

Université de Parakou
FACULTÉ D'AGRONOMIE
(FA/UP)

Cours de Pêche et Aquaculture Générale

Manuel de l'apprenant destiné aux Etudiants de Licence Professionnelle
(L1 /FA)



Par

Dr. Ibrahim IMOROU TOKO,
Professeur Titulaire
Spécialiste en Hydrobiologie et Aquaculture
Tél. 00229 0147482194 / 96132150
EMAIL : iimorou_toko@hotmail.com

Année académique 2024-2025

Droits d'utilisation

Ce document est la propriété exclusive de la Faculté d'Agronomie (Université de Parakou). Son utilisation à des fins commerciales est formellement interdite. Cependant, il peut être utilisé comme matériel de formation sur autorisation.

Les informations et données contenues dans ce manuel sont tirées de divers ouvrages, rapports, publications scientifiques et techniques, pages web et des expériences personnelles de l'enseignant sur le terrain.

Prof Ibrahim IMOROU TOKO

Faculté d'Agronomie, Université de Parakou

Laboratoire de recherche en Aquaculture et Ecotoxicologie aquatique (LaRAEAq)

BP : 123 Parakou, Bénin

Téléphone : +229 0196132150

Télécopieur : +229 23612010

Courriel : ibrahim.imorou-toko@fa-up.bj

Site web : www.fa-up.bj

Sommaire



1	Introduction	4
1.1	Pourquoi ce manuel	4
1.2	Objectifs de la formation	5
1.3	Quels sont les défis à relever dans ce domaine d'activité	6
1.4	Liste des défis/objectifs et des séquences de ce manuel	6
2	Séquences du manuel	7
2.1	Séquence 1 : Notion d'aquaculture	7
2.2	Séquence 2 : Infrastructures et équipements aquacoles	39
2.3	Séquence 3 : Alimentation des Poissons d'élevage	63
2.4	Séquence 4 : Conduite technique d'élevage piscicole	90
2.5	Séquence 5 : Généralités sur la pêche	151

2 Introduction

2.6 Pourquoi ce manuel

La consommation de produits halieutiques par habitant au Bénin reste faible par rapport à la consommation moyenne mondiale qui est de 20 ,5 kg/an/hab (FAO). Le secteur de la pêche est soumis à la raréfaction des ressources et à la concurrence étrangère et le pays est de plus en plus dépendant des importations de poissons congelés (plus de 125 000 tonnes en 2019) pour satisfaire sa demande locale en constante progression avec une des plus fortes pressions démographiques mondiales. Alors que le pays dispose d'un vaste réseau hydrographique, le développement de l'aquaculture constitue un véritable enjeu économique et de sécurité alimentaire pour le Bénin. Cette volonté politique a été clairement réaffirmée dans le PAG 2016-2021 ciblant une production annuelle de 20 000 tonnes contre 1 700 tonnes en 2015. Des réformes significatives ont été opérées avec notamment la mise en place d'un pôle de Développement Agricole (PDA 7) dédié à l'aquaculture et l'élaboration d'une stratégie d'intervention dédiée au travers du Plan National de Développement de la Filière Aquaculture (PNDF Aquaculture). Cependant, si la production aquacole du Bénin a effectivement connu une croissance régulière jusqu'en 2019 pour atteindre plus de 5 000 tonnes, elle a ensuite diminué, avec une production estimée à 2 470 tonnes en 2023 (DSA, 2024)¹.

Malgré les potentialités existantes, la pisciculture introduite au Bénin dans les années 1958-1960 a peu évolué. Les investissements consentis par les Gouvernements successifs et les partenaires au développement ont connu très peu de succès. Au nombre des raisons qui expliquent cette situation peu reluisante, on peut citer notamment le manque de techniciens et de professionnels qualifiés pour conduire et/ou promouvoir les activités techniques au niveau des exploitations aquacoles. C'est pour remédier à cette situation que le Module Aquaculture a été introduite dans le parcours de formation des apprenants de l'Institut Universitaire d'Enseignement Professionnel – Métiers de l'Agriculture de Djougou (IUEP-MA). Ce module de formation adapté aux exigences et aux besoins du marché national s'avère nécessaire pour renforcer les capacités des agri-preneurs à améliorer quantitativement et qualitativement leur production et à tirer un meilleur profit de leurs exploitations aquacoles.

Le présent manuel est destiné aux apprenants de la 1^{ère} année de Licence Professionnelle (L1) à la Faculté d'Agronomie de l'Université de Parakou.

¹ DSA, 2024. Les chiffres définitifs de la campagne agricole 2023-2024 ; Direction de la Statistique Agricole, MAEP, Bénin p.20.

2.7 Objectifs de la formation

Objectif général :

Il s'agit de former des techniciens capables de conduire avec succès un élevage piscicole en étang, en bassins, en bacs hors-sol ou en cages.

Objectifs spécifiques :

A la fin du présent cours, l'apprenant sera capable de :

- Lister les débouchés des produits aquacoles sur les marchés locaux, nationaux et sous-régionaux ;
- Citer les grands systèmes aquacoles des pôles ;
- Lister les exigences et caractéristiques des espèces piscicoles ;
- Concevoir et installer divers types d'infrastructures aquacoles ;
- Énoncer les principes de choix d'un mode d'élevage et de techniques d'élevage adaptés
- Appliquer des techniques d'élevage piscicole ;
- Produire des alevins de poissons, notamment de tilapia et de clarias ;
- Formuler des régimes alimentaires performants pour différentes espèces et stades de développement des poissons ;
- Fabriquer des aliments aquacoles ;
- Utiliser les tables de rationnement pour alimenter les poissons à moindre coût ;
- Utiliser des équipements et matériels aquacoles et assurer leur maintenance ;
- Evaluer la qualité des milieux piscicoles ;
- Gérer les polluants aquacoles en minimisant les effets sur l'environnement ;
- Assurer la commercialisation des produits aquacoles ;
- Gérer une exploitation aquacole.

Les objectifs de cours peuvent être déclinés en compétences ainsi qu'il suit :

Savoir	Savoir-faire	Savoir-être
• Lister les débouchés sur les marchés locaux, nationaux et sous-régionaux ; • Citer les grands systèmes aquacoles des pôles ; • Lister les exigences et caractéristiques des espèces piscicoles ; • Énoncer les principes de choix d'un mode d'élevage et de techniques d'élevage adaptés.	• Installer divers types d'infrastructures ; • Appliquer des techniques d'élevage ; • Produire des alevins de poissons (tilapia et clarias) • Formuler des régimes alimentaires performants pour différentes espèces et stades de développement des poissons ; • Fabriquer des aliments aquacoles ; • Utiliser les tables de rationnement pour alimenter les poissons à moindre coût ; • Utiliser des équipements et matériels aquacoles et assurer leur maintenance ; • Respecter les normes de qualité, l'hygiène, la santé des animaux et éviter les maladies ; • Gérer les polluants en minimisant les effets sur l'environnement ; • Assurer la commercialisation des produits aquacoles ; • Gérer l'exploitation aquacole.	• Etre observateur ; • Avoir de la passion pour l'élevage ; • Avoir du respect pour le bien-être des animaux ; • Etre motivé, assidu et disponible.

2.8 Quels sont les défis à relever dans ce domaine d'activité

2.8.1 Questions de mobilisation des expériences /Brainstorming

- Quels sont les organismes aquatiques (végétaux et animaux) qui sont consommés par l'homme ;
- Quelles sont les sources de provenance des poissons que l'on rencontre dans nos marchés ;
- Quelles différences faites-vous entre la pêche et la pisciculture ;
- Quelles différences faites-vous entre la pisciculture et l'aquaculture ;
- Connaissez-vous des organismes aquatiques qui sont élevés au Bénin ? si oui citer les.

2.8.2 Ressources audiovisuelles de partage d'expériences

- Ordinateurs
- Vidéo projecteur
- Documentaires (vidéogramme, capsule vidéo/YouTube, etc.)
- Woofer (enceinte sono)

2.8.3 Synthèse sur les défis économiques et agroécologiques

- Accès aux géniteurs et alevins de qualité et à moindre coût
- Accès aux aliments performants (extrudés) et à moindre coût
- Accès aux marchés d'écoulement
- Gestion des effluents, résidus et déchets aquacoles

2.9 Liste des défis/objectifs et des séquences de ce manuel

2.9.1 Objectifs de ce manuel

Ce manuel permettra aux apprenants de retrouver des :

- Informations nécessaires pour rafraichir leur mémoire sur les techniques de conduite d'un élevage piscicole (tilapie et clarias)
- Normes de gestion de la qualité des eaux piscicoles
- Normes de construction et de gestion des infrastructures piscicoles
- Techniques de formulation et de fabrication des aliments piscicoles
- Techniques de production d'alevins de tilapia et de clarias
- Techniques de gestion d'une exploitation piscicoles
- Techniques de commercialisation des poissons d'élevage
- Références utiles sur l'élevage des poissons (tilapia et clarias)



2.9.2 Séquences de ce manuel

Séquence 1 : Notion d'aquaculture

Séquence 2 : Infrastructures et équipements aquacoles

Séquence 3 : Alimentation des Poissons d'élevage

Séquence 4 : Conduite technique d'élevage piscicole

Séquence 5 : généralités sur la pêche au Bénin

3 Séquences du manuel



3.1 Séquence 1 : Notion d'aquaculture

3.1.1 La séquence en bref – qu'allez-vous apprendre ?

Durant cette séquence l'apprenant apprendra des notions essentielles sur les débouchés des produits aquacoles sur les marchés locaux, nationaux et sous-régionaux, les systèmes de productions aquacoles, les exigences et caractéristiques des espèces piscicoles et les principes de choix d'un mode d'élevage et de techniques d'élevage adaptés.

3.1.2 Quel est le défi à relever ou le problème à résoudre

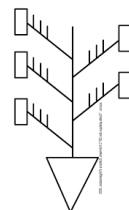
A la fin de ce module l'apprenant devra être capable de :

défi

- Lister les débouchés des produits aquacoles sur les marchés locaux, nationaux et sous-régionaux
- Citer les systèmes/ techniques de production aquacoles
- Lister les exigences et caractéristiques des espèces piscicoles
- Énoncer les principes de choix d'un mode d'élevage et de techniques d'élevage adaptés

3.1.3 Pourquoi et comment : Quels sont les concepts, phénomènes scientifiques de base et méthodes à maîtriser pour comprendre et relever le défi

L'aquaculture ou l'élevage des organismes aquatiques est pratiqué de façon plus ou moins intensif depuis près de 2000 ans. L'origine principale de l'aquaculture semble être la Chine où les premières espèces cultivées furent la carpe (*Cyprinus carpio*) et le carassin doré (*Carassius auratus*). A cette époque, les carpes étaient par exemple nourries avec les pulpes et les vers à soie. Les améliorations apportées au cours des siècles à la pratique de l'aquaculture résultent essentiellement de la méthode « essais – Erreurs » et c'est seulement depuis quelques dizaines d'années que l'aquaculture est devenue une science grâce à la mise au point des premières techniques d'induction artificielle de la ponte dans les années 1930. Le secteur de l'aquaculture n'a réellement commencé à se développer que lorsqu'on a constaté que les ressources marines commençaient par être surexploitées par la pêche, que les captures diminuaient et les prix augmentaient. Cette surexploitation s'est manifestée chez certaines espèces comme le cabillaud (*Gadus morhua*) par un déclin dramatique des captures et une augmentation nette des prix.



L'aquaculture en raison de son développement rapide tant à compenser actuellement le déficit de production de la pêche et permet de limiter la surexploitation du milieu marin. Actuellement on estime à 85 à 90 millions de tonnes le total des captures mondiales d'organismes aquatiques par la pêche (mammifères et plantes

aquatiques exclut). Cette valeur est restée plusieurs fois moins stable depuis plusieurs décennies et ceci est dû à l'atteinte des limites maximales d'exploitation des milieux naturels. Ainsi, toute demande supplémentaire d'organismes aquatiques pour la consommation devra donc être satisfaite par les productions de l'aquaculture. La consommation annuelle moyenne mondiale des produits de la pêche et de l'aquaculture est de l'ordre de 14 kg par personne. Le profil de consommation est cependant très variable d'un pays à un autre. Par exemple, les consommations maximales s'observent en Islande (89 kg) et au Japon (74 kg). Par contre aux Etats Unis la consommation annuelle n'est que de 6,7 kg par personne et 9,2 kg environ au Bénin. Cependant, dans les pays développés traditionnellement faible consommateur des produits de pêche et de l'aquaculture, la consommation tend à augmenter pour les questions de goût (espèce à haute valeur culinaire) mais aussi pour des raisons diététiques (les poissons contiennent moins de graisse saturée et plus de protéines que la viande de bœuf et de porc, voir Tableau) ou de santé (effet cardioprotecteur des acides gras long poly insaturés de la série n-3 ou W3) car la chair de poisson est beaucoup plus facile à digérer et contient peu de cholestérol.

Toutefois l'essentielle de l'augmentation de la consommation de la production de la pêche et de l'aquaculture résulterait d'une part de l'accroissement rapide de la population mondiale et d'autre part de l'impossibilité d'augmenter significativement les surfaces cultivables. Ainsi selon la FAO, il est probable que la consommation moyenne annuelle puisse atteindre 25 kg par personne d'ici 2030.

