves. L'eau peut nécessiter aussi une oxygénation préalable avant son utilisation.

L'eau pompée directement de la mer doit passer à travers des filtres à sable, qui suppriment la majorité de la MES. La désinfection de l'eau de mer peut s'effectuer soit en utilisant les rayons UV soit les produits oxydants (ozone : O₃).

D'une manière générale, une écloserie dispose de plusieurs salles toutes indépendantes. On y trouve :

- Une salle de culture de micro-algues.
- Une salle de conditionnement et de reproduction des géniteurs.
- Une salle d'élevage larvaire.
- Une salle pour culture des juvéniles ou naissains.

4-2- Sélection de site :

Sélectionner un site adéquat pour une écloserie de bivalves est la mesure la plus importante à considérer au moment de sa conception. Le site doit présenter certains abouts :

- La proximité de site à la mer.
- La nature géologique de site.
- L'éloignement des activités anthropiques (source de pollution).
- Vérification de la qualité d'eau.
- Accessibilité à l'électricité, à terre ferme.
- Facilité de transport par différents voies (terrestre en particulier).

4-3- Les principaux problèmes des écloseries :

- Les sites disponibles sur le littoral pour l'installation d'une éventuelle écloserie sont peu nombreux. Certains sont bien protégés mais la qualité d'eau est exposée à des variations importantes. D'autres ont une eau de qualité régulière mais connaissent de grosses difficultés de pompage et de filtration lors du mauvais-temps.
- Nécessite d'associer des compétences très diverses ex : électricité, mécanique, biologie, plomberie...etc, pour concevoir et entretenir des installations spécifiques qui n'existent pas " préfabriquées " sur le marché.
- Méconnaissance générale des phénomènes biologiques de certaines espèces.

IX- Fécondité des poissons.

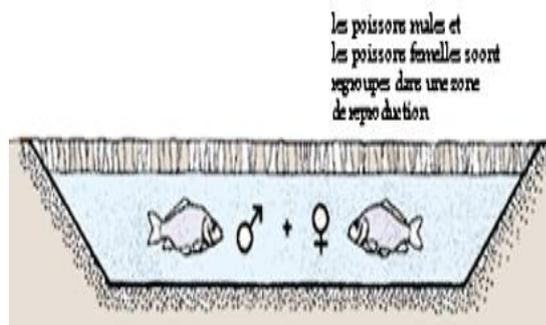
1- Fécondité des poissons.

La fécondité peut être définie sommairement, selon les termes de Roule (1940), comme étant la "capacité féconde" ou la "puissance prolifique" qui permet aux poissons de "pulluler". Il est apparu rapidement que la manière la plus commode d'apprécier ce pouvoir reproducteur des poissons est d'évaluer l'importance quantitative des ovocytes, c'est à dire le "nombre d'ovocytes destinés à la ponte". Selon Bagenal (1966), la fécondité absolue est "le nombre d'œuf murissant chez une femelle juste avant la ponte". Aboussouan et Lahaye (1979) la définissent comme étant "le nombre d'ovocytes destinés à la ponte".

1-2- Induction de la ponte.

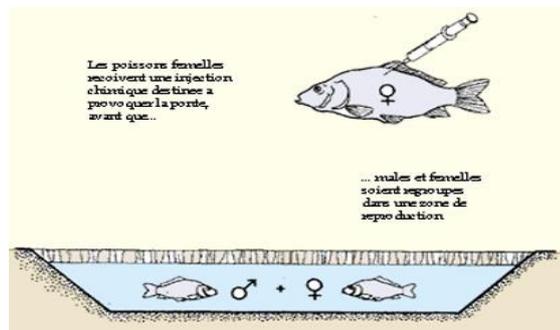
Il existe plusieurs méthodes de reproduction des poissons d'élevage. Leur choix est en fonction de la biologie de la reproduction des espèces considérées, des conditions ambiantes locales et des installations disponibles. Ces méthodes peuvent être classées en trois catégories: reproduction **naturelle**; reproduction **semi-naturelle**; reproduction **artificielle**.

Dans le cas de la reproduction naturelle, les poissons mâles et les poissons femelles sont placés ensemble dans une zone de ponte, par exemple un petit étang ou un enclos où ils pondent naturellement. Cette méthode est utilisée d'ordinaire pour assurer par exemple une production à bon marché de tilapias.

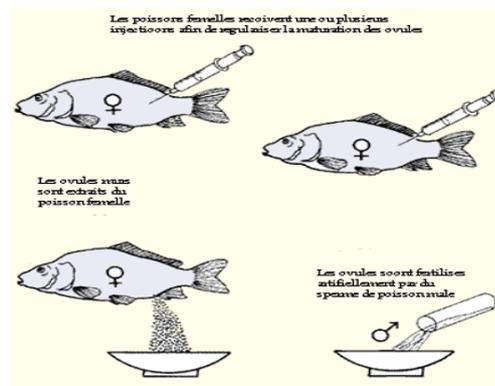


En ce qui concerne la reproduction semi-naturelle, les poissons (en général seulement les femelles) reçoivent initialement une injection de produits chimiques, par exemple d'extrait de glande pituitaire, qui déclenche le processus de reproduction. Mâles et femelles sont ensuite rassemblés dans une zone de ponte spécialement préparée, par exemple un petit étang

herbeux ou un enclos où la ponte a lieu. Les œufs fertilisés sont généralement recueillis puis élevés dans des conditions privilégiées, naturelles ou artificielles.



Dans le cas de la reproduction artificielle, les femelles reçoivent une ou plusieurs injections de substances chimiques, destinées à contrôler la maturation finale des œufs au repos dans les ovaires. Dès que ces œufs sont parvenus à maturité, ils sont extraits du corps des femelles. Les mâles reçoivent aussi habituellement une injection. Les œufs sont fertilisés artificiellement avec le sperme des mâles et élevés dans des conditions contrôlées.



2- Préparation des géniteurs en vue de la ponte :

2-1- Obtention de géniteurs

Le succès de la propagation de vos poissons exige pour les deux sexes des individus sains et parvenus à maturité sexuelle → il s'agit de votre stock géniteurs.

Il existe deux méthodes pour obtenir de tels géniteurs :

- Capture de poisson en milieu naturel → transport des poissons vivants jusqu'à la ferme piscicole (les stockés dans des étangs de géniteurs jusqu'à ce qu'ils

aient atteint maturité sexuelle ou dans des étangs de stabulation s'ils ont été capturés pendant la saison de ponte et s'ils sont déjà parvenus à maturité).