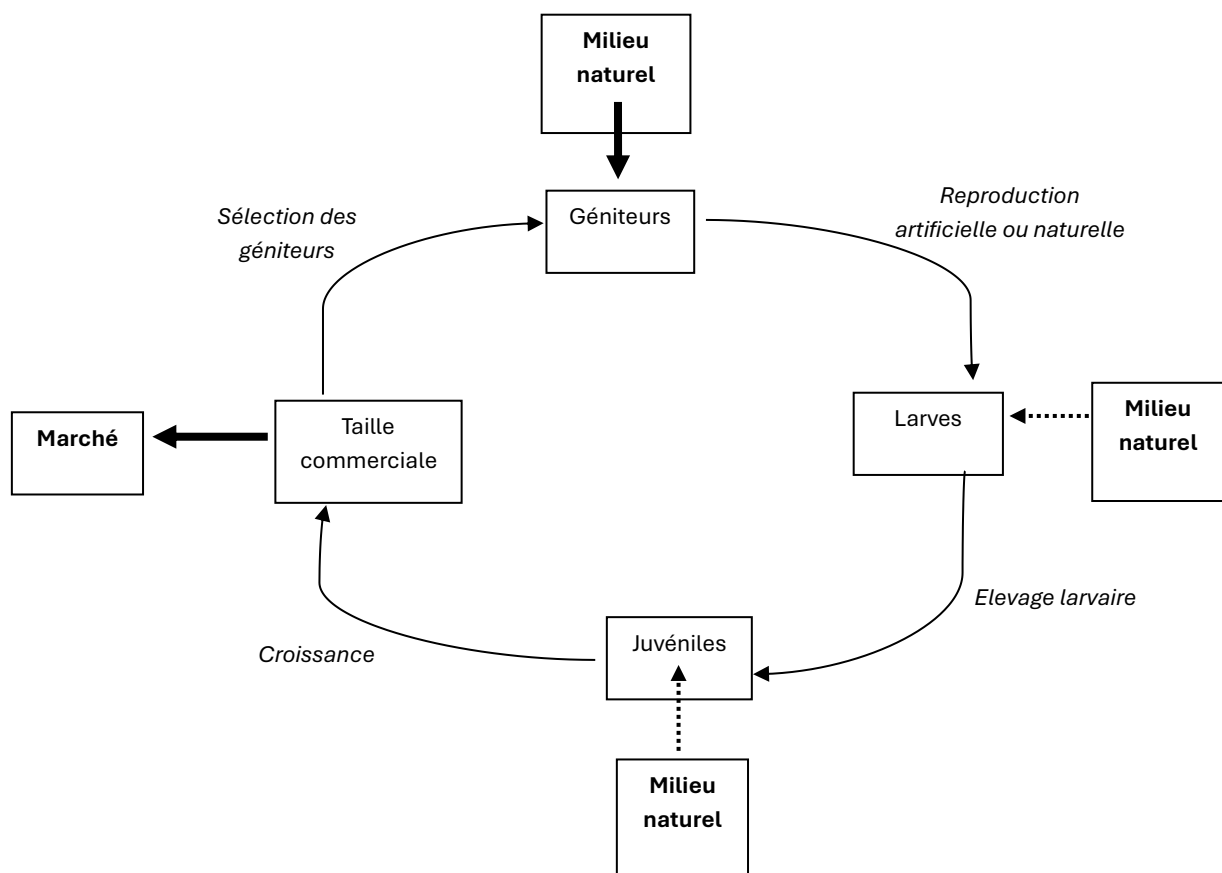
2.1.3.1 Les différentes formes d'aquaculture

a- Généralités

L'élevage implique des interventions plus ou moins importantes au niveau de la régulation des stocks, de l'alimentation et la protection vis-à-vis des prédateurs en vue d'augmenter la production. En aquaculture, les espèces sont élevées dans des enceintes spécialisées comme les étangs, les bassins, les cages flottantes, les enclos piscicoles, ou même sur des substrats (cas des mollusques). L'aquaculture revêt des formes très diverses. Il peut s'agir par exemple d'empeuplement d'étangs, de lacs, de cours d'eau ou de mer (sea-ranching) par des poissons juvéniles produits en élevage puis recapturés dans le milieu naturel lorsqu'ils ont atteint une taille commerciale ; ou bien les alevins et les juvéniles sont capturés dans le milieu naturel, transférés dans des structures d'élevage plus ou moins intensive puis amenés à une taille marchande ; ou encore tous les stades du cycle de vie sont maîtrisés au départ de la production contrôlée d'œufs et de larves.

Une opération d'aquaculture peut être incomplète si elle ne concerne que certains stades du cycle de production ou être complète si tous les stades sont maîtrisés, de la reproduction au grossissement jusqu'à la taille commerciale.

On parle d'intégration verticale lorsqu'en plus de la maîtrise complète du cycle de production, le producteur inclut la production d'aliments, la transformation et la vente des espèces produites. Les entreprises aquacoles peuvent assurer toutes ces stades ou ne se spécialiser que pour certaines phases. Si la majorité des espèces sont élevées dans un but de consommation (tilapia, clarias, truite, saumon, carpes, mollusques, crevettes, etc.) il existe des productions de poissons d'ornements (carpe-koï, carassin, etc.), de poissons et crustacées pour le repeuplement des rivières et des lacs pour la pêche sportive ou le maintien des stocks sauvages menacés de disparition.



Représentation schématique des différentes étapes du cycle de production d'une espèce

Toute forme d'aquaculture implique nécessairement la mise à la disposition de nourriture pour les organismes élevés. Cette alimentation peut aller de la simple exploitation de la productivité du milieu d'élevage (étangs) à la distribution d'aliments artificiels plus ou moins élaborés en passant par les techniques de fertilisation qui permettent d'augmenter la productivité naturelle du milieu.

L'aquaculture peut être pratiquée en eau de mer (mariculture) en eau douce ou encore en eaux saumâtres (limniculture) ; certaines espèces comme les Salmonidés peuvent

nécessiter l'un ou l'autre type d'eau à différentes étapes de leur cycle de vie (cas des poissons Anadrome et catadrome).

L'élevage peut être pratiqué dans différents systèmes (étangs, cage ou bassin). En général, on classe l'aquaculture en fonction du degré d'intensification indépendamment de la nature des enceintes d'élevages. On parle alors d'aquaculture extensive, d'aquaculture semi-intensive et d'aquaculture intensive.

b- Elevage extensif

L'élevage extensif des poissons et des crustacés se pratique généralement en étang mais aussi dans d'autres systèmes comme les rizières (agro pisciculture) ou des enclos rudimentaires (cas des acadja au Bénin et en Côte d'Ivoire), les trous à poisson (Whedo). La production est basée sur la gestion de la productivité naturelle du milieu. Celle-ci est augmentée par l'utilisation de fertilisant de diverses natures qui stimule la production primaire. Les poissons et crustacés se nourrissent des différents éléments de la chaîne trophique (phytoplancton, zooplancton, invertébré, les petits poissons). La fertilisation s'effectue au moyen de digestion animale, de sous-produits agricoles, de fertilisant chimique qui apportent du carbone, d'azote et les minéraux nécessaires à la croissance du phytoplancton. En raison de la faible quantité de nourriture disponible dans cette forme d'élevage, les espèces sont élevées à faible densité (0,1 à 1T/ha) avec des productions peu-élevée (0,2 à 1T/ha/an)

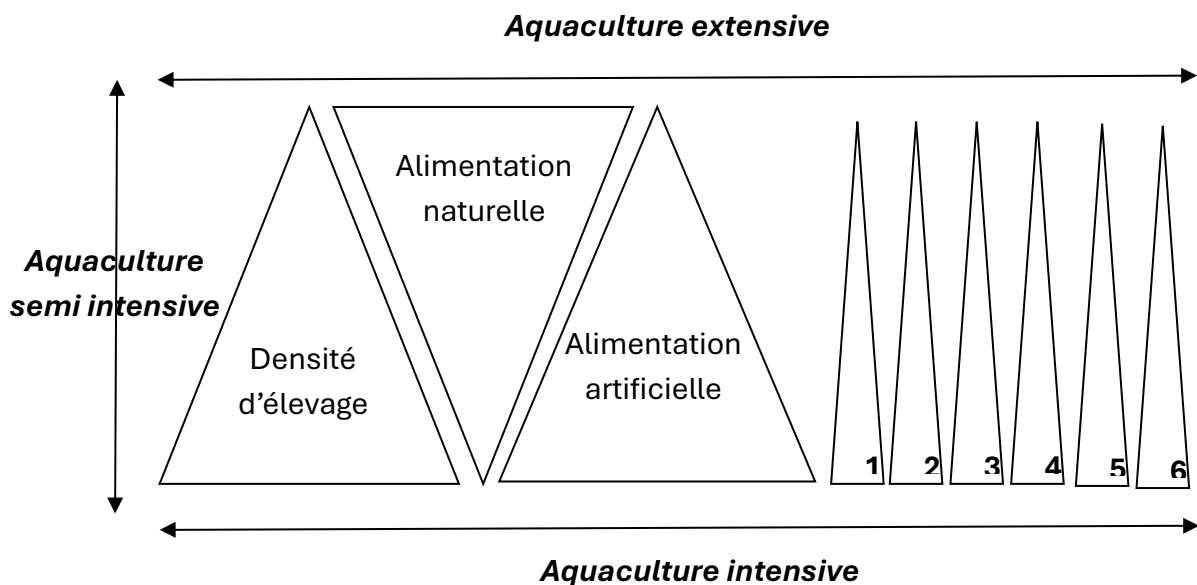
c- Elevage semi-intensif

Pour accroître la production des systèmes d'élevage en étang au-delà du maximum possible par la productivité naturelle du milieu, il est nécessaire d'utiliser une alimentation complémentaire. En fonction des espèces et du degré d'intensification de l'élevage, cette alimentation complémentaire est constituée de céréales, de sous-produit des industries agroalimentaires, etc. Les productions de cette forme d'élevage sont comprises entre 5 et 20T/ ha/an. L'élevage semi-intensif contribue à hauteur de 70 à 80 % à la production totale de poisson par l'aquaculture.

d- L'élevage intensif

Dans les systèmes d'élevage intensif pratiqué principalement en cage, bassin, raceways, ou en enclos, la dépendance des poissons à l'égard de la nourriture artificielle composée exogènes est presque totale. Cette alimentation doit donc être parfaitement équilibré au point de vue nutritionnel et fournir les nutriments essentiels qui ne sont pas accessibles à travers l'alimentation naturelle. Pour certaines phases délicates d'élevage (élevage larvaire et sevrage par exemple), l'alimentation peut être constituée

pratiquement d'organismes vivant (microalgue, rotifères, artémia, etc.). La production est non seulement dépendante de la nourriture mais aussi de la capacité de l'espèce élevée à supporter les densités élevées et les risques de pathologies. L'augmentation de la densité de stockage implique un accroissement des flux d'eau et d'oxygène à travers les enceintes d'élevage. Ce système nécessite aussi un contrôle complet du cycle de production de l'espèce élevée. Dans ce type d'élevage où les biomasses de stockage sont très hautes (50 à 200 kg/m³), les productions obtenues peuvent atteindre de 0,5 à 3 kg /m³/jour.



- 1- Degré d'investissement
- 2- Degré de gestion
- 3- Complexité du système d'élevage
- 4- Risque de pathologie
- 5- Flux d'eau et d'oxygène
- 6- Risque d'impact sur l'environnement.

Représentation conceptuelle des différentes formes d'aquaculture (selon Takon, 1988)

2.1.3.2 Statut de l'aquaculture

La production annuelle de l'aquaculture (crustacés, algues, poisson, mollusques...) n'a cessé de croître depuis le milieu des années 60. Cette production est particulièrement significative depuis les années 1980. La production mondiale est passée de 1.000.000T en 1960 à 40.000.000T en 2000, et 82.000.000 T en 2018 (FAO, 2020). L'essentielle de l'augmentation de la production globale des dernières années

(augmentation de 105% entre 2000 et 2018) qui résulte principalement de l'accroissement de l'activité d'élevage des poissons et des mollusques a été observée dans les pays en développement et pratiquement en Chine.

La production de l'aquaculture mondiale est divisée en quatre grands groupes d'espèces (FAO, 2020) :

- Les poissons : ils représentent environ 47% de la production totale et 66% de la production animale aquatique par l'aquaculture ;
- Les crustacés : ils représentent 8,2% de la production totale ;
- Les mollusques : ils représentent 15,4% de la production totale ;
- Les plantes aquatiques essentiellement les algues : est 28% de la production totale.

La production halieutique d'élevage était dominée par les poissons (54,3 millions de tonnes, dont 47 millions provenant de l'aquaculture continentale et 7,3 millions de l'aquaculture marine et côtière), mollusques, principalement les bivalves (17,7 millions de tonnes) et les crustacés (9,4 millions de tonnes).

En 2018, la contribution du secteur aquacole mondial à la production totale de poisson a atteint 46,0 pour cent, contre 25,7 pour cent en 2000, et celle du secteur aquacole mondial hors Chine s'est chiffrée à 29,7 pour cent, contre 12,7 pour cent en 2000. Au niveau régional, l'aquaculture représentait 17,9 pour cent de la production totale de poisson en Afrique, 17 pour cent en Europe, 15,7 pour cent en Amérique et 12,7 pour cent en Océanie. En 2018, en Asie (à l'exclusion de la Chine), la part de l'aquaculture dans la production de poisson a atteint 42,0 pour cent, contre 19,3 pour cent en 2000.

L'aquaculture continentale a produit la plupart des poissons d'élevage (51,3 millions de tonnes, soit 62,5 pour cent du total mondial), principalement en eau douce, contre 57,7 pour cent en 2000. La part des espèces ichthyques dans la production a progressivement diminué, passant de 97,2 pour cent en 2000 à 91,5 pour cent (47 millions de tonnes) en 2018, tandis que celle d'autres groupes d'espèces s'est accrue, notamment grâce à l'élevage, en Asie, de crustacés d'eau douce, notamment de crevettes, d'écrevisses et de crabes.

Historiquement, l'Asie (presque la Chine) est considérée comme la zone géographique dans laquelle a émergé l'aquaculture. Il existe donc sur ce continent une production traditionnelle importante depuis plusieurs siècles (exemple de la carpe chinoise). Bien que ce continent reste le principal producteur de l'aquaculture mondiale (environ 70%) ces dernières décennies, ont vu le développement significatif de l'aquaculture sur d'autres continents comme l'Amérique (14%), Europe (10%), l'Afrique (7%) et l'Océanie (1%).

Ces développements ont eu lieu en raison de l'intérêt économique croissant du secteur de l'aquaculture (industrialisation et augmentation de la rentabilité) et non pas toujours pour satisfaire les besoins alimentaires locaux spécifiques (Saumon en Norvège ; crevette en Colombie et en Pérou). De ce fait, ce type de production est essentiellement orienté vers l'exportation sur d'autres continents comme l'Afrique où les productions sont par encore limitées. Cependant, en raison des besoins alimentaires et des potentialités de développement de ce continent, l'aquaculture devrait s'y développer dans les prochaines années.

2.1.3.3 Espèces élevées et perspectives

Parmi les espèces élevées, les poissons sont les plus importants et l'essentiel de la production est observé en eau douce alors que pour les crustacés, les mollusques et les algues, la production a lieu respectivement en eau saumâtre ou en eau de mer. Parmi les poissons, les espèces non carnivores représentent la part la plus importante. Ces espèces dont le régime alimentaire naturel est constitué de plancton, de benthos et/ou de macrophyte, comprennent principalement les carpes chinoises, carpe commune, les Tilapia ou certains poissons chat (*Clarias*, *Heterobranchus*...). Les poissons carnivores sont représentés essentiellement par des espèces marines de haute valeur marchande (Saumons, les bars ou les dorades). Les espèces carnivores comme les Truites, les Sandres ou les perches sont aussi élevées en eau douce. L'algue (*Laminaria japonica*) dont la production a atteint les 11 448 000 T en 2018 est la principale espèce cultivée.

Par ailleurs, depuis plusieurs années, on observait une expansion de la production de crevettes péneides (essentiellement *Paeneus monodon*) qui est maintenant réduite par l'apparition de problèmes pathologiques (virus) et écologique (destruction des mangroves).

Actuellement, parmi les organismes élevés ou cultivés, on recense 102 espèces de poissons, 32 de crustacés, 44 de mollusques et 8 d'algues. Chez les poissons, les espèces les plus importantes font partie des Cyprinides, les Cichlidés, les Salmonides, les Perciformes, les Siluriformes, les Anguilliformes, etc.

La Carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idellus*) est l'espèce de poisson la plus élevée dans le monde (10,5 millions de tonnes) suivie de la Carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) (8,8 millions de tonnes) et du Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) qui représente la 3ème espèce la plus élevée au monde avec une production de 8,3 millions de tonnes (FAO, 2020).

Parmi les espèces dont l'élevage n'est maîtrisé que depuis relativement peu de temps, on observe (pour autant que le marché soit porteur) une phase de démarrage lente qui correspond au développement et à l'amélioration des technologies d'élevage puis une augmentation très rapide de la production. Ce phénomène est en général

couplé avec une réduction des coûts de production mais aussi des prix de vente. C'est le cas par exemple du Tilapia du Nil avec une production qui est passée de 2,6 millions de tonnes en 2010 à 4,5 millions de tonnes en 2018.

Enfin, le développement des technologies d'élevage de plusieurs espèces essentiellement marines, présentant un intérêt potentiel pour l'aquaculture, est encore en phase exploratoire ou au stade pilote (Exemple : Turbot, flétan, cabillaud). En eau douce, on peut citer la perche, le sandre, le clarias, *Heterobranchus*, *Heterotis*, *Chrysichthys*, etc.

2.1.3.4 Le poisson : Élément d'anatomie et de biologie

Tout pisciculteur doit connaître les principaux caractères des poissons et la façon dont ils vivent. Ces connaissances permettent de comprendre les relations du poisson avec le milieu dans lequel il est placé et la façon dont il peut en tirer profit.

A- Anatomie du poisson

A.1. Anatomie externe (Fig 1)

❖ Le corps du poisson

Le corps du poisson comprend la tête, le tronc et les membres. Le corps est fusiforme (allongée) et permet au poisson de bien se déplacer dans l'eau. Il est recouvert par la peau. La peau elle-même est couverte par un mucus visqueux qui la protège (contre parasites et autres). La plupart des poissons, sauf les silures ou poissons-chats, ont des écailles sous la peau qui sont souvent utilisées comme un caractère d'identification des espèces. Sur chaque côté du corps existe une ligne d'écailles appelée "ligne latérale". Cette ligne peut être continue ou interrompue selon les espèces et parfois double (chez les Cichlidae). Le corps du poisson est soutenu par un squelette qui est une charpente osseuse ou cartilagineuse.

❖ La tête

Elle comprend :

- Les yeux de chaque côté, mais parfois du même côté (poisson sole)
- La bouche dont la forme et caractéristiques varient en fonction de l'alimentation du poisson (bouche terminale, infère ou supère). A l'intérieur de la bouche on a les dents dont la forme varie en fonction de ce que mange le poisson (dents fortes et pointues chez les carnivores, dents à plusieurs pointes plus ou moins arrondies placées en plusieurs rangées chez les tilapias, dents molariformes chez les omnivores, dents pharyngiennes, etc.).
- Sur le museau, au-dessus de la bouche, se trouvent les narines (uniquement pour sentir et non pour respirer).
- En bordure de la bouche de certains on a les barbillons qui sont des organes sensoriels qui aident le poisson à trouver sa nourriture.

- Les opercules qui peuvent se soulever et sous lesquels se trouvent les branchies. Les branchies comprennent un arc branchial constitué d'un os qui supporte les lamelles branchiales et les branchiospines servent de filtre pour arrêter les petites parcelles de nourriture dans l'

❖ **Le tronc**

Il part de la tête et comprend la cavité ventrale. Il renferme la vessie gazeuse, l'estomac, l'intestin, le foie, les reins, les ovaires et testicules.

❖ **La queue**

C'est la partie du corps qui se trouve après l'anus et qui se termine par la nageoire caudale.

❖ **Les nageoires**

Ce sont des palettes formées de rayons épineux ou mous. Il existe deux sortes de nageoires : les nageoires paires et les nageoires impaires.

- les paires correspondent aux pattes des animaux terrestres. Ce sont les nageoires pectorales et les nageoires pelviennes ou abdominales placées sous les pectorales ou en arrière sous le ventre.
- Les impaires sont la nageoire dorsale, la nageoire caudale (arrondie ou fourchue) à l'extrémité de la queue et la nageoire anale derrière l'anus.

Pour avancer dans l'eau le poisson se sert surtout de sa nageoire caudale comme d'une pagaie. Les autres nageoires lui sont surtout utiles pour se maintenir en équilibre.

❖ **Les organes de sens**

Possédant, sur le museau, des narines qui ne communiquent pas avec le pharynx, les poissons sont aussi très sensibles aux odeurs (les salmonidés retrouvent par olfaction l'odeur de leur fleuve d'origine. Des substances appétantes détectées par l'odorat sont d'ailleurs très utilisées par les pêcheurs. Des acides aminés appétants (et solubles) sont parfois incorporés à la diète des poissons d'élevage, par exemple chez les poissons plats. Les organes de sens des poissons leur permettent aussi de détecter des changements de salinité de 0,2‰ ou des changements de température de 3/100 de degré C. Ils peuvent aussi réagir à des baissent de pression barométrique qu'ils percevraient au travers de variations de volume de la vessie natatoire. Ils s'enfoncent ainsi en profondeur avant les tempêtes et quittent les lagunes avant les orages, phénomènes connus des pêcheurs. En élevage, la prise de nourriture est également perturbée par la pluie et les orages. La ligne latérale est un organe de sens sensible aux variations de basse fréquence, ce qui permet aux poissons de détecter les mouvements d'eau tels que les courants, la présence de congénères (maintien des bancs pendant la nuit) ou de se positionner dans anfractuosités rocheuses dans l'obscurité.

La reconnaissance visuelle des particules alimentaires est la règle chez beaucoup d'espèces. L'œil de poisson connu pour son grand angle de vision, est très sensible aux mouvements des proies, et moins aux détails de formes. Cet œil est aussi sensible à de basses intensités lumineuses.

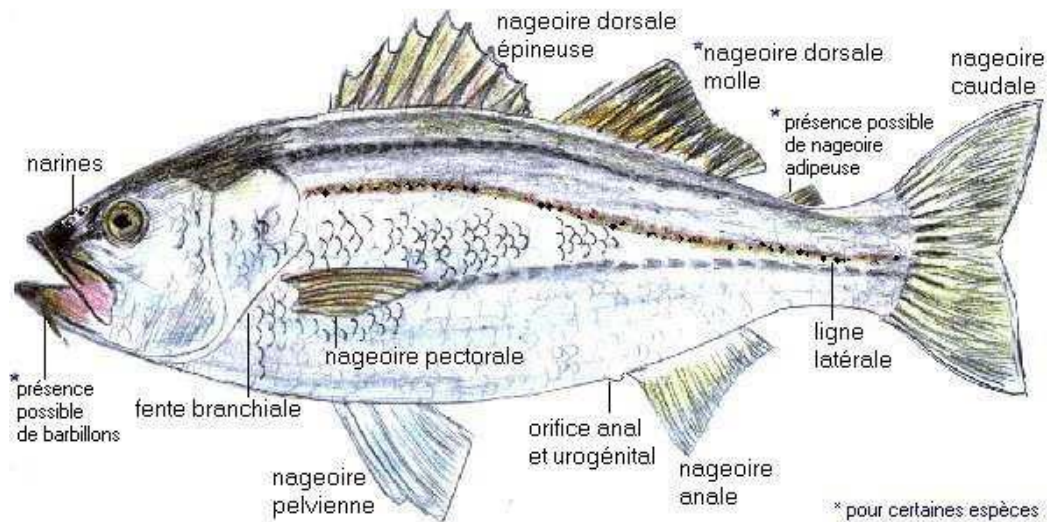


Figure 1 : Schéma montrant l'anatomie externe du poisson

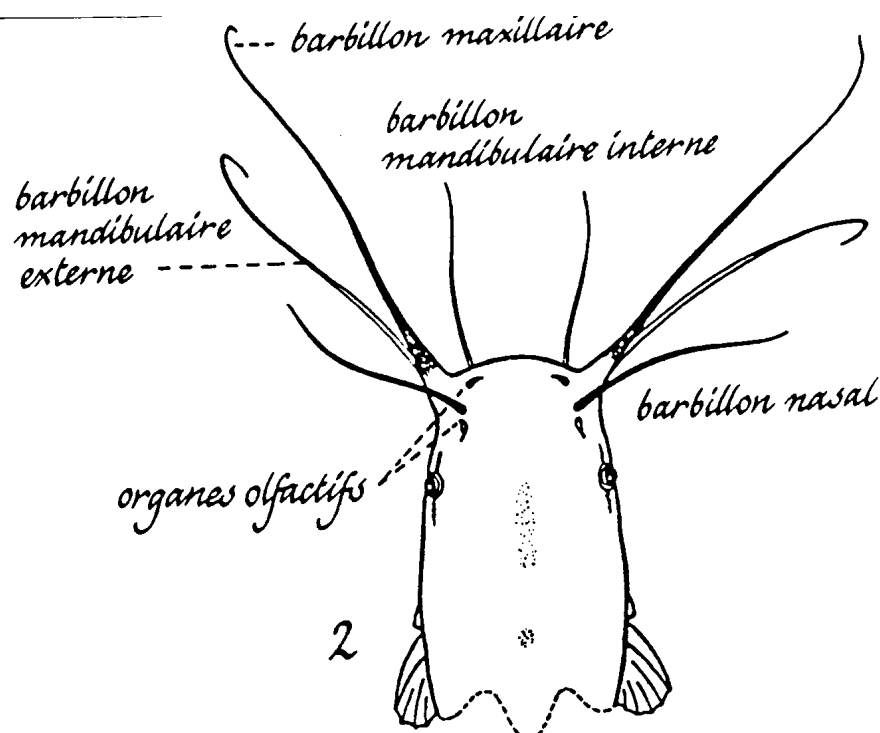


Figure 2 : Schéma montrant les organes de sens

A.2. Anatomie interne (Fig 3)

❖ Les branchies

Une de chaque côté du poisson, est l'organe respiratoire des poissons. L'eau passe à travers leur membrane qui en récolte l'oxygène dissoute dans l'eau. L'eau circule dans les branchies des poissons. On peut repérer cette circulation d'eau par le mouvement des opercules du poisson. L'oxygène est ensuite retenu dans les branchies et le CO² ou gaz carbonique est rejeté.

❖ La vessie natatoire

Elle se remplit ou se vide selon que le poisson souhaite monter ou descendre dans l'eau. Cette vessie se remplit de l'air chargé d'oxygène que la plupart des poissons osseux filtrent par les branchies, et assure ainsi la flottabilité des poissons. Quelques espèces de poissons sont capables d'aspirer de l'air en surface. Grâce à leur vessie natatoire, les poissons ne sont plus contraints de se déplacer en permanence à grande vitesse pour ne pas couler.

❖ Les branchiospines (Les branchicténies)

Petites excroissances en forme de peigne situées à l'avant des branchies, ont pour rôle de filtrer les particules de nourriture contenues dans l'eau que les poissons ingèrent par la bouche et expulsent par les fentes branchiales.

❖ Le système digestif

Il est constitué d'un **estomac** en forme de S rattaché à un intestin généralement plus long chez les herbivores que chez les carnivores.

Au point de jonction entre l'estomac et l'intestin, se trouvent souvent de petites poches en forme de doigts, appelées « **caeca pyloriques** », qui auraient notamment pour fonction de faciliter l'ingestion des aliments (Fig 3).

Les poissons sont dotés d'un appareil auditif interne dépourvu d'oreille externe. Les ondes acoustiques (les sons) se propagent dans l'eau et à travers les os du crâne, avant d'atteindre de petits cailloux en carbonate de calcium (**les otolithes**), qui flottent dans le liquide contenu dans l'oreille interne. **Les otolithes** font ensuite vibrer des cils logés dans l'oreille, qui tiennent lieu de récepteurs sensoriels. Lorsque le poisson grandit, de nouvelles couches viennent se déposer à la surface de l'otolithe, et c'est ce qui permet aux scientifiques d'estimer l'âge de certains poissons.

❖ La gonade

Elle est un organe lié à la reproduction. Chez le mâle il s'agit des testicules, chez la femelle des ovaires. Chez les Cichlidés déjà assez âgés pour se reproduire, on peut reconnaître les femelles et les mâles en examinant les orifices génito- urinaires (Fig 4a). Chez les poissons-chats, la papille génitale est allongée chez le mâle et arrondie chez la femelle (Fig. 4b)

❖ Le rein

Il possède la fonction principale d'éliminer les toxines.

❖ La rate

Elle est un organe important puisqu'elle intervient dans le système immunitaire du poisson, elle gère notamment les infections bactériennes.

❖ La vésicule biliaire

Elle est un organe lié au système digestif, elle stocke la bile utilisée pour la digestion. Les poissons sont des poecilothermes, c'est-à-dire que leur température interne varie selon la température de leur environnement. Si l'eau est froide le poisson est moins actif, en revanche si elle est chaude son métabolisme s'accélère, il devient plus vif.