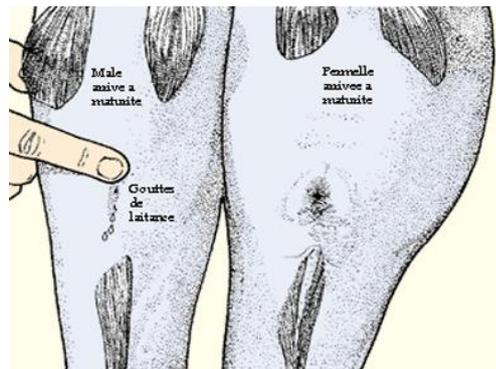
- Elevage à la ferme proprement dite de géniteurs ce qui facilite l'amélioration progressive du stock grâce à une gestion soigneuse.

2-2- Choix de géniteurs appropriés

Lorsque la saison de reproduction arrive, les géniteurs doivent être soigneusement choisis. Seuls les poissons prêts à la ponte doivent être utilisés. Il convient de choisir les poissons présentant les caractéristiques ci-après.

a) L'abdomen des mâles doit libérer quelques gouttes de laitance lorsqu'il est légèrement comprimé.

b) L'orifice génital des femelles doit être gonflé et protubérant, de couleur rose/rougeâtre; leur abdomen doit être arrondi et mou, dénotant ainsi la présence de gonades arrivées au stade dormant.



3- Hormones utilisées pour induire la ponte chez les poissons:

3-1- Utilisation d'extraits de glande hypophyse (Avant 1970)

Si vous utiliser des méthodes de reproduction semi-artificielles ou artificielles, vous devez vous procurer des substances chimiques (ou hormones) qui jouent un rôle décisif dans l'ovulation, c'est-à-dire la maturité finale des œufs dormants, Ces substances chimiques, les gonadotropines, sont produites, accumulées et emmagasinées dans la glande pituitaire du poisson, appelée hypophyse, pendant leur passage au stade de la maturité sexuelle

- Il est particulièrement important de recueillir les glandes pituitaires sur des poissons convenablement choisis, pour être sur que ces glandes contiennent suffisamment de

gonadotropines pour être efficaces. Il y a lieu de choisir les poissons présentant les caractéristiques suivantes:

- *maturité sexuelle;*
- *poisson de préférence vivant ou tué récemment;*
- *taille appropriée.*

Note: La plupart des glandes pituitaires récoltées commercialement ont été prélevées sur des poissons de taille importante, par exemple des *carpes communes* et des *saumons*. Elles peuvent aussi servir à la propagation d'autres espèces.

3-2- Utilisation de l'H.C.G (1970-1985) :

Utilisation de l'H.C.G (hormone chorionique gonadotrope) qui se trouve dans les urines de la femme enceinte, la dose est de 800 à 1000µm / kg ♀.

3-3- Utilisation de L.H.R.H:

Luteinizing Hormone Releasing Hormone, synthétique, formé industriellement.

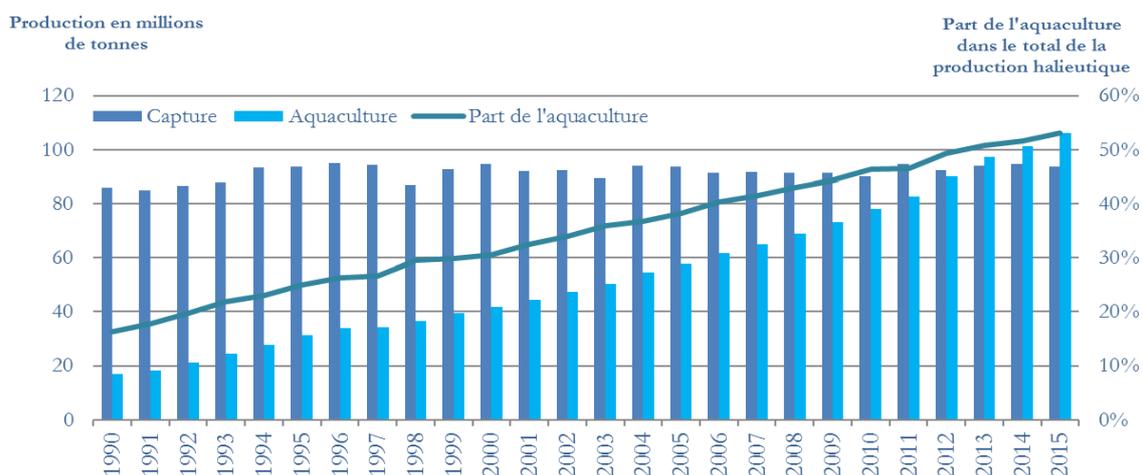
*Chapitre III : L'Aquaculture dans
le monde*

À l'échelle internationale, l'aquaculture est perçue comme un secteur d'avenir et constitue un des secteurs alimentaires à forte croissance. D'après la FAO, plus de la moitié des poissons commercialisés dans le monde proviennent de l'aquaculture et cette part devrait atteindre 75% à l'horizon 2030. Étant donné la stagnation des pêches, l'essor de l'activité aquacole a constitué pour plusieurs pays un moteur principal de création d'emplois, une alternative incontournable pour assurer la sécurité alimentaire et une solution fiable pour la dynamisation des échanges internationaux et le développement économique et social.

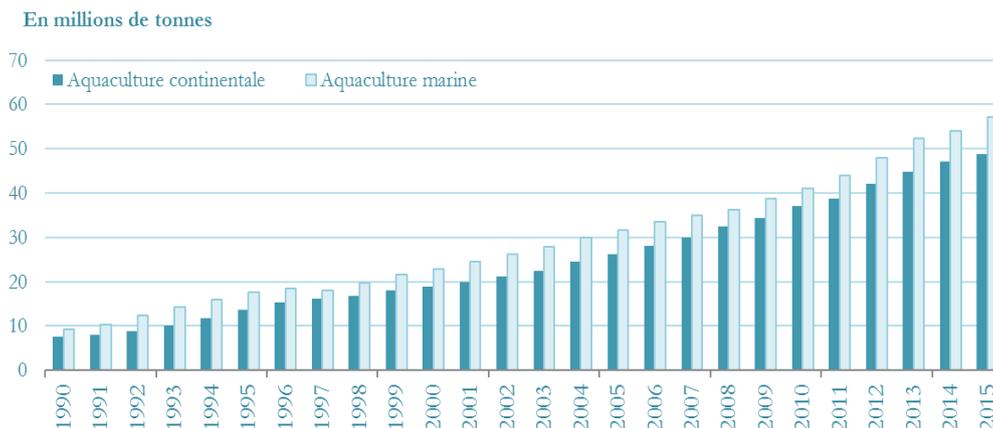
1- Aperçu sur l'aquaculture au niveau mondial

La production aquacole se développe de plus en plus à travers le monde et se positionne depuis plusieurs années comme une alternative viable à l'épuisement des ressources de la pêche de capture. Elle a ainsi enregistré une croissance soutenue au cours des dernières années, passant d'une production de moins de 20 millions de tonnes au début des années 90 à près de 40 millions de tonnes en 2000, pour ensuite atteindre un niveau de 106 millions de tonnes en 2016 .