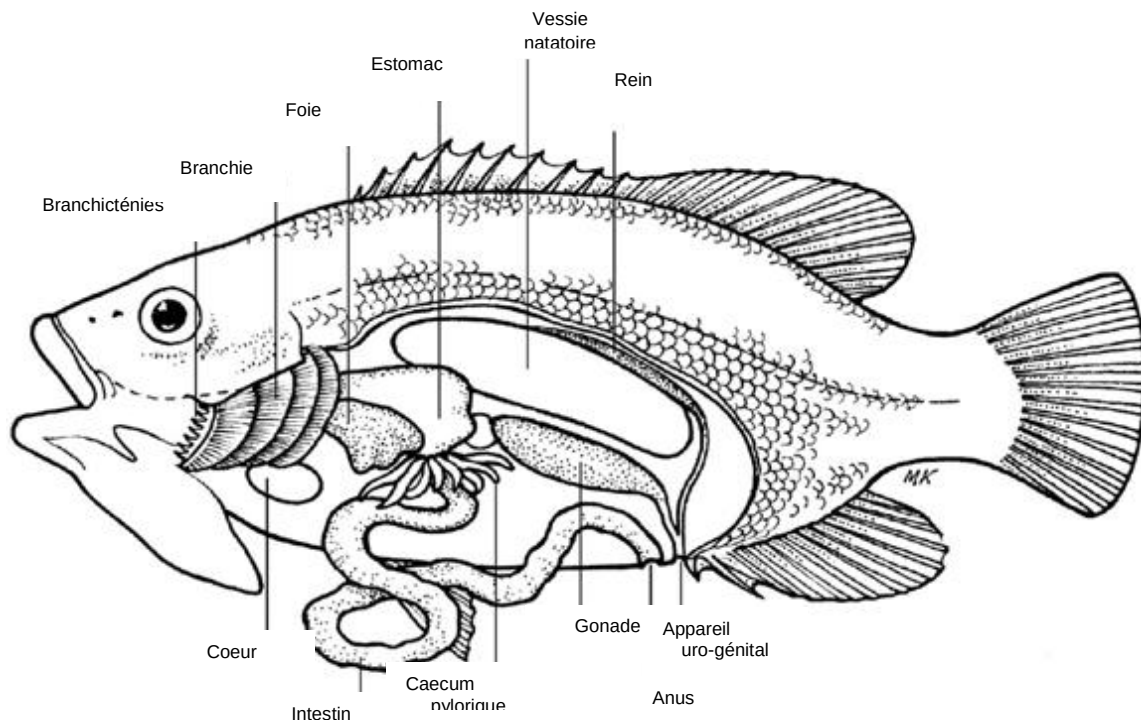


Figure 3 : Schéma montrant les éléments anatomiques internes du poisson

B. Biologie du poisson

B.1. La respiration

La partie du poisson la plus exposée au milieu extérieur est évidemment la branchie puisqu'elle baigne dans un courant d'eau environnante pour en extraire l'oxygène. Cette exigence commande une surface de contact importante, compte tenu de la faible richesse du milieu en oxygène. La respiration chez les poissons se fait à partir des branchies. Le poisson avale de l'eau par la bouche, celle-ci passe sur les branchies et ressort par les fentes que font les opercules en se soulevant. L'échange de gaz se fait à travers la membrane des lamelles branchiales sur lesquelles passe continuellement un courant d'eau. Le sang sert à transporter l'oxygène des branchies vers les cellules des diverses parties du corps et le CO_2 des cellules aux branchies. La couleur rouge des

branchies traduit leur forte irrigation sanguine qui permet des échanges facilités entre le sang et le milieu extérieur au travers de minces épithéliums.

B.2. L'alimentation et la digestion

Les poissons ne mangent pas tous les mêmes aliments. Il y a :

- des poissons mangeurs de micro-organismes
- des poissons herbivores
- des poissons carnivores qui se nourrissent d'animaux tels qu'insectes, crustacés, mollusques ou d'autres poissons
- des omnivores qui mangent un peu de tout.

Souvent l'alimentation varie en fonction du stade physiologique du poisson (jeune, adulte). La forme, la dimension, la place de la bouche et des dents varient suivant la nourriture que préfère le poisson. De même la longueur de l'intestin est fonction du type d'alimentation du poisson. Les carnivores ont un intestin droit et court, les herbivores un intestin long avec beaucoup de replis et les omnivores un intestin de longueur moyenne. En général, les poissons mangent plus et digèrent plus vite lorsque la température de l'eau augmente.

B.3. La croissance

Elle varie selon trois facteurs principaux qui se combinent :

- l'âge : elle est de plus en plus rapide depuis la naissance jusqu'au moment où la reproduction commence, puis elle devient de plus en plus lente à mesure que le poisson vieillit, mais elle ne s'arrête jamais complètement.
- La température : il y a pour chaque espèce une température pour laquelle l'alimentation et l'assimilation sont les plus actives.
- La nourriture : plus ou moins abondante. Si la nourriture fait défaut, ou de mauvaise qualité, les poissons ne grandissent plus. Mais si l'on donne à nouveau de la nourriture, la croissance reprend. Cette propriété est utilisée en pisciculture lorsque l'on veut stocker de jeunes poissons.

B.4. La reproduction (Fig 4)

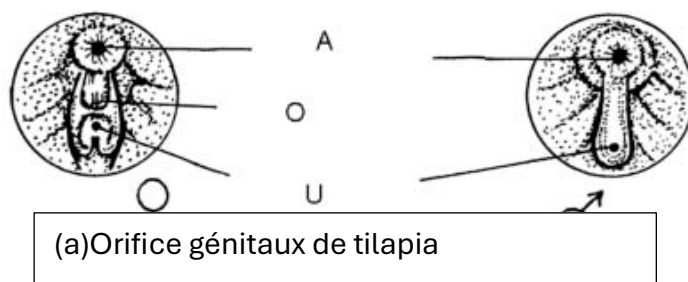
Les sexes sont séparés chez les poissons mais extérieurement il y a, en général, peu de différences entre les mâles et les femelles et il est souvent difficile de les distinguer. Au moment de la reproduction, le mâle devient parfois plus coloré. Chez les Cichlidés déjà assez âgés pour se reproduire, on peut reconnaître les mâles et les femelles en examinant les orifices génito-urinaires (Fig 4a). Chez les poissons-chats la papille génitale est allongée chez le mâle et arrondie chez la femelle, ce qui permet de les reconnaître extérieurement (Fig 4b).

Les femelles ont des ovaires dans lesquels se forment les œufs. Les mâles ont des testicules qui contiennent la laitance. Les testicules chez les poissons-chats ont les bords crénelés.

Dans l'eau après que les œufs ont été pondus par la femelle, le mâle vient les féconder en répandant sa laitance (sperme). Chez certaines espèces (tilapia), la femelle garde les œufs dans sa bouche jusqu'à l'éclosion. Les œufs sont ainsi bien protégés. Après leur naissance et pendant plusieurs semaines, les larves ou alevins sont fragiles et beaucoup d'entre eux meurent. Il faudra donc y prendre soins. La majorité des poissons sont des ovipares.

On distingue trois sortes de développement ovocytaires chez les poissons.

- les semelpares synchrones qui regroupent les poissons qui ne pondent qu'une seule fois dans leur vie. Ils présentent un ovaire dont tous les ovocytes sont au même stade de développement (Anguilles).
- les itéropares groupes - synchrones qui regroupent les poissons qui pondent une seule fois par période de reproduction. Ils présentent un ovaire pouvant contenir 2 populations distinctes d'ovocytes (Clarias).
- et les itéropares asynchrones regroupent les poissons qui peuvent se reproduire plusieurs fois au cours d'une saison de reproduction. Ils présentent des ovaires qui contiennent des ovocytes à tous les stades de développement (Tilapias).



Légende : A = anus, O = oviducte, U = urètre

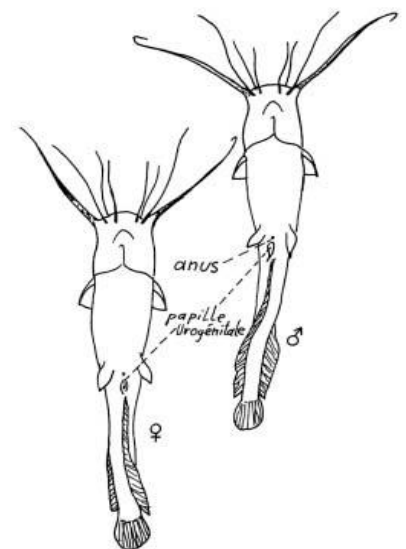


Figure 4 : Schéma de l'orifice génital des poissons

(b) Orifice génitaux de *C. gariepinus*

B.5. Fonction d'osmorégulation

Les poissons sont plongés dans un milieu dont la teneur en sels dissous est le plus souvent différente de celle de leur milieu intérieur, en particulier du milieu sanguin.

Différents mécanismes leur permettent de réguler leur pression osmotique, c'est-à-dire de maintenir de façon permanente leurs fluides corporels à une concentration en sels dissous, quelle que soit la quantité de sels dans le milieu environnant : c'est l'osmorégulation. Cette fonction physiologique consomme de l'énergie extraite de la nourriture et cette énergie n'est donc pas disponible pour la croissance. La salinité d'un milieu d'élevage a un impact direct sur l'utilisation de la nourriture.

La composition du milieu intérieur est régulée par des échanges ioniques et hydriques au niveau de plusieurs organes qui sont en contact avec le milieu extérieur ou intérieur : les branchies, les reins, le tube digestif

La salinité du sang des poissons est intermédiaire entre celle de l'eau douce et de l'eau de mer, et elle est souvent proche de 10 ‰, c'est-à-dire que les poissons devront lutter contre l'élévation de salinité de leur milieu intérieur en eau de mer et contre sa diminution en eau douce.

- en eau douce, les ions du milieu intérieur du poisson auront tendance à diffuser vers l'extérieur à travers les branchies et l'eau à entrer par osmose. Ces processus sont limités de deux façons.

a) le rein produit des grandes quantités d'urine constituée d'eau peu concentrée en sels pour compenser celle qui entre continuellement par les branchies.

b) les ions perdus par l'urine sont compensés par ceux pris au niveau des branchies par des cellules spécialisées dites cellules à chlorure. Ces entrées sont complétées par les ions issus de la nourriture (sels minéraux). Le poisson peut extraire des sels dissous à très faibles concentrations de l'eau environnante, mais il est incapable de survivre dans de l'eau pure : le poisson d'eau douce au sens strict n'existe pas.

- en eau de mer le milieu intérieur du poisson est moins salé que l'environnement : les poissons compensent les pertes osmotiques d'eau qui surviennent au niveau des branchies par une ingestion d'eau de mer : ils boivent et absorbent cette eau par l'intestin. Cette absorption est compensée par une excrétion branchiale de NaCl, les reins n'éliminant que peu d'urine.

La figure 5 de la page suivante présente les échanges ioniques chez la truite.

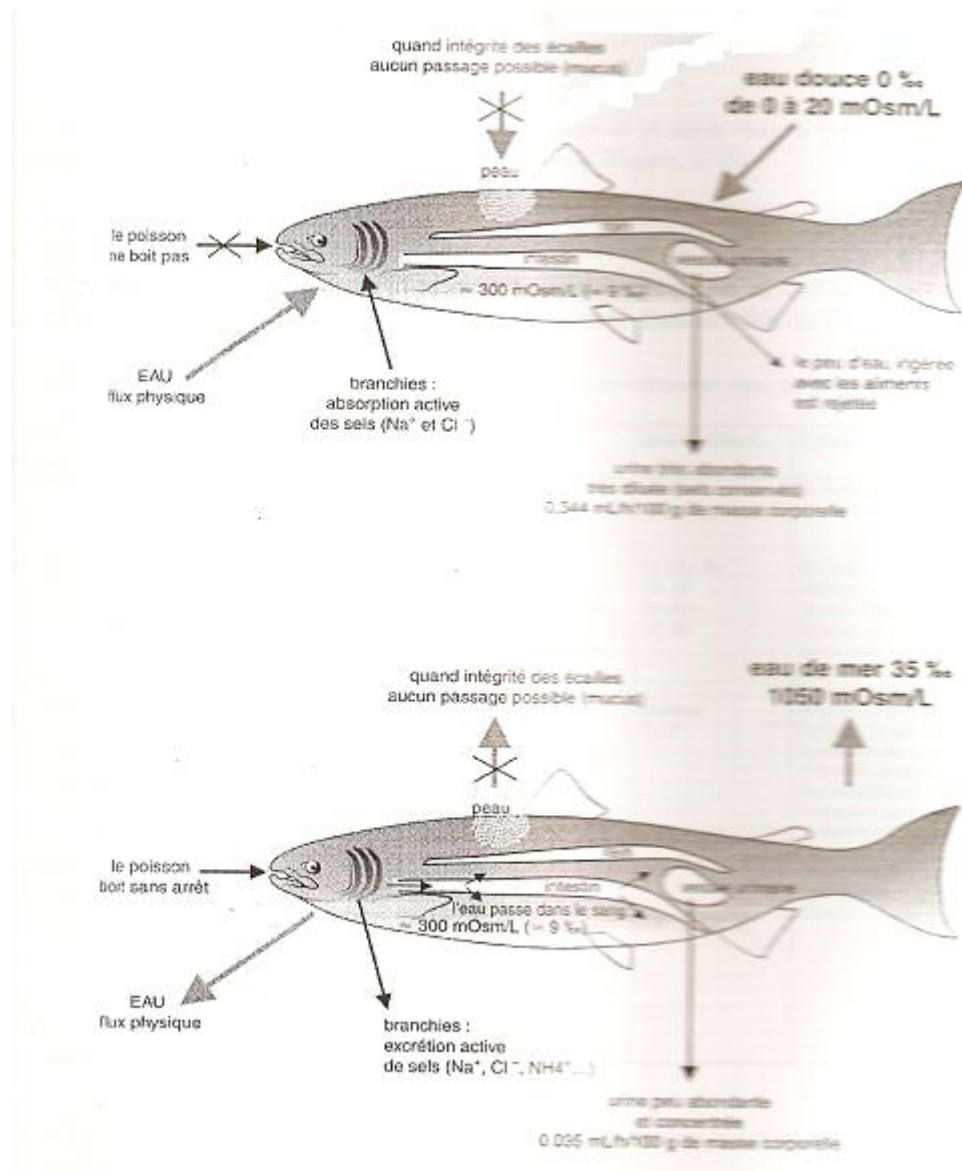


Figure 5 : Les échanges ioniques chez la truite

C. Les espèces piscicoles du Bénin : diversité et caractéristiques

C.1. Caractéristiques d'un poisson de pisciculture

Toutes les espèces de poissons rencontrés dans les milieux naturels (lac, lagune, rivière, fleuve, mer, etc.) ne conviennent pas tous à la pisciculture. Les espèces de pisciculture doivent remplir certaines conditions dont les plus importantes sont :

- avoir une *chair appréciée* des consommateurs ;
- être *rustique* et *facile à manipuler*. *Rustique*, pour supporter des conditions de vie artificielles et *robustes* pour supporter une concentration importante sans être sujet à des maladies épidémiques ; *maniable*, c'est-à-dire en particulier, sans épines dangereuses ;

- pouvoir se *reproduire facilement* en captivité. La reproduction peut être naturelle en étangs, ou provoquée dans les stations d'alevinage par divers procédés
- avoir une *croissance rapide*. La rapidité de croissance dépend de l'espèce, de l'alimentation et des conditions d'élevage. Chaque poisson est améliorable par sélection; par contre, des poissons mal nourris ou en trop grand nombre pour le volume d'eau, resteront petits toute leur vie ; ils consommeront donc de la nourriture inutilement, d'où l'intérêt de placer dans certains étangs quelques poissons prédateurs. La famille la plus intéressante est celle des *Cichlidae* ;
- avec une *alimentation économique*. Être économique à alimenter suppose généralement des poissons à chaîne alimentaire courte, capable d'exploiter le plancton et les aliments végétaux. Les poissons carnivores ne peuvent être employés que lorsqu'on dispose de sous-produits d'origine animale en quantité suffisante, ce qui est rarement le cas en zone tropicale. Les poissons prédateurs sont employés plutôt pour limiter la prolifération des espèces à forte reproduction naturelle ; ils consommeront les poissons trop petits pour être commercialisables.

C.2. Espèces piscicoles rencontrées au Bénin

A. Famille des Cichlidés

Les poissons de cette famille sont ceux qui sont les plus utilisés en pisciculture africaine et malgache, à cause de leurs nombreuses qualités :

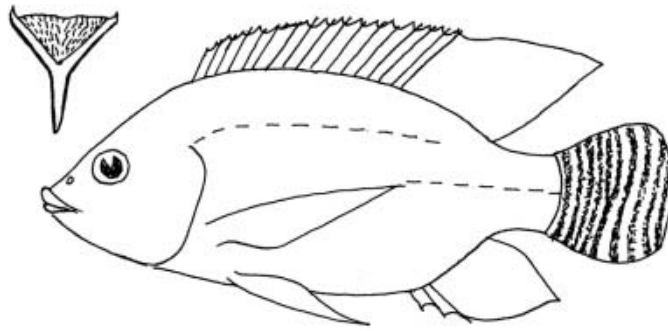
- chair de bonne qualité ;
- rusticité et résilience ;
- reproduction toute l'année en étang dès que la température est supérieure à 20°C ;
- facilité de manipulation.

Leur principal défaut est de ne pas toujours avoir une croissance rapide. Un second défaut est dû à leur reproduction très importante qui surcharge les étangs et ne permet donc pas aux poissons de croître rationnellement.

Au nombre des espèces piscicoles de cette famille nous pouvons citer :

- ***Oreochromis niloticus*** (ou Tilapia du Nil)

C'est le poisson de pisciculture africaine et malgache par excellence (fig. 4).



Oreochromis niloticus avec à gauche son pharyngien inférieur

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance rapide : de 1 à 3 g /jour /individu dans de bonnes conditions. Il peut atteindre 3,5 kg de poids total final en élevage ;
- Une reproduction aisée et rapide ; incubation buccale avec nid en cuvette, mais modérée pour un tilapia ;
- C'est préférentiellement un microphage mais il assimile facilement divers aliments : son de riz, tourteau, déchets d'abattoir. Les alevins ont une tendance micro carnivore et même cannibale. On peut dire qu'il est omnivore en étangs ;
- Une bonne chair, appréciée. De plus, c'est une espèce rustique, facile à manipuler et son hybridation est possible ;
- Il est disponible localement : Cotonou et Lokossa au Bénin, lac de Guiers, étangs de Richard-Toll et Matam au Sénégal, etc. ;
- Il supporte une légère salinité (5 à 15 pour mille), ce qui réduit cependant la reproduction et gêne la croissance ;
- Une reconnaissance aisée grâce aux rayures caudales. Mais il faut faire attention aux hybrides.

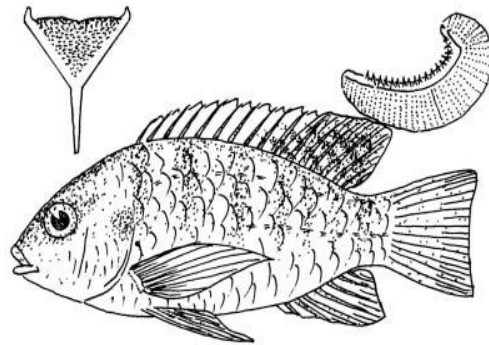
C'est l'espèce la plus élevée au Bénin et surtout en Afrique. Elle a fait l'objet de nombreuses recherches relatives à la biologie, à l'écologie et à ses potentiels aquacoles. Elle a été introduite avec succès dans beaucoup de localités au Bénin.

En dehors de *O. niloticus*, il existe d'autres Cichlidés locaux qui ont été plus ou moins essayés en pisciculture. Pour certaines de ces espèces la croissance est lente (taux de croissance faible) et pour d'autres la reproduction en captivité est difficile. C'est le cas des espèces suivantes :

- ***Sarotherodon melanotheron***

C'est une espèce généralement rencontrée dans les eaux saumâtres et rarement dans les eaux douces. Elle possède des taches noires à la gorge à l'opercule et au niveau du

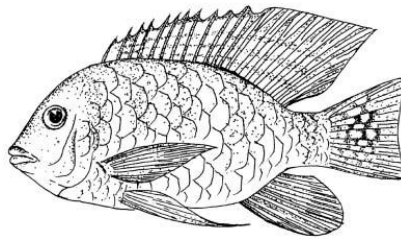
cou. C'est une espèce qui tolère les valeurs élevées de la salinité, elle est microphage. Elle est très adaptée et abondante dans les zones lagunaires du Bénin.



Sarotherodon melanotheron avec à gauche son pharyngien inférieur et à droite le premier arc branchial

- ***Tilapia guineensis***

Elle vit en eau douce et en eau saumâtre. *T. guineensis* possède un ventre et une gorge rougeâtre. On distingue 6 à 8 bandes verticales sur le flanc. Une tache noire ronde appelée tache tilapienne se retrouve sur la dorsale molle. C'est également une espèce microphage.



Tilapia guineensis

B. Famille des Clariidés (ou poissons-chats d'eau douce)

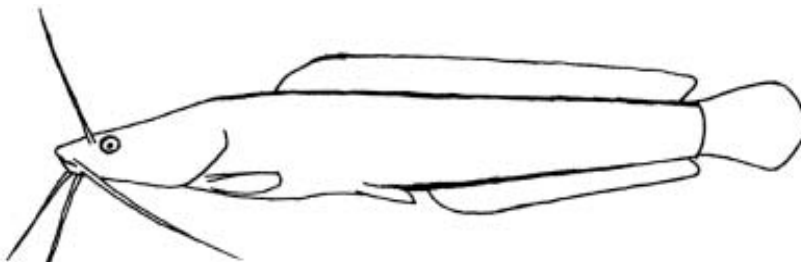
- ***Clarias gariepinus*** est la principale espèce piscicole de cette famille. Ses caractéristiques principales sont :

- Une bonne connaissance par les populations. Sa croissance est exceptionnelle : 3 g /individu /jour et plus, mais on regrette sa difficulté de reproduction en captivité ;
- Une reproduction délicate nécessitant une installation spéciale et une certaine connaissance. On peut récolter des alevins dans le milieu naturel à petite échelle ;
- Un régime omnivore à tendance benthique : il prospecte la vase et avale tout ce qui peut être mangé, ainsi que le son, les déchets, les tourteaux etc. Il a une tendance ichtyophage (attention aux tailles respectives des juvéniles et des prédateurs).
- Une grande rusticité, il supporte une forte promiscuité (10 poissons/ m²). Il remue beaucoup le fond, ce qui trouble l'eau et peut gêner d'autres espèces associées

dans le même bassin. Grâce à sa respiration aérienne et son corps anguilliforme, il peut se déplacer d'un bassin à l'autre, ce qui nécessite une barrière ou des berges à pente forte. C'est un bon prédateur ;

- On en trouve partout au Bénin. Il se reproduit lors des crues. Il est courant aussi dans le Sud-est asiatique ;
- Il supporte des eaux chaudes et peu oxygénées ce qui est un grand avantage pour l'aménagement de pièces d'eau peu profondes.

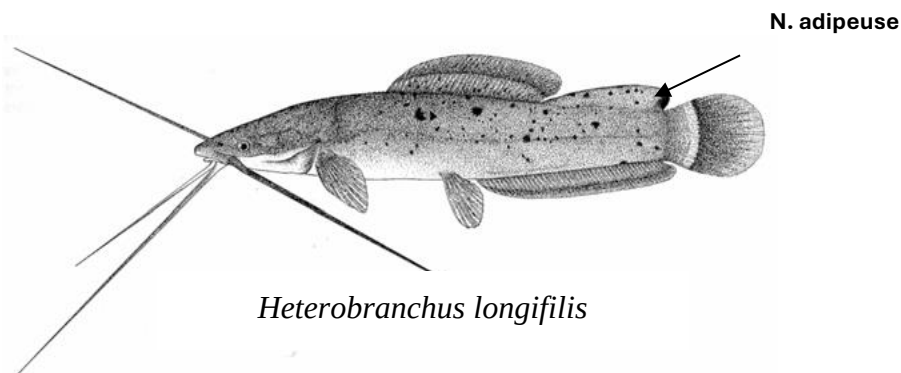
Cette espèce vit dans les zones d'inondation et dans les marécages. C'est un poisson de corps très visqueux, sans écailles et sombre dans l'ensemble. C'est un prédateur, Omnivore. Il est très connu dans les élevages aquacoles d'Afrique.



Clarias gariepinus

- ***Heterobranchus longifilis***

Il ressemble beaucoup au *Clarias gariepinus* à la différence qu'il possède deux nageoires dorsales dont une adipeuse. C'est un poisson omnivore à croissance très rapide. Il vit dans les marécages et dans les eaux d'inondation.



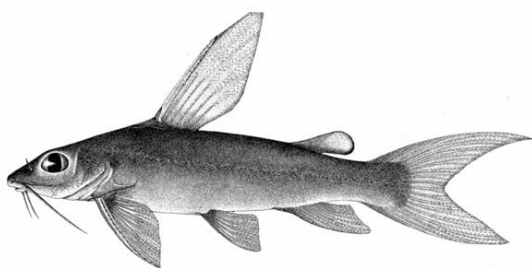
Heterobranchus longifilis

C. Famille des Bagridae

- ***Chrysichthys nigrodigitatus***

C'est un poisson-chat, appelé communément silure blanche ou machoiron. Il possède un corps nu sans écailles avec une coloration claire. Il est muni d'épines qui lui permettent de se défendre. Il habite aussi bien les eaux saumâtres où il est abondant mais se retrouve également en eau douce. C'est une espèce benthophage (qui vit dans les fonds des milieux aquatiques). Il est un excellent candidat à la pisciculture car sa chair est des plus appréciée des poissons d'eau douce. Mais sa reproduction en captivité

pose quelques problèmes ; plusieurs essais de reproduction contrôlée de cette espèce ont été conduits (notamment en Côte d'Ivoire et au Bénin) sans grand succès à ce jour.



Chrysichthys nigrodigitatus

Conclusion

La production des océans et des eaux intérieures (eaux douces) étant limitée, la demande pour les produits de la pêche et de l'aquaculture ne cessant de croître en fonction de l'augmentation de la population mondiale et de la consommation par habitant, l'aquaculture restera donc un secteur d'activité en plein essor et les productions pourraient être triplé d'ici quelques décennies. C'est probablement dans les océans (essentiellement les zones côtières) en raison des surfaces disponibles que les possibilités d'expansion de l'aquaculture sont les plus grandes. Les potentialités maximales de production de l'aquaculture mondiale sont difficiles à établir mais il existe des facteurs qui pourraient devenir limitant comme par exemple la disponibilité et la qualité (dioxine, vache folle, grippe aviaire, etc.) des farines animales (poisson, bovin, volaille, etc.) largement utilisée pour la fabrication des aliments des espèces carnivores, l'impact de l'aquaculture intensive sur l'environnement, et la disponibilité en eau douce. Le développement de l'aquaculture des espèces non carnivores comme les carpes, les tilapias consommant les sous-produits de l'agriculture, permettraient par exemple de limiter l'usage de farines animales. L'utilisation des technologies d'épuration associées à l'élevage en circuit fermé grâce à une réduction de l'impact environnemental de l'aquaculture intensive, pourrait constituer une voie intéressante pour le développement de l'aquaculture continentale. En général, ce sont les poissons d'eau douce qui représentent la part prépondérante de l'aquaculture.

3.1.4 Que faire et comment le faire : Quelles pratiques mettre en œuvre

Pour atteindre les objectifs de ce module, un brainstorming sera fait au début de la séquence sur les concepts en aquaculture (définition et finalités), les débouchés en aquaculture, les principes de choix d'un mode d'élevage et de techniques d'élevage adaptés et les exigences et caractéristiques des espèces piscicoles.