Cette production, composée de poissons d'élevage et de plantes aquatiques cultivées, a dépassé celle des pêches de capture et sa contribution au total de la production halieutique mondiale est passée de seulement 18% en 1990 à 30% en 2000 puis à 49% en 2012 avant d'atteindre le pic de 54% en 2015.



Evolution de la production mondiale de la pêche et de l'aquaculture (FAO, 2016)



Evolution de la production aquacole mondiale par milieu de culture (FAO, 2016)

En outre, plus de la moitié (53%) de la production globale d’aquaculture dans le monde vient des eaux marines. Cette structure de la production aquacole se maintient depuis les années 1990 jusqu’à aujourd’hui.

Concernant les principaux producteurs, la Chine s’accapare, à elle seule, plus de la moitié de la production aquacole mondiale aussi bien au niveau des eaux douce (63%) que des eaux marines (54%), suivie d’autres pays d’Asie comme les Philippines, l’Indonésie, le Vietnam et l’Inde.

Tableau 1 : Principaux producteurs aquacoles dans le monde par milieu de culture (année 2015)

Pays	Production en milliers de tonnes
Aquaculture continentale (48 851)	
Chine	30.703
Inde	4.631
Indonésie	2.961
Vietnam	2.431
Bangladesh	1.879
Egypte	1.174
Myanmar	944
Aquaculture marine (57 153)	
Chine	30.833
Indonésie	12.688
Philippines	2.044
Corée	1.380
Japon	1.066
Norvège	1.057
Chili	1.019

2- Production et croissance.

En 2016, la production aquacole mondiale (y compris la culture de plantes aquatiques) s'élevait à 110,2 millions de tonnes, pour une valeur à la première vente estimée à 243,5 milliards d'USD. La valeur à la première vente, réévaluée à l'aune des nouvelles informations disponibles pour certains des principaux pays producteurs, est largement supérieure aux estimations antérieures.

La production totale se décomposait comme suit: 80,0 millions de tonnes de poisson de consommation (231,6 milliards d'USD), 30,1 millions de tonnes de plantes aquatiques (11,7 milliards d'USD) (figure 5) et 37 900 tonnes de produits non alimentaires (214,6 millions d'USD). La production de poisson d'élevage destiné à la consommation englobait le poisson proprement dit (54,1 millions de tonnes, 138,5 milliards d'USD) mais aussi les mollusques (17,1 millions de tonnes, 29,2 milliards d'USD), les crustacés (7,9 millions de tonnes, 57,1 milliards d'USD) et d'autres animaux aquatiques, tels que les tortues, les oursins, les grenouilles et les méduses comestibles (938 500 tonnes, 6,8 milliards d'USD). La culture de plantes aquatiques concernait principalement les algues et, dans une proportion beaucoup plus modeste, les micro-algues. Les produits non alimentaires se limitaient aux coquillages d'ornement et aux perles.

3- Répartition de la production aquacole et principaux producteurs

L'Asie a contribué à hauteur de 89 % environ à la production aquacole mondiale au cours des 20 dernières années. Sur la même période, l'Afrique et les Amériques ont vu leurs parts respectives de la production mondiale augmenter, tandis que celles de l'Europe et de l'Océanie ont légèrement diminué. Parmi les principaux pays producteurs, l'Égypte, le Nigéria, le Chili, l'Inde, l'Indonésie, le Viet Nam, le Bangladesh et la Norvège ont accru leur part de la production régionale ou mondiale, dans différentes mesures, au cours des 20 dernières années. En revanche, la part de la Chine dans la production mondiale a baissé progressivement, passant de 65 % en 1995 à moins de 62 % en 2016.

4- Développement de l'aquaculture dans certains pays

4-1- L'aquaculture en Asie

La production aquacole a augmenté très rapidement en Asie, surtout dans les 15 dernières années. La production totale (plantes aquatiques comprises) est passée de moins de deux millions en 1990 à plus de sept millions de tonnes en 2005. Depuis, le rythme

d'expansion de la région s'est encore accéléré. De 2000 à 2006, les taux moyens de croissance annuelle de la production ont été plus du double de ceux de 1990 à 2000.

Pourquoi s'est-elle tant développée en Asie en comparaison du reste du monde ? L'Asie dispose de beaucoup d'eau, tout spécialement en Asie tropicale mais aussi en Asie tempérée. C'est une des raisons. Une autre tient aux espèces présentes. L'Asie dispose d'une immense biodiversité de carpes, qui se nourrissent de végétaux et de plancton. Dans les océans et les zones côtières, il y a aussi le milkfish qui est également herbivore et les alevins et les jeunes adultes de ces espèces étaient facilement disponibles, car capturés dans les grands fleuves chinois ou dans les eaux côtières des Philippines ou de l'Indonésie. Des surfaces immenses de mangrove ont ainsi été converties en étangs de pisciculture, alors que dans les plaines inondables des régions continentales, c'est dans les rizières que le poisson était élevé, voire directement en étangs. Ce sont les principales raisons pour lesquelles l'Asie a une telle avance sur le reste du monde.

Par le passé, avant les avancées scientifiques en nutrition et production d'aliments granulés, les fermiers utilisaient les matériaux disponibles localement pour nourrir les poissons. Il s'agissait par exemple des déjections animales, des sous-produits agricoles ou même de l'herbe pour nourrir les carpes herbivores. C'est ça l'aquaculture traditionnelle. Mais au cours des 30 dernières années, des aliments formulés modernes ont été développés par la recherche scientifique et l'agro-industrie, et ils ont eu un impact majeur sur la pisciculture. Ça n'est pas de l'aquaculture traditionnelle contrairement à une opinion répandue, même si en Chine aujourd'hui, la majeure partie du poisson est élevé l'est en ayant recours à des aliments formulés. Ils ne sont plus produits en utilisant la fertilisation, que ce soit avec des déjections humaines, pratique qui a d'ailleurs quasiment disparu, ou avec des déjections animales, porcs, poulets, comme cela existe encore dans une certaine mesure, mais avec une importance qui est aujourd'hui sans commune mesure avec l'utilisation d'aliments granulés. C'est un point très important, qui est mal compris par les gens qui vivent dans les pays développés. Donc l'aquaculture traditionnelle décline à cause du développement des aliments granulés, et le principal facteur de changement est la rentabilité de la pisciculture.