A la suite du brainstorming, des vidéogrammes didactiques sur la conduite technique d'un élevage aquacole seront visualisés par les apprenants. Il s'agit principalement de :

- Documentaire : « La Perche domestiquée » (30 min) (TD 1)
- Documentaire : « L'aquaculture au Cameroun - Réussite (06/10/20) » (3,43 min) (<https://www.youtube.com/watch?v=qrtppHQNfe4>) (TD 2)

Un exercice pratique (TP) sera effectué par les apprenants sur l'anatomie externe et interne du poisson (TP 1). La Fiche de déroulement de cet exercice est présentée ci-après :

○ Fiche de TP N° 1 : Anatomie externe et interne du poisson (TP1)

1. Objectifs de l'exercice :

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- Identifier les différentes parties d'un poisson
- Identifier et nommer les différentes nageoires
- Définir le rôle de chaque nageoire
- Définir le rôle des différents organes/éléments situés sur la tête et le tronc du poisson
- Disséquer un poisson
- Reconnaître les différents organes internes du poisson
- Définir le rôle de chaque organe interne

2. Durée : 1 heure

3. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Laboratoire / paillasse
- Alevins de tilapia / clarias (>50g)
- Blouse
- Trousse à dissection
- Gants
- Loupe à main
- Coton /papier absorbant
- Appareil photo
- Papiers rames blanc A4
- Crayon à papier
- Gomme
- Carnet de note

4. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Porter votre blouse et vos gants
- Suivre attentivement les différentes étapes de la démonstration faite par le formateur
- Prendre un poisson (tilapia ou clarias) par personne
- Identifier les différentes parties, organes et éléments externes du poisson
- Disséquer le poisson selon la démonstration faite
- Sortir le tube digestif en étalant les différents organes sans rompre l'intestin
- Identifier les différentes parties, organes et éléments internes du poisson
- Schématiser les différentes parties, organes et éléments externes et internes du poisson sur un papier blanc A4
- Photographier le poisson disséqué et annoter sur la photo les différents organes externes et internes

5. Mode de restitution

A la fin du TP chaque apprenant devra produire un rapport de 4 pages au plus comprenant :

- Une page de garde contenant le titre du TP, la date et les noms et prénoms de l'apprenant
- Une page présentant le schéma de l'anatomie externe et interne du poisson
- Une page présentant la photo annotée du poisson disséqué (sans rompre l'intestin)
- Une page contenant les difficultés rencontrées lors de l'exercice, les leçons tirées, les conclusions et les suggestions/interprétations découlant de l'exercice

6. Rôle du facilitateur/trice / formateur/trice

Durant cet exercice le formateur devra :

- Lire et expliquer les consignes aux apprenants ;
- Présenter et nommer sur au moins 1 spécimen les différentes parties/organes/éléments de l'anatomie externe du poisson
- Disséquer au moins un spécimen pour montrer et nommer les différents organes internes du poisson
- Vérifier au niveau de chaque apprenant le respect des consignes
- Utiliser une fiche d'annotation (à élaborer) pour attribuer une note à chaque apprenant en se basant le respect des consignes

○ Fiche de TD N° 1 : La Perche domestiquée (TD1)

A. Enoncé

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- Définir et décrire différentes notions en aquaculture
- Lister et décrire les différents systèmes de productions en pisciculture

1. Objectifs de l'exercice :

2. Durée : 30 Minutes

3. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Le documentaire sera visualisé en plénière

4. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Support de film documentaire
- Ordinateur portable
- Vidéo projecteur
- Ecran de projection
- Hauts parleurs

5. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Suivre attentivement le film documentaire présenté
- Noter les étapes de la production en pisciculture
- Noter les méthodes et systèmes d'élevages utilisées
- Citer et décrire les infrastructures et équipements utilisés en aquaculture
- Suivre attentivement les conditions et techniques de reproduction, d'alevinage, de prégrossissement et de grossissement

6. Mode de restitution

A la fin du TD une séance de questions/réponses sera organisée afin d'évaluer le niveau de compréhension des apprenants

7. Rôle de l'enseignant

Durant cet exercice le formateur devra :

- Lire et expliquer les de ce TD
- Assurer la projection du documentaire aux apprenants et répondre aux questions

○ **Fiche de TD N° 2 : L'aquaculture au Cameroun - Réussite (TD2)**

B. Enoncé

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- Citer l'importance et les défis de l'aquaculture en Afrique
- Décrire l'élevage en cage

8. Objectifs de l'exercice :

9. Durée : 3,43 Minutes

10. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Le documentaire sera visualisé en plénière

11. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Support de film documentaire
- Ordinateur portable
- Vidéo projecteur
- Ecran de projection
- Hauts parleurs

12. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Suivre attentivement le film documentaire présenté
- Noter les techniques et méthodes d'élevage utilisées
- Noter les techniques de capture des poissons et de commercialisation

13. Mode de restitution

A la fin du TD une séance de questions/réponses sera organisée afin d'évaluer le niveau de compréhension des apprenants

14. Rôle de l'enseignant

Durant cet exercice le formateur devra :

- Lire et expliquer les de ce TD
- Assurer la projection du documentaire aux apprenants et répondre aux questions

Pour mieux appréhender les notions apprises durant cette séquence, les apprenants seront invités à participer à une sortie pédagogique dans une exploitation piscicole de la place. Durant cette sortie, une masse horaire de 1 heure sera consacrée à l'appréhension de ces notions.

Les Termes de références de cette sortie sont présentés ci-après :

A. Titre de la sortie : Sortie pédagogique sur une ferme piscicole locale

B. Brève introduction et objectif de la visite

Dans le cadre de la mise en œuvre de ce, il est prévu une sortie pédagogique sur la station de recherche piscicole du LaRAEAQ située sur la ferme d'application de la FA. L'objectif de cette sortie pédagogique est de permettre aux apprenants de vivre une expérimentation concrète dans une unité piscicole afin de stimuler leur capacité d'observation et de réflexion pour faciliter l'acquisition des compétences envisagées conformément au modèle d'apprentissage expérientiel de Kolb.

C. Durée : 2h

D. Préparation de la visite

1. Planification (négociation)

Le Responsable du cours devra élaborer et communiquer aux apprenant le planning des activités à réaliser par les apprenants durant le séjour sur la station de recherche piscicole.

En salle, les apprenants seront organisés en groupe de 10 à 20 personnes au maximum ; la constitution des groupes sera faite selon des critères à définir ultérieurement (ordre alphabétique, affinité, centre d'intérêt, etc.).

2. Communication /formalités

Les Responsables du cours devra anticiper les négociations avec les techniciens de la station piscicole à visiter, et assurer le suivi des formalités et logistiques nécessaires à la mise en œuvre de cette activité pédagogique.

Une description sommaire de la station piscicole à visiter de même qu'une fiche de visite (Fiche d'observation) seront élaborées et communiquée aux apprenants.

3. Choix du site

Le choix de l'exploitation piscicole à visiter sera basé sur :

- La diversité des systèmes, équipements et matériel de production fonctionnels disponibles
- La proximité et l'accessibilité du site
- La disponibilité de techniciens pour l'encadrement des apprenants durant la visite

E. Pendant la visite

1. Organisation / méthode

Des sections/thématiques d'activité en lien avec les opérations piscicoles (écloserie, alimentation, bassins hors-sol, étang, pathologie, qualité de l'eau, matériel et équipements, gestion administrative et comptable, etc.) seront définies en fonction du nombre de groupes formés. Chaque groupe travaillera durant une période (1 à 2 heures) sur une ou plusieurs sections/thématiques afin de faire un diagnostic exhaustif des différentes opérations liées à leur(s) section(s).

La méthode de Word café sera utilisée pour permettre à tous les apprenants de participer et comprendre les opérations menées dans toutes les sections de la ferme.

2. Logistique /matériel

La logistique et le matériel suivants sera nécessaire pour la sortie pédagogique sur la ferme piscicole :

- Appareils de mesures
- Décamètres
- Balance/peson
- Bottes
- Broses
- Gants
- Blouse
- Filet à plancton
- Filet Senne
- Epuisettes
- Disque de Secchi
- Géniteurs de Clarias
- Trousse à dissection
- Piluliers
- Formol 10%
- Fiche d'observation

3. Brève description du lieu/site à visiter

Une description sommaire de la station piscicole à visiter sera élaborer

4. Activité à exécuter ou consignes (checklist)

Durant la visite sur la station piscicole les activités suivantes seront exécutées :

- Caractérisation des infrastructures, matériel et équipements piscicoles
- Entretien des bassins piscicoles
- Pêche à la senne en étang
- Collecte du plancton (phyto et zoo)
- Mesure des paramètres physico-chimique de l'eau
- Alimentation des poissons

5. Rôle de l'enseignant

- Planifier la sortie pédagogique
- Faire les formalités nécessaires pour la tenue de la sortie pédagogique
- Encadrer les apprenants durant la visite
- Evaluer les apprenants

F. Après la visite

Canevas de rapportage

Un canevas de rapportage sera élaboré et transmis aux apprenants avant la sortie pédagogique.

Restitution

Chaque Groupe d'apprenants produira un rapport (8 à 10 pages au maximum) de sortie pédagogique conformément au canevas qui sera fourni.

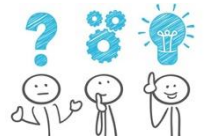
Eléments de suivi

Les éléments de suivi seront mentionnés dans le canevas de rapportage qui sera proposé

Support imagé sur les bonnes pratiques



Qu'avez-vous appris durant cette séquence, "do" et "don't"



Questions et suggestions de l'apprenant

3.2 Séquence 2 : Infrastructures et équipements aquacoles



3.2.1 La séquence en bref – qu’allez-vous apprendre ?

Durant cette séquence l’apprenant apprendra à faire des aménagements piscicoles et à utiliser des équipements et matériels piscicoles et leur maintenance.

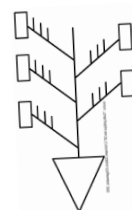
3.2.2 Quel est le défi à relever ou le problème à résoudre

A la fin de ce cours l’apprenant devra être capable de :

défi

- Concevoir et installer divers types d’infrastructures aquacoles ;
- Utiliser des équipements et matériels aquacoles et assurer leur maintenance.

3.2.3 Pourquoi et comment : Quels sont les concepts, phénomènes scientifiques de base et méthodes à maîtriser pour comprendre et relever le défi



3.2.3.1 Critères de choix des milieux d’élevage

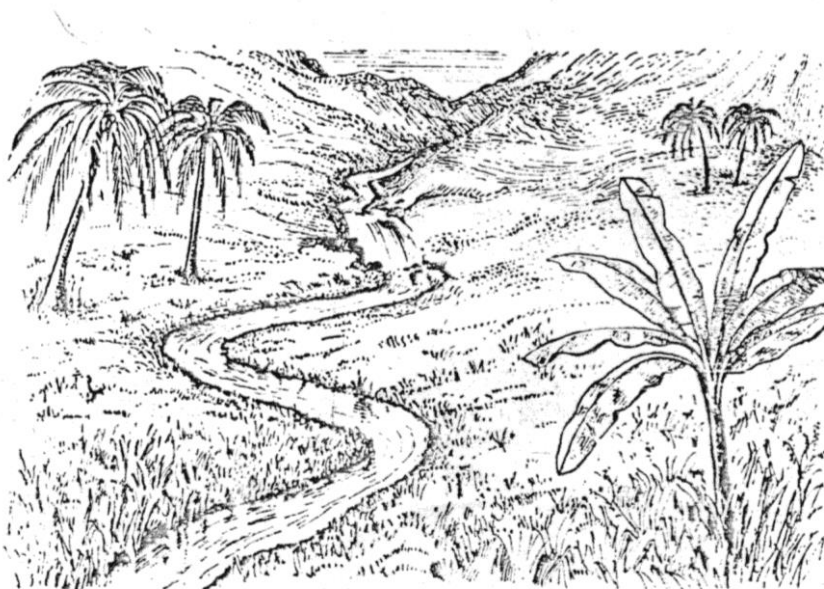
a- La nature de la vallée et la topographie

L’élément le plus important dans la sélection d’un site pour la pisciculture en étang est son potentiel pour une vidange totale et si possible gravitaire. Ceci implique que le fond des étangs des bassins soit situé au-dessus de l’exutoire hydraulique (rivière, canal ou fosse de reprise pour pompage). Le site optimum pour la construction d’étang présente une pente faible ou nulle (0,5 à 2 %). Ainsi, la pente du fond de l’étang suivant celle du sol, les volumes de terre mis en œuvre pour la confection des digues sont alors réduits. Lorsque la pente du terrain est supérieure, la profondeur maximale de l’étang doit être calculée de façon à ce qu’il soit ménagé une profondeur suffisante pour la vie piscicole au point le moins profond (80 à 100 cm). Ceci implique souvent d’importants déplacements de terre. En zone accidentée, des digues hautes et coûteuses doivent être construites. La limite à ne pas dépasser pour des raisons économiques est de 3 m de hauteur. La topographie et la situation du site doivent permettre un accès en tout temps aux étangs pour les différentes opérations techniques (nourrissage, fertilisation, récoltes).

Les figures ci-après présentent les types de vallée et ceux qui sont indiqués pour l’installation d’un étang de pisciculture.



Vallée impropre à la pisciculture



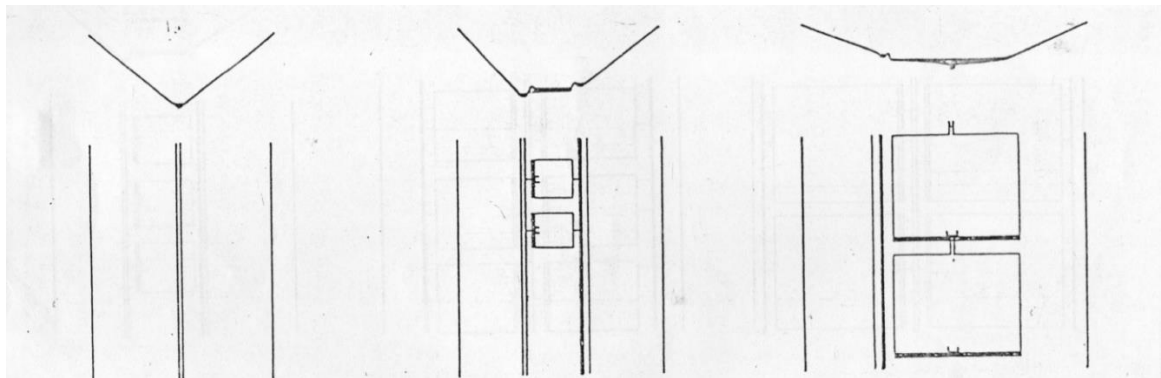
Vallée favorable à la pisciculture

L'utilisation possible des divers types de vallée pour la création d'étangs est examinée sur les figures ci-dessous.

Type 1a

Type 1b

Type 1c



Type 1a : Création d'étangs souvent non recommandée, sauf si l'angle est fortement obtenu

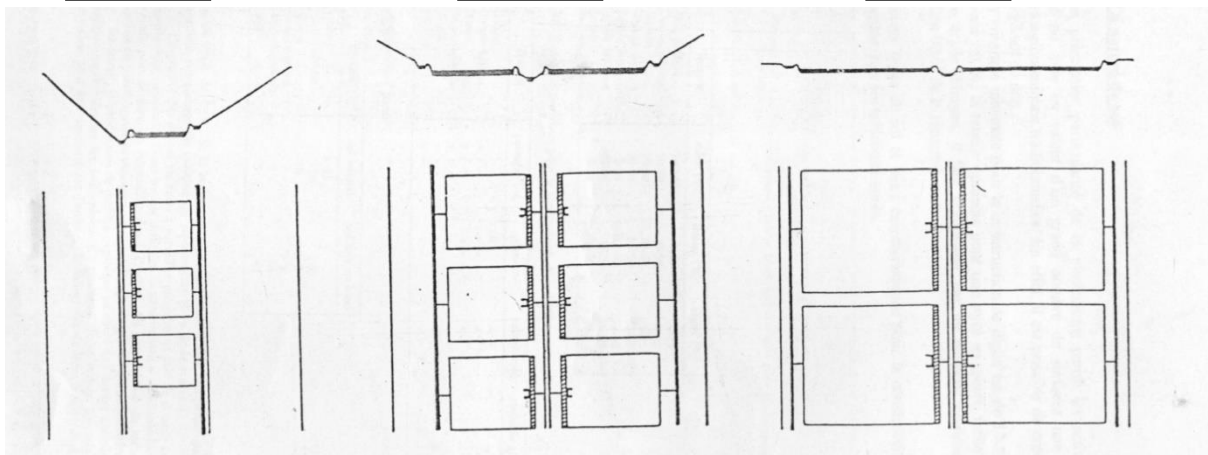
Type 1b : Création de petits étangs en dérivation

Type 1c : Création de barrage (sans déplacement du cours d'eau) ou d'étangs en dérivation, en chapelet (avec déplacement du cours d'eau).

Type 2

Type 3

Type 4



Type 2 : Création d'étangs en dérivation en chapelet ou en parallèle. Une série d'étangs

Type 3 : Création d'étangs en dérivation. Une ou deux séries d'étangs en parallèle ou en chapelet

Type 4 : Création d'étangs en dérivation souvent possible. Une ou deux séries d'étangs en parallèle ou en chapelet.

b- La nature du sol

L'une des principales particularités de la pisciculture parmi les activités agricoles est la possibilité de mise en valeur d'un grand nombre de surfaces non exploitables par les techniques agronomiques traditionnelles. En effet, il est possible de créer des étangs dans un sol très argileux ou non. Les sols sur lesquels reposent les étangs piscicoles doivent donc satisfaire certaines conditions. Le sol doit être imperméable donc argileux pour pouvoir retenir l'eau. La topographie doit permettre un écoulement facile des eaux en cas d'étangs en dérivation. Dans une étude de faisabilité technique, il est important de se renseigner sur la structure, la texture et la composition chimique du sol. Pour cela on peut procéder de deux façons :

- il suffit de prendre un échantillon de sol de surface, le mettre en boule, l'envoyer en l'air et le laisser tomber. S'il se disperse alors il est meuble et impropre à la pisciculture. S'il ne se disperse pas, il est bon et peut être utilisé pour la pisciculture.
- on peut aussi réaliser dans le sol un trou de 1m² et de 1,5m de profondeur et d'identifier les différentes couches successives. Le trou peut être rempli d'eau pour observer le degré d'infiltration le lendemain (le faire 3 fois de suite). Par exemple pour les étangs de la ferme piscicole de la FSA on a environ 20 cm de terre arable, 30 cm de terre de barre (couleur rouge), suivi d'une couche argileuse qui indique que ce sol peut retenir l'eau.

La teneur en argile minimale pour la construction de digue est de 17-20%, il convient de ne pas dépasser 60 %, la teneur optimale pour une mise en œuvre facile étant de 40%. Si la teneur en argile diminue, il faut compenser par un meilleur compactage (le compactage représentant 90 % de la réussite).

Les différents types de sol et leurs caractéristiques pour la construction de digues d'étangs sont présentés dans les tableaux ci-après.

a) Classification texturale des sols :

Texture	sable (%)	limon (%)	argile (%)
sols sableux	70-100	0-30	0-15
limon sableux	50-70	0-50	0-20
limon	20-50	70-85	5-25
limon argileux	20-45	15-50	25-40
argile limoneuse	0-20	40-60	35-55
argile sableuse	45-65	0-20	35-55
argile	0-20	0-40	40-100

b) Qualité des matériaux pour la construction de la digue :

Texture	perméabilité	plasticité	compactage	aptitude globale
sable	- - -	0	+ +	- - -
limon sableux	+ / -	+ +	+ / -	- -
limon	+ / -	+ + +	+ / -	+ / -
argile sableuse	+ + +	-	+ +	+ +
argile	+ + +	+ / -	+	+ + +
tourbe	- -	- -	- -	- - - -

c) Perméabilité (cm/j) :

Texture	sol naturel	sol mis en boue
sable	> 25	
limon sableux	15	5
limon	10	3
limon argileux	7	2
argile limoneuse	2	≈1
argile	3	≈1

L'humidité des digues est aussi à surveiller précisément afin de donner au sol sa plasticité maximale. Dans les cas difficiles, la détermination de l'humidité optimale peut se faire en laboratoire. La perméabilité du sol est à mettre en parallèle avec la ressource en eau et le type de gestion qui sera développée sur les étangs ; la production de matière organique au cours de l'élevage contribuera rapidement à colmater les infiltrations. Ce processus de colmatage des sols peu étanches peut être amélioré par l'emploi de fumier ou de lisier à forte dose lors de la construction des digues.

3.2.3.2 Les différents milieux et leurs caractéristiques

En fonction de la topographie et des endroits où l'élevage est réalisé on peut distinguer des systèmes d'élevage traditionnels et des systèmes d'élevage améliorés.

a- Les systèmes traditionnels

Ils reposent sur des pratiques primitives d'élevage de poisson, en quelque sorte, les prémisses de la pisciculture en Afrique.

- Les Ahlos

Adaptés aux fleuves de plaine, ils consistent à coucher tout au long des berges du lit mineur, sur une largeur de quelques mètres, des branchages sur lesquels se développent des plantes semi-aquatiques de surface (jacinthe d'eau, nénuphar, etc.). Les poissons s'y réfugient et se nourrissent des aliments fournis par les branchages. Dans certains cas les paysans augmentent la surface du Ahlo en creusant des tranchées perpendiculaires aux berges qu'ils remplissent également de branchages. La récolte consiste à entourer

en saison sèche le système d'un long filet puis de procéder par petit secteur à l'enlèvement des branchages et à la récolte des poissons (1,5 à 2 t/ha/an).

- Les whedos ou trous à poissons

D'un niveau technologique plus élevé, les whedos sont des tranchées fermées de 1.5 m de profondeur, de 4 m de large et de 20 m à plusieurs centaines de mètres de longueur. Ils sont construits dans la plaine inondable (cas dans le delta du fleuve Ouémé). Ces tranchées sont inondées en saison des pluies mais captent les poissons et retiennent l'eau lors de la décrue et pendant toute la saison sèche. Partie par partie, les poissons sont récoltés à l'aide d'un filet.



Photo d'un whedos exploité et en exploitation et à Gangban (Vallée de l'Ouémé)

- Les acadjas

Inventé au Bénin, l'acadja consiste à planter en anneau des pieux de bambous ou d'autres arbustes et à remplir l'intérieur du cercle de branchages plantés ou couchés. Il est encore appelé parc à branchages. Ces branchages attirent et concentrent les poissons en leur fournissant refuge et nourriture. Les récoltes de poissons y sont faites à l'aide de filet.

(A)



(B)



(A) *Vue aérienne des parcs d'acadjia sur le lac Nokoué*

(B) *Parc d'acadjia sur le fleuve Ouémé (Vallée de l'Ouémé)*

b- Les systèmes améliorés

- Les étangs

Un étang est une pièce d'eau que l'on peut facilement remplir et vider suivant les nécessités de la pisciculture. Il est installé dans les régions où la rétention de l'eau par la terre est possible (zones argileuses). L'étang doit constituer un milieu favorable au développement du poisson. C'est une étendue d'eau moins importante qu'un lac dont la profondeur moyenne est inférieure à 1,5 m et qui peut être colonisée sur toute son étendue par la flore littorale. La forme, les dimensions et la profondeur d'un étang varient suivant la topographie du terrain, le climat de la région, les conditions d'exploitation et les ressources du propriétaire. Les formes rectangulaires ou carrés sont plus faciles à exploiter.

(A)



(B)



(A) *Etang videangeable en construction à Gbégourou (N'dali)*

(B) *Etang sur nappe phréatique à Pénéssoulou (Bassila)*

Les divers étangs de pisciculture intensive sont :

- Les étangs de barrage

Ce sont les étangs traditionnels de régions à topographie marquée, ils sont construits en barrage de rivière ou de ruisseau.

- Les étangs en dérivation

Ils sont établis sur le côté d'une vallée et alimentés en eau par dérivation à partir d'une source ou d'un cours d'eau principal. Ce sont également des étangs de bassin versant, construits en fonction de la topographie pour récupérer les eaux de ruissellement.

- Les étangs creusés par excavation

Ils sont alimentés par une nappe souterraine qui définit le niveau d'eau. Les étangs créés par surélévation par rapport au terrain naturel par endiguement périphérique complet (bassins) ils ne disposent généralement pas d'une alimentation en eau gravitaire.

Dans les régions où la nappe phréatique est proche de la terre, l'étang y est directement installé et on parle d'étang non vidangeable ou étang de nappe. C'est le cas des étangs construits dans les bas-fonds

- Les bassins

La pisciculture en bassins est souvent pratiquée dans les milieux où la rétention de l'eau est difficile (zones sablonneuses). Les bassins sont construits en béton et peuvent avoir différentes formes (circulaires, rectangulaires, carrés, etc.). Lorsqu'ils sont de formes rectangulaires, on parle de raceways. Les dimensions d'un bassin sont variables en fonction des objectifs.

(A)



(B)



(A) Bassin aquacole hors-sol en béton à l'URZH (FAST/UAC, Abomey-Calavi)

(B) Tank en polyéthylène pour l'élevage intensif

- Les enclos

Les enclos sont installés dans les milieux peu profonds et vaseux des cours et plans d'eau. Ce sont des délimitations de portion d'eau avec des filets enfoncés solidement dans la vase et maintenus en place par des piquets. Le plus souvent l'enclos est constitué par une barrière de bambous entourée d'un filet à petite maille. La hauteur du filet doit dépasser le niveau de l'eau en cas de variation de celle-ci. Ce dispositif est installé à des endroits peu profonds (1 à 2 m), à l'abri des vents violents. La surface des enclos varie entre 0,5 à 1 ha. Les filets sont enterrés à 50 cm dans la vase ou lesté par le bas pour éviter la fuite des poissons.

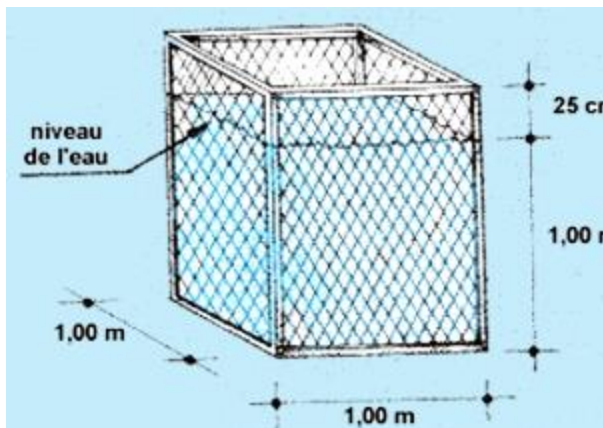
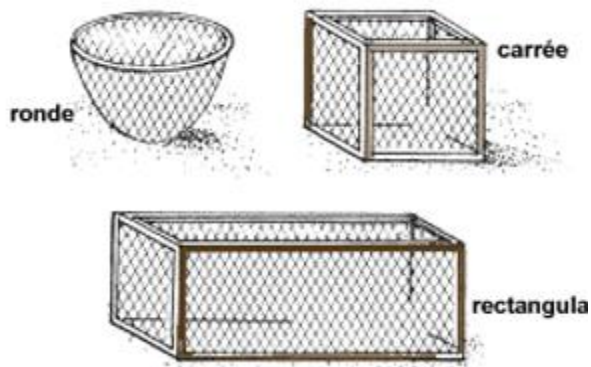


Enclos de milkfish (Chanos chanos), à Laguna de Bay aux Philippines

- Les cages flottantes

Les cages sont des enclos semi-mobile que l'on peut installer en eau libre dans les cours d'eau ou retenues naturelles. Leurs surfaces varient de 1 à 100 m². Les cages sont en général maintenues en surface de l'eau par des flotteurs ou bien posés au fond par des pieds. Une cage est constituée d'un montant qui surmonte les filets ou grillage.

Voici quelques types de cages utilisés :



(A) Train de 4 cages flottantes à Grand Popo (Bénin)

(B) Train de cages plusieurs cages flottantes

3.2.3.3 La classification suivant le mode d'élevage

Suivant le mode d'élevage on peut distinguer :

- La pisciculture intensive (haute technologie et rendement très élevé) ;
- La pisciculture extensive (on met à contribution la richesse d l'eau pour nourrir les poissons, rendement faible) ;
- La pisciculture artisanale (technologie artisanale peu évoluée) ;
- La pisciculture commerciale (technologie évoluée, parfois intensive) ;
- La pisciculture familiale (pisciculture pour la famille, pour sa propre consommation).

3.2.3.4 Les formes et dimensions des milieux d'élevage

Une fois le type d'étang choisi, il faut déterminer sa forme, ses dimensions, sa profondeur, les cotes d'arrivée d'eau, du niveau de l'eau de l'étang et du point de vidange.

Forme : peut-être rectangulaire, circulaire ou carrée.

Dimensions : quelques centaines de m² à un ha de préférable rectangulaire.

Profondeur : 0,5 m à 1,5 m pour la partie la plus profonde.

Côtes du point d'arrivée et de vidange : le niveau d'eau maximum de l'étang doit être légèrement au-dessous de celui du fond du canal d'alimentation et le point de vidange au-dessus des plus hautes eaux de la rivière afin de faciliter la pêche par vidange.

3.2.3.5 Les principales parties d'un étang

- Le système d'alimentation en eau,
- Le fond ou assiette de l'étang,
- Le moine ou l'appareil de vidange de l'étang (voir photo),
- Les digues,
- Le déversoir ou le trop plein.