4-2- L'aquaculture en Europe

- Espagne :

Riche de plus de 2500 km de côtes atlantiques et de 2450 km de côtes méditerranéennes, ainsi que de 250.000 ha de surfaces et eau douce alimentées par un réseau hydrologique très ramifié, l'Espagne dispose d'un cadre naturel favorable à l'aquaculture. Les

~~~~~

nombreuses plaines basses (92 % des côtes sont d'accumulation), les profondes rias, et des ressources halieutiques considérables donnent des atouts supplémentaires à ce secteur. L'espagnol est un gros consommateur traditionnel de produits de la mer: 43 kg/hab./an ce qui le situe au second rang mondial et au premier rang européen. Production Elle est caractérisée par deux productions principales : la moule et la truite. La moule place l'Espagne au second rang mondial après la Chine mais les productions ont beaucoup baissé depuis les valeurs record de 85 à 87 (245.000 T.). Cette chute récente semble s'être stabilisée autour de 100.000 T. la raison est l'apparition d'eaux rouges dans les eaux côtières de la 6 Galice, principale région productrice qui ont entraîné l'interdiction de la commercialisation d'une grande partie de la production. Les causes de ce phénomène sont complexes et aucune parade n'a pu encore être mise au point. L'espèce *Mytilus galloprovincialis* est élevée principalement sur des cordes suspendues sous les radeaux flottants. La plupart des 2000 entreprises sont de taille artisanale et produisent d'abord pour le marché en frais (55 %). La truite est élevée en Espagne depuis les années 60 dans la partie Nord du pays. Les méthodes ont évolué vers une intensification croissante et l'élevage en raceway est maintenant généralisé (taille commerciale de 200 - 250 g en 10 - 15 mois). La production a progressé régulièrement de 14.000 T. en 1986 à 19.700 T en 1993. Traditionnellement pêchée dans les estuaires, la daurade royale fait depuis quelques années l'objet d'un élevage dans le Sud du pays (Cadix) et aux Canaries. La maîtrise de l'élevage larvaire de masse et la valorisation de sites très favorables (nappes saumâtres stables en qualité) a permis le développement rapide de cette espèce: 150 T. en 1987, 2.200 T. en 1994. Le turbot connaît également une réussite similaire : lancé en Galice il ya 10 ans, l'élevage de ce poisson plat qui représentait 50 T. en 1987 atteint 2.000 T. en 1993 et compte 6 écloséries et 22 entreprises en 1993 (Mazurié, 1993). De nombreuses autres espèces sont élevées soit de manière traditionnelle comme l'huître (2.700 T. en 1993) ou la palourde (3.600 T. en 1993) soit de manière plus moderne comme le loup (850 T. en 1994), le saumon (560 T. en 1993) ou l'écrevisse de Louisiane *Procambarus clarkii* (2.200 T. en 1993). De nombreuses espèces sont élevées à un stade encore semiexpérimental : crevette, pectinidés, thon, sériole, sole, mullet, etc ...

- **France :**

Dotée de plusieurs façades littorales aux caractéristiques variées, la France dispose de 1700 km de linéaire côtier en Méditerranée. Trois massifs montagneux et un climat tempéré assurent une bonne ressource en eaux douces dans tout le pays. La consommation de produits de la mer atteint 19 kg/hab.lan et croît régulièrement en raison de la diversification de l'offre et du caractère naturel et diététique attaché aux produits de la mer. Production La production

est dominée par trois espèces principales : l'huître, la moule et la truite. L'huître représente entre 135.000 et 145.000 T. par an (principalement *Crassostrea gigas*) ce qui place la France en 3<sup>ème</sup> position mondiale. Premier producteur européen et premier pays 7 consommateur, la France compte environ 4.000 entreprises généralement de taille artisanale dispersées sur de nombreux sites et utilisant une grande variété des techniques. La production d'huître plate ne représente plus que 5 % de la production totale après les deux épizooties qui ont décimé cette espèce. La moule totalise environ 65.000 T. dont les 4/5 sont constitués de l'espèce *Mytilus edulis*. Cinquième producteur européen, la France a connu récemment une forte augmentation de la production des gisements naturels. Les entreprises sont en majorité artisanales et familiales mais la mise en œuvre des techniques de mer ouverte entraîne l'apparition de structures industrielles. La truite a été longtemps une activité traditionnelle menée à échelle semi-artisanales. L'intensification des méthodes d'élevage, les progrès de la zootechnie (génétique), la diversification des produits proposés liée à la généralisation de la vente dans la grande distribution ont conduit cet élevage à une évolution rapide et à une forte concentration de la profession. La production a atteint 45.000 T. en 1994. La production de loup et de daurade est passée de 400 T. en 1990 à 3.200 T. en 1994 grâce à une bonne maîtrise de l'élevage larvaire et un marché encore porteur. Les 32 fermes de grossissement représentent un secteur très hétérogène avec 4 entreprises industrielles assurant les 3/4 de la production, le reste étant constitué de petites structures artisanales situées pour la plupart sur la côte méditerranéenne . L'élevage des salmonidés marin (truite arc-en-ciel et saumon atlantique) a été limité par le problème de la mortalité estivale et la forte concurrence des pays du Nord de l'Europe. Il est à la recherche d'un second souffle avec l'introduction de l'espèce Fario. De nombreuses autres espèces font l'objet d'un élevage soit de type traditionnel comme la carpe (5.000 T. environ) soit de type intensif avec une forte composante de recherche comme le turbot (600 T. en 1994). Après un démarrage prometteur, l'élevage de la palourde a dû faire face d'abord à une violente épizootie puis au développement de stocks naturels notamment en Italie. Il est resté une activité secondaire de l'ostréiculture (500 T. en 1994).

- **Grèce**

Avec 110.000 km<sup>2</sup>, la Grèce dispose de 240.000 km<sup>2</sup> d'espace marin et surtout de 15.000 km de côtes soit le tiers de tout le linéaire côtier de la Méditerranée. Le climat doux et tempéré offre des températures favorables à de nombreuses espèces (16-20°C). Le littoral présente une abondance de petites baies bien abritées mais assez profondes pour éviter le confinement. La demande en produits de la mer est élevée et en croissance (20 kg/hab./an en 1992) sans compter le tourisme : 8 millions de visiteurs par an.

L'élevage du loup et de la daurade en Grèce est une incontestable réussite comme on peut en juger par ces quelques chiffres : - 1986 : 12 fermes - 100 tonnes - 1994 : 177 fermes - 13.000 tonnes - part de marché 1994 : 40 % de la production aquacole de loup et daurade en Méditerranée - chiffre d'affaire à l'exportation: 73 millions de dollars (94) La conjonction d'un climat et d'un littoral favorables, d'un marché international très demandeur jusqu'en 1992 (surtout l'Italie), de la mobilisation de compétences internationales, de l'arrivée de capitaux étrangers (scandinaves principalement), de la disponibilité d'une technologie offshore déjà bien maîtrisée (salmoniculture) et l'opportunité d'aides importantes à l'investissement (40 % de la CEE et 15 % de la Grèce) expliquent ce développement exceptionnel. La quasi totalité de la production de loup et 30 % de celle de la daurade sont exportées. Les principales régions productrices sont concentrées autour de l'île d'Eubée (35 fermes), du littoral Nord-est du Péloponnèse (40 % de la production) et de deux régions insulaires: l'île de Cephalonia à l'Ouest et les îles de la mer Egée à proximité de la côte turque. Le secteur traditionnel recouvre essentiellement l'eau douce dont les élevages totalisent 2.650 T. en 1994. Carpiculture et truiticulture affichent des rendements très moyens (3,4 T./Homme/an et 11 T./H/an, respectivement) dans des exploitations familiales et dispersées. Le secteur de la conchyliculture se développe grâce à la mise en œuvre de filières en mer ouverte et une meilleure maîtrise de l'approvisionnement en naissain: 1.100 T. de moules en 1988; 12.000 T. en 1994.

- **Italie**

Pont naturel entre les deux Méditerranées, riche de 8.000 km de côtes, d'une longue tradition de consommation de produits de la mer, et d'un marché exigeant et connaisseur (record européen des prix), l'Italie dispose de nombreux atouts pour le développement de l'aquaculture. Celle-ci est une activité ancienne, en particulier la valliculture dans les lagunes de la plaine du PÔ. Dès le début des années 80, l'Italie s'est engagée principalement dans la modernisation de la truiticulture et l'élevage du loup et de la daurade.

La moule est la première espèce élevée pour un total qui varie de 85.000 T. à 90.000 T. L'élevage est pratiqué principalement sur cordes fixées à des tables, des radeaux ou de filières (mer ouverte). Les principales régions productrices sont le golfe de Venise (50 %) et les baies de Naples, la Spezia et Manfredonia. La truiticulture a progressé de 25.000 T. à 40.000 T. entre 1986 et 1993 grâce à un effort d'intensification. La palourde n'est élevée que depuis 1986 et totalise déjà 26.000 T. grâce notamment au développement rapide de stocks naturels en parallèle de l'élevage classique. Si les élevages traditionnels en eau douce (carpe,

silure, anguille) stagner, ceux du loup et de la daurade se développent régulièrement: 1.000 T. en 1986, 3.000 T. en 1994.

### **4-3- L'aquaculture en Afrique : Egypte**

L'Egypte est une sorte de "petite Chine" sur la plan aquacole, si l'on se restreint à la zone du delta: abondance de terrains fertiles et plats, réseau hydrographique riche et dense, population nombreuse, dominance du secteur agricole, expérience multiséculaire de la gestion de l'eau, de l'irrigation, de la polyculture intégrée. Cette expérience rend les égyptiens particulièrement réceptifs aux possibilités de l'aquaculture sous toutes ses formes. D'une façon globale, l'Egypte représente le pays aux plus fortes potentialités aquacoles de toute l'Afrique du Nord. Compte tenu de la surface disponible à des fins d'aquaculture, 300.000 ha à 800.000 ha, selon les auteurs, elle est capable de produire des quantités de poissons de haut de gamme (loup, daurade) et de crevettes susceptibles d'approvisionner le marché européen à des coûts inférieurs ou comparables à ceux observés ailleurs autour de la Méditerranée. La croissance rapide de la population (1 million d'habitants en plus tous les 9 mois), la forte demande sur toutes les espèces de poissons, la stagnation des capacités de capture de la pêche tant en mer ouverte que dans les eaux intérieures ont conduit les autorités égyptiennes à soutenir le développement de ce secteur depuis 1980. Ce développement est une priorité pour 5 plusieurs raisons: il s'oppose à l'exode rural et valorise les surface en eau par une exploitation plus intégrée, il permet de diversifier les sources de protéines à coût faible et offre une bonne rentabilité. Enfin, il apporte des possibilités de production sans augmenter la pression foncière, par la conquête de l'espace marin (en mer rouge).

Les chiffres sont à utiliser avec précaution car le caractère extensif et familial de la plupart des productions ne permet pas un recensement précis de la production. Celle-ci a progressé rapidement de 1982 (23.000 T.) à 1987 (59.000 T.) en raison notamment des succès de la rizipisculture développée par le secteur privé (carpes, tilapias). Cette progression semble s'être arrêtée depuis 1986. La raison invoquée est la pression administrative pour la récupération de terres agricoles au détriment des surfaces en eau des quatre lacs inférieurs. Les cages à tilapia dans le Nil ont connu un développement rapide depuis 1989 notamment en amont de Damiette. Mais la pollution croissante des fleuves en limite d'expansion. Cependant, s'il reste d'importantes marges de progression dans toutes les formes d'élevage aquacole, l'accentuation de la pression des activités humaines (urbanisation, poldérisation, pollutions agricoles et industrielles, etc.) nécessite une réorganisation du développement de ce secteur afin d'éviter le gaspillage des ressources et les risques d'effondrement des productions par suite de la

pollution et de l'eutrophisation des milieux aquatiques. Il est intéressant de noter que dans deux cas, le développement de l'aquaculture en Egypte a été entraîné par des augmentations nettes du prix de vente local : la construction du barrage d'Assouan dans les années 60 a entraîné une chute de la production sardinière (30.000 T. à 8.000 T. par an) ce qui a fait monter les prix du tilapia et des mugilidés. Ce renchérissement a permis le décollage de la production aquacole de ces espèces : 5.000 T. de production en 1974; 35.000 T. en 1986. Le deuxième exemple concerne la lagune de Bardawill, où les Israéliens avaient développé dès 1978 un circuit d'exportation de loup et de daurade. Le chiffre d'affaire pour ces deux espèces a été multiplié par 10 en 10 ans (Pisanty, 1981). La récupération dans les années 80 de ce marché par les Egyptiens a dynamisé les cours locaux de ces deux espèces en les faisant passer de 15 à 45 livres égyptiennes/kg (en valeur 92). Cette augmentation est à l'origine de ce second décollage de l'aquaculture en Egypte, cette fois à partir de la production des espèces marines "nobles" qui passe de 50 à 1.500 T. en 5 ans (1988-1993).

### **5- l'aquaculture en Amérique du Nord (aquariophilie) et Sud (Brésil).**

L'aquariophilie est un loisir très populaire à l'U.S.A, cette activité s'est bien développée, surtout en Floride où plus de 4 millions de poissons sont produits chaque semaine. Les fermes sont constituées de bassins creusés dans le sol, assimilables à des petits étangs. Les superficies sont d'une dizaine d'hectares fractionnés en nombreux petits bassins de 200 m<sup>2</sup> et 2 m de profondeur. Certains sont recouverts d'une serre pour surmonter les mortalités hivernales dues aux intempéries et aux basses températures. La gestion est identique à celle des étangs : les espèces élevées sont stockées en bassins de terre fertilisés, la reproduction n'est pas contrôlée et se fait naturellement en bassins, mais il y a un ajout de nourriture et contrôle des macrophytes et des prédateurs.

Le Brésil a un grand potentiel aquacole, que ce soit en eau douce ou en mer. Il possède approximativement 12% de toute l'eau douce superficielle de la planète et il a plus de 8000 km de côtes.

Aujourd'hui, au Brésil comme dans le reste du monde, l'aquaculture existe surtout en eau douce. L'aquaculture marine est limitée à l'élevage des mollusques, principalement les moules au sud du pays, et l'élevage des crevettes marines, l'espèce exotique *Litopenaeus vannamei*, la crevette blanche du Pacifique, qui est très élevée dans le Nord-est du Brésil. Mais l'essentiel de la production est en eau continentale. Il y a des élevages en étangs de pisciculture, et des cages flottantes dans les lacs naturels ou, le plus souvent, dans les lacs de retenues. Le bouquet énergétique du Brésil est entièrement basé sur l'hydro-électricité. Il

existe donc toute une série de réservoirs qui ont été construits pour stocker l'eau à des fins énergétiques. Actuellement, de nombreuses cages flottantes ont donc été déployées dans ces plans d'eau, en particulier pour l'élevage de l'espèce exotique tilapia. La deuxième espèce la plus élevée au Brésil est le tambaqui, aussi connu à l'étranger sous le nom de cachama. C'est un grand poisson d'origine amazonienne, très consommé en Amazonie, mais aussi apprécié dans le reste du pays. Le tambaqui est élevé dans pratiquement tous les États brésiliens, y compris dans le Sud-est où la température est plus fraîche.

***Chapitre IV : L'Aquaculture en  
Algérie***

## **1- Introduction :**

La vulgarisation et l'introduction sur le marché national d'espèces nouvelles, ayant une valeur marchande intéressante, ont incité le secteur privé à s'intéresser à l'aquaculture, en particulier la pisciculture continentale, ceci est démontré par le nombre de demandes de concessions qui ne cesse d'affluer à l'administration des pêches.

Cependant, l'Algérie se distingue parmi les pays Méditerranéens par sa très faible production: 476T (2002). Cette production ne peut compenser le déficit en produits de la pêche. Bien que le ratio alimentaire est passé de 3,02 en 1999 à 5,12 kg/hab/an en 2003, cela reste bien en dessous de celui de 2 pays maghrébins : le Maroc 8,5 (1996) et la Tunisie 10,5 (1996). Quant à la moyenne mondiale, elle est de 13,4 kg/hab/an.

La couverture de ce déficit en poisson en Algérie ne peut être assurée par la pêche maritime du fait de l'étroitesse de son plateau continental et par l'escarpement de sa côte. Donc, l'Algérie devra favoriser le développement de l'aquaculture, et il est impératif de doter cette activité d'une politique nationale globale à travers des programmes d'action à court, moyen, et long terme.

## **2- Contexte maghrébin**

De tous les pays maghrébins, l'Algérie est celui qui, en dépit de la longueur de sa façade littorale (1280 km), offre le moins de prédispositions aux activités halieutiques. L'étroitesse de sa plate-forme continentale, le manque d'abris naturels le long d'une côte généralement inhospitalière, le caractère montagneux de l'arrière pays immédiat qui fait obstacle à l'établissement de circuits rapides de commercialisation expliquent le retard apporté au développement des pêches ainsi que les difficultés de développement de l'aquaculture. La production de poissons d'eau douce est passée de 30 T en 1989 à 220 T en 1993. Cet effet est dû à l'accroissement de l'effort de pêche dans les barrages repeuplés en alevins de carpes et de sandres à la fin des années 80. En revanche, la myticulture régresse malgré l'existence d'un petit marché local et le nombre des investisseurs potentiels (70). Divers projets d'élevage de nouvelles espèces sont en attente

## **3- Historique**

En fait les premiers essais d'aquaculture en Algérie remontent à plus d'un siècle. Plusieurs centres spécialisés ont vu le jour pour encadrer scientifiquement et techniquement ces opérations :

- **Station aquacole de Castiglione**
- **l'Aquarium de Beni-Saf.**
- **la station de Mazafran.**
- **La station Océanographique du port d'Alger.**

Différentes opérations ont marquées l'histoire de l'aquaculture algérienne ; Selon le biologiste français « **Novella** » les premiers essais furent en **1880** au niveau de **l'embouchure d'Arzew**.

- **1921:** Création de la station d'aquaculture et de pêche de Bousmail avec pour objectif : Détermination des meilleurs sites pour la conchyliculture et la pisciculture.

- **1937:** Création de la station d'alevinage du Grib (empoisonnement en truites arc en ciel).

-**1940:** Exploitation des lacs Oubeira et El Mellah et Tonga avec culture de coquillages.

- **1947:** Création de la station Mazafran, dans l'optique de repeuplement en poissons d'eau douce et de recherches hydro biologiques.

- **1962-1980:** L'après indépendance, la quasi totalité des actions ont été menées sur les lacs de l'est et sur la station de Mazafran.

-**1973:** Mise en valeur du lac El mellah, pour l'installation des tables conchyloles.

- **1974:** Une étude de mise en valeur du lac Oubeira a conduit à un projet d'installation d'une unité de fumage d'anguilles.

- **1978:** Un programme de coopération avec la Chine a été mis en place, centré sur 2 axes:

- Initiation aux techniques de reproduction et d'alevinage pour le repeuplement
- Tentatives d'élevage larvaire de crevettes *Peneus kerathurus*.

- **1982 à 1990,** exploitation de l'anguille aux lacs **Tonga, Oubeira** et **Mellah** par un privé. La production annuelle moyenne était de l'ordre de 80 tonnes exporté vers l'Italie.

- **1983/1984:** Premiers travaux de réalisation d'une éclosierie de loup au lac El-mellah.

- **1985/1986:** Des réservoirs d'eau furent peuplés ou repeuplés en poissons importés de Hongrie: carpes royales, carpes à grande bouches, carpes herbivores, carpes argentées, sandres.

- **1987:** Filière sub-surface installée par l'ONDPA.

- **1989:** Implantation d'une éclosierie type mobile à Harreza pour la reproduction de carpes (10 millions de larves), une autre éclosierie de carpes à double capacité que la première a été implantée à Mazafran.

-1991: dans le cadre de repeuplement, 6 millions d'alevins de carpes ont été lâchés dans les plans d'eau des barrages Baraka, Gargar, Meurdjet-El amel, Benaouda, Oubeira.

Durant les années de 1921 à 1993 aucune politique durable n'a permis de promouvoir le secteur de l'aquaculture.

- 1999: Inventaires des sites aquacoles à travers le pays.

- 2000: Création d'un comité national autour du sujet : Aquaculture en Algérie ; ce qui a abouti à des résultats importants du point de vue perspectives, ainsi un établissement du plan national d'aquaculture en Algérie.

- 2001: Début de la première campagne d'élevage d'alevins, ainsi qu'une exploitation plus ample de sites aquatiques à travers le territoire national (côtière, intérieure, Saharienne).

## **4- Perspectives de développement**

### **4-1- Potentialités hydriques**

L'Algérie dispose d'un potentiel hydrique très important, dont la quasi- totalité reste inexploitée. Les possibilités de développement de la filière d'activité aquacole sont considérables sur les plans des ressources naturelles et humaines, l'Algérie dispose de potentialités naturelles significatives sur tout le territoire national (littoral & intérieur du pays).

En outre, on note un potentiel d'environ 100 000 hectares de ressources hydriques naturelles ou artificielles à travers les 1280 km de côte que compte notre pays.

### **4-2-Potentiel biologique :**

- L'Algérie dispose d'un potentiel biologique tant considérable que diversifié.
- Il est important de signaler que l'Algérie demeure l'un des rares pays en Méditerranée à disposer de ressources halieutiques à très hautes valeur marchande très prisées par les consommateurs étrangers

On citera :

- Les poissons nobles tels que : mérou, dorade, thon rouge, espadon...
- Les crustacés tels que : crevettes royales, langoustines, langoustes
- Les céphalopodes tels que : poulpes, seiches, calmars
- Les algues (600 espèces), le zooplancton...

A l'heure actuelle des connaissances, plus d'une vingtaine d'animaux aquatiques peuvent développer une aquaculture d'appoint.

### **4-3-Types d'élevage :**

Il existe différents types d'élevages selon les espèces envisageables en Algérie:

- 1) Les espèces pouvant être élevées en mode **extensif** :
  - En eau douce : carpe, tilapia, mullet, sandre, black-bass
  - En eau saumâtre : mullet, bar, sole, daurade
- 2) Les espèces pouvant être élevées en mode **semi-intensif à intensif** en cages flottantes :
  - En eau douce : Carpe
  - En eau de mer : Bar, daurade
- 3) L'élevage intensif en bassins construits en dures : Loup, daurade, turbot.
- 4) La conchyliculture : En filière : Huîtres, moules, palourdes...

### **4-4- Contraintes affectant le développement de l'aquaculture en Algérie :**

- Absence d'une politique globale à long terme.
- Absence d'une politique de recherche scientifique.
- Absence de comité d'intérêt public intra-sectoriel et interministériel.
- Absence de concertation et de dialogue entre organismes publics chargés du développement de l'aquaculture et les promoteurs ainsi que de l'accompagnement sur terrain de leurs projets.
  - Absence de représentants de l'activité au niveau des wilayat à potentialités aquacoles.
  - Absence d'encadrement financier.
  - Absence de structure de vulgarisation et de démonstration.

### **4-5- Objectifs (PNDA) :**

L'objectif du plan de développement de la pêche et de l'aquaculture est l'amélioration de la situation nutritionnelle et du revenu des populations par le développement de la production qui doit être planifiée dans le but de rentabilité micro-économique et de compétitivité.

L'objectif retenu pour est la consommation de 6kg/ha/an. De ce fait, la production devrait passer à 260 000T dont 20 000T proviendraient de la pêche continentale, et 30 000 à travers l'aquaculture.

D'autres sites peuvent faire l'objet d'élevage piscicole par l'implantation d'une ferme marine au niveau de l'ancienne fonderie de la Messida (ElKala).

❖ **Projet d’Azeffoun** : une éclosérie et une ferme d’élevage du loup et de la dorade :  
1000T

❖ **Deux autres projets seront réalisés à Ain Temouchent :**

- Ferme de Tafna : produira environ 600T/an de loup et de dorade
- Ferme de Bouzedjar

❖ **Bou ismail : Un centre de recherche pour sauver le littoral**

Le Centre national de recherche, de développement de la pêche et de l’aquaculture (CNRDPA) de Bou Ismaïl, qui relève hiérarchiquement du ministère de la Pêche et des Ressources halieutiques, et fonctionnellement du ministère de l’Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique s’articule autour de 4 divisions de recherche, en l’occurrence halieutique ; aquaculture ; industrie et transformation des produits de la pêche ; écosystèmes aquatiques.

L’évaluation et la gestion des ressources halieutiques, le développement des techniques et technologies de pêche ; la pisciculture continentale, la valorisation des ressources hydriques, la reproduction, les ressources algales ; la valorisation et transformation des produits de la pêche et de l’aquaculture ; la lutte contre la pollution, l’écotoxicologie, les systèmes sensibles, la variabilité et la biodiversité des écosystèmes ; telles sont les missions des divisions de recherche du CNRDPA. Néanmoins, cet établissement national implanté dans la wilaya de Tipasa s’est défini comme objectif dans la recherche des biomasses exploitables des principales espèces pêchées en Algérie, notamment le poisson bleu, le développement socio-économique de l’activité pêche, l’incitation et à l’encouragement à l’industrie de transformation des produits de la pêche, enfin la lutte contre la pollution marine et l’étude de l’environnement sur la disponibilité de la ressource en caractérisant les eaux marines sur le volet physique et chimique.

Le CNRDPA de Bou Ismaïl (Tipasa) dispose d’une ferme marine et d’un centre conchylicole, d’une station d’halieutique à Beni Saf et d’une station crevériculture à Skikda. Fliti Khaled, le nouveau directeur du CNRDPA assisté par de chercheurs et universitaires s’attellent tous à travailler sans cesse dans les laboratoires ainsi qu’au niveau des différents sites ; en dépit de l’adversité de l’environnement ; pour rattraper le temps perdu par l’Algérie en matière de recherche en faveur de la préservation de l’environnement marin et les ressources halieutiques, en menant des expériences. D’autres chercheurs dans le domaine de l’environnement marin et des enseignants des autres universités algériennes, à l’image de

celle de Bab Ezzouar (Alger) ont déjà atteint un niveau dans leurs recherches qui mérite plus de considération des pouvoirs publics.

## **5-L'aquaculture au Sud**

Le Sud algérien offre la possibilité de l'intégration de la pisciculture à l'agriculture, où les eaux souterraines pourraient contribuer à la diversification et le développement de certaines espèces des eaux chaudes.

Au cours de ce programme de développement, l'extension de l'activité aquacole couvrira les 7000 tonnes restantes, notamment, par l'exploitation :

- ❖ Des zones **semi-arides** (20.000 ha) et principalement au niveau du **chott Chergui** pour initier la pisciculture de Tilapia sur une superficie de 100 ha.

### **Exemples sur quelques fermes déjà opérationnelles :**

- La wilaya d'Aïn Témouchent compte déjà deux fermes aquacoles qui produiront globalement 1700 tonnes/an de lous de mer et de dorades. Il est également prévu 400 000 alevins pour la production de maigres, de dorades et de lous de mer sur un programme de 650 000 qui ont été importés par la ferme aquacole Aquasol, un investissement ayant coûté 740,7 millions de DA. Tout ceci grâce au soutien du Fonds national de développement de la pêche et de l'aquaculture (FNDPA) pour une capacité de production de l'ordre de 1000 tonnes/an et 4 milliards d'alevins/an au niveau de son éclosier ainsi que 1000 tonnes/an de maigres, lous de mer et dorades. De son côté la ferme Aquasol, générera 240 postes d'emploi, dont 60 directs et 180 indirects.
- Les complexes d'élevage de crevette d'eau douce d'Ouargla, de Ghardaïa et de Saida sont aussi entrés en production.
- deux fermes spécialisées dans l'élevage de poisson en mer à Ain Tagourait (Tipaza) et Ain Taya (Alger).
- réalisation d'une ferme aquacole de daurade dans la zone côtière de Cap Blanc relevant de la commune d'El Kerma (ouest de la wilaya d'Oran). La ferme devra entrer en phase de production en fin d'année 2014 pour une capacité de 1000 tonnes/an.
- Ferme aquacole de la Marsa (Skikda) : S'étalant sur une superficie de 15 hectares extensibles, la ferme dispose d'une éclosier pouvant assurer une production de plus de 20 millions de larves de crevettes annuellement, en plus de 8 bassins d'élevage d'une capacité de production de 5 tonnes.

Première récolte de la crevette impériale depuis sa mise en service en avril 2011, la ferme est déjà parvenue à assurer trois cycles de production. Elle s'est surtout fait remarquer par une production assez importante de la crevette locale «La Matsagoune». Plus de 3 millions de larves avaient alors été produites, dont une grande partie avait été remise dans le milieu marin pour repeupler les côtes formant la baie allant de la Marsa à El Tarf. Aujourd'hui, la ferme est à son troisième cycle, ou plutôt expérience en s'attaquant, depuis le mois de mars dernier à une nouvelle espèce de crevette dite «Impériale».

- deux grandes écloseries de Sidi Bel-Abbès et celle d'El-Ouricia destinées à produire 15 millions d'alevins par an, leur objectif est la couverture des besoins nationaux en espèces d'eau douce.
- la ferme pilote de Hassi-Lefhal à Ghardaia lancée en 2009, spécialisée dans l'élevage de Tilapia et de poisson chat.
- la ferme piscicole Mouleille à Ouargla, fait à la fois l'élevage intensif de Tilapia et poisson chat ainsi que l'activité industrielle : la transformation de ces produits aquacoles en pâtés.
- la ferme d'Azefoun, dans la wilaya de Tizi-Ouzou, est entrée en production avec une capacité annuelle de 1250 tonnes de loup de mer et de daurade, en plus de deux autres fermes de conchyliculture marine d'une capacité de production de 100 tonnes d'huîtres et de moules par an.

En conclusion, pour un développement réel de l'aquaculture en Algérie il faut avant tout instaurer un environnement économique et juridique pour l'encadrement de cette activité, lancer des mesures incitatives de promotion et de garantie envers les institutions financières de façon que cette dernière ne soit plus considérée comme activité à risque.

Par ailleurs, une action de vulgarisation est nécessaire pour expliquer les méthodes et procédés de l'aquaculture et parallèlement favoriser l'installation d'une aquaculture traditionnelle intégrée à l'agriculture dans certaines régions du pays, sachant, que les moyens à mettre en place pour ce type d'aquaculture sont peu coûteux et facile à gérer.

Seulement, pour une durabilité de l'activité, il faut soutenir l'éleveur par des aides financières ou même matérielles et assurer un approvisionnement en semences (alevins et naissain) continu et régulier.

## Références Bibliographiques

- **Barnabé. G.,1989.** Aquaculture volume 1, Tee-Doc Lavoisier, Paris, 681 p.
- **Barnabé. G.,1989.** Aquaculture volume 2, Tee-Doc Lavoisier, Paris, 741 p.
- **Bompais. X., 1991.** Les filières pour l'élevage des moules. Guide pratique. Ifremer Brest, 241p.
- **Chalabi. A., 2006.** L'aquaculture en Algérie et son contexte magrébin.
- **FAO.,1998.** La production aquacole dans les pays méditerranéens
- **FAO., 2010.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016.
- **FAO., 2011.** Analyse du développement de l'aquaculture en Asie du Sud-Est: une perspective de la politique. Document technique sur les pêches et l'aquaculture. N°. 509. Rome 79p.
- **FAO., 2014.** Small-scale aquaponics food production: Integrated fish and plant farming.Rome: sn
- **FAO., 2016.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome. 224 pages.
- **FAO., 2018.** La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016.
- **Henrique J. 2015.** Méthode de crevure dans l » élevage des crevettes.
- **Nejar. N (DEPF), Mansouri M.A et Khalili E.M. (ANDA), 2018.** Aquaculture marine : Potentiel et nécessité de développement.

**Liste des liens AQUACULTURE :** [WWW.google.fr/aquaculture](http://WWW.google.fr/aquaculture) + Algérie.