A. Le système d'alimentation en eau

Les étangs de barrage sont alimentés directement par une source ou un ruisseau. Pour les étangs en dérivation, il n'en est pas de même et le système d'alimentation comporte :

- La prise d'eau à l'amont du canal

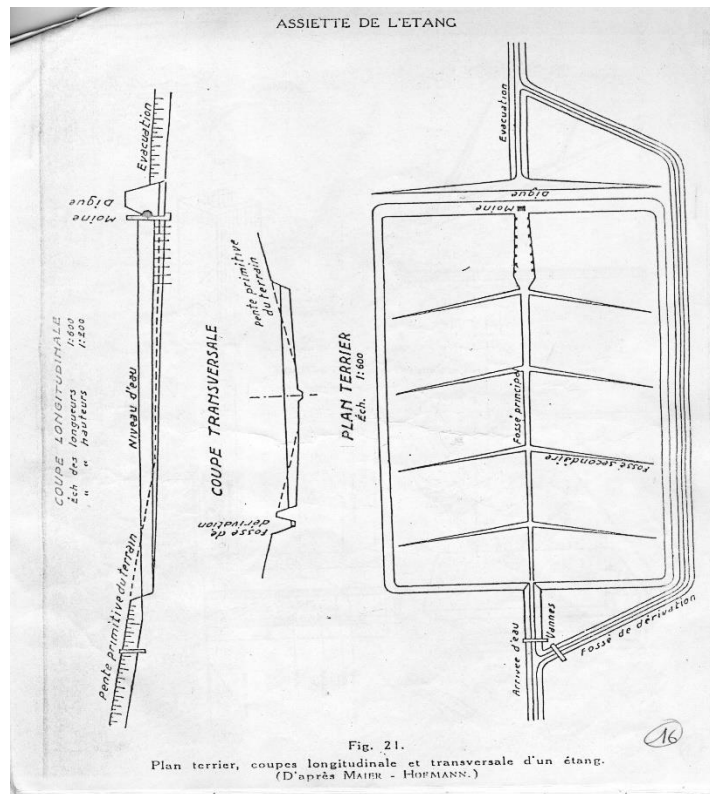
Cette prise d'eau n'existe pas si le canal est alimenté par une source dont le débit est utilisé en totalité. Si par contre, l'eau vient d'un cours d'eau, il est nécessaire de prévoir un dispositif pour prendre dans le cours d'eau le débit dont on a besoin et rien de plus. La meilleure prise d'eau est un gros tuyau de béton ou de fer pourvu d'une vanne. Mais d'autres plus simples peuvent être conçues. Les prises d'eau s'installent, si possible, à contre-courant pour éviter le transport des matériaux que charrie la rivière vers les étangs.

- L'arrivée d'eau dans l'étang

Cette prise d'eau permet le réglage du débit d'entrée de l'eau dans l'étang et doit, d'autre part, empêcher la circulation des poissons entre le canal et l'étang. Pour les petits étangs, la meilleure prise d'eau est un tuyau de fer galvanisé de 50/60 mm ou 60/70 mm avec une vanne à l'amont et une boîte de protection à l'aval. L'extrémité aval du tuyau sort à 30 ou 40 cm au-dessus de l'étang et l'eau tombe à travers la boîte de protection. Le débit est réglé par la vanne et les poissons indésirables sont recueillis sur la grille de la boîte de protection.

B. Le fond ou assiette de l'étang

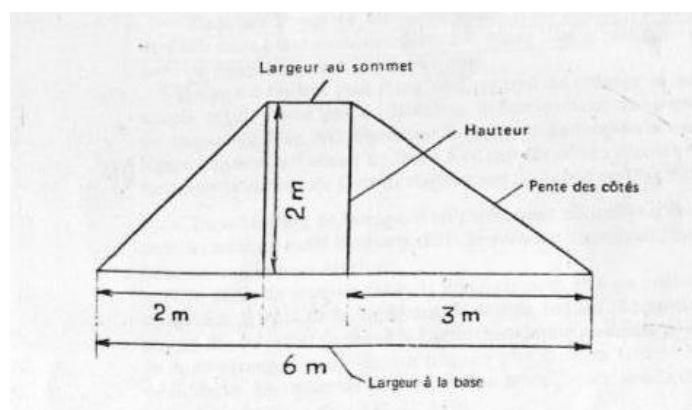
Le fond de l'étang doit être aménagé pour que celui-ci puisse être vidé complètement et que, à la fin de l'opération, le poisson soit rassemblé près du système de vidange. Le fond doit être donc en pente douce et régulière vers le moine (1 à 5 %), et débarrassé de toute végétations et souches d'arbres.



Coupe longitudinale et transversale d'un étang

C. La digue

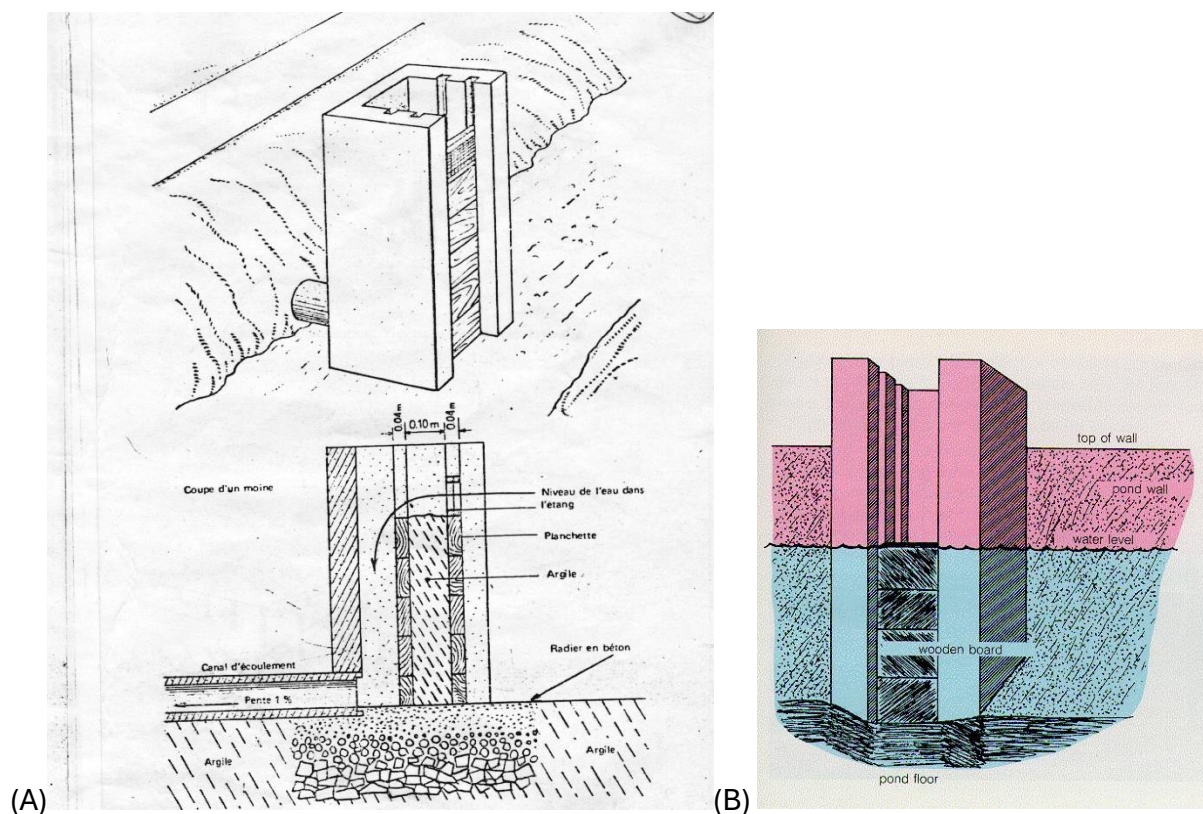
La digue est l'une des principales parties d'un étang. La construction de la digue doit se faire avec un grand soin. Ses deux qualités principales sont d'être solide et imperméable. La digue doit être construite par couches de 20 cm et il faut damer chaque couche. Un sol sec doit être humecté. En principe la largeur de la digue à son sommet doit être égale à sa hauteur et avoir au minimum un mètre. La hauteur de la digue doit dépasser la ligne de flottaison de 30 cm pour les petits étangs et de 50 cm pour les grands étangs. Lorsque la digue est terminée on la couvre de gazon. On ne doit pas planter d'arbres sur la digue, parce que les racines provoquent des infiltrations.



Coupe d'une digue

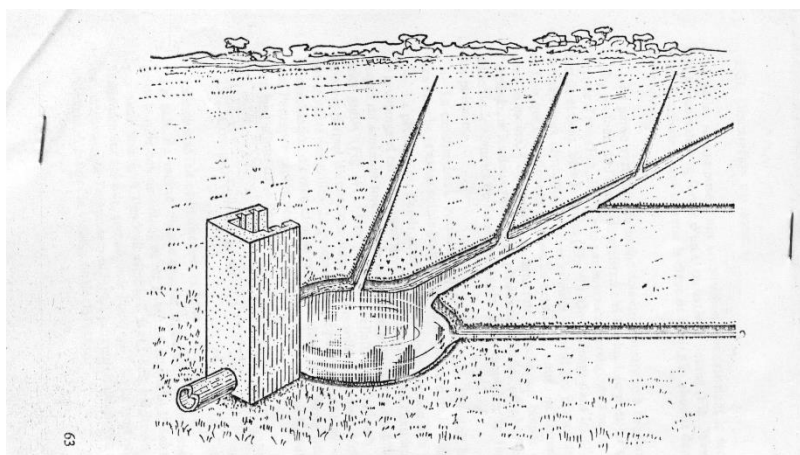
D. L'appareil de vidange : Le moine

Il existe de nombreux systèmes de vidange. On a beaucoup utilisé autrefois le bouchon de vidange. Il ne donne aucune souplesse lors des opérations de mise à sec. On ne peut le recommander que pour les tout petits étangs. Le meilleur dispositif de vidange est celui qui comporte un moine. Le moine se compose d'une construction verticale en U ouvert vers l'étang et d'une canalisation qui traverse la digue de l'étang et aboutit dans une pêcherie. Il peut être en béton ou en bois ou être remplacé par un tuyau PVC (voir schémas ci-après).



(A) : Schéma du Moine

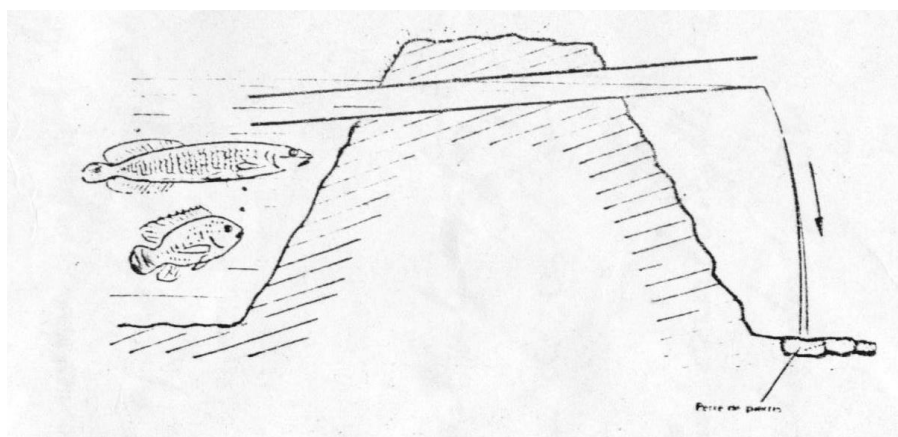
(B) : Un moine sous eau



Le moine et le drainage de l'assiette d'un étang

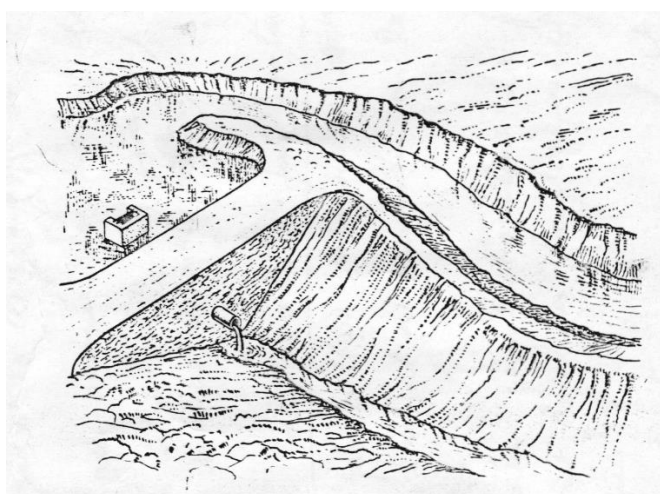
E. Le déversoir ou le trop plein

Dans les étangs en dérivation munis d'un moine, l'arrivée de l'eau dans l'étang est contrôlée et le léger filet d'eau qui en sort est évacué par le sommet du moine. S'il s'agit d'un très petit étang où l'appareil de vidange est un simple tuyau fermé par un bouchon, il faut prévoir un tuyau de trop-plein. On donne à ce tuyau une légère pente vers l'amont de façon à ce que les débris divers qui flottent à la surface de l'eau ne risquent pas de l'obstruer (figure ci-dessous).



Vue du tuyau de trop-plein

Dans un étang de barrage, il est absolument nécessaire d'évacuer les eaux en excès lorsque le débit du ruisseau augmente. Pour cela on emploie un déversoir. Si le débit de crue est faible le déversoir peut être un couloir creusé sur le côté de la digue dans le terrain naturel. Le niveau amont de son radier se situe à la hauteur maximum souhaitée pour l'eau de l'étang et naturellement toujours plus bas que le sommet de la digue. Le radier du déversoir est en pente douce vers l'aval sans chute brusque (confère figure ci-dessous). Si le débit de crue est important, il faut envisager des ouvrages de maçonnerie souvent plus onéreux.



Vue d'un déversoir latéral

3.2.3.6 Le piquetage ou dimensionnement d'un étang

L'installation des étangs demande que les dimensions soient bien respectées tout autour. Le dimensionnement se fait au moyen de piquets (piquetage) avant de démarrer le creusement. Le meilleur piquetage commence par l'assiette de l'étang, les pentes et ensuite la digue (voir schémas ci-dessous). Horizontalement, la pente sur les côtés de l'étang doit avoir au moins 1 m et la partie supérieure de la digue 2 à 3 m. Mais les dimensions à donner à l'étang, dépendent de plusieurs facteurs : la topographie du terrain, les moyens de l'exploitant, l'objectif de la pisciculture, les conditions de l'exploitation. Mais lorsqu'il s'agit d'étangs où l'eau circule suffisamment et qui sont munis d'un système de vidange adéquat, le cas des piscicultures intensives par exemple, les dimensions importent peu dans l'efficacité dans la production. En revanche dans le cas des piscicultures artisanales où l'eau dans les étangs ne circule pas, l'exploitant a intérêt à construire des étangs suffisamment larges pour pouvoir bénéficier de l'aération de la surface de l'eau par l'air ambiant.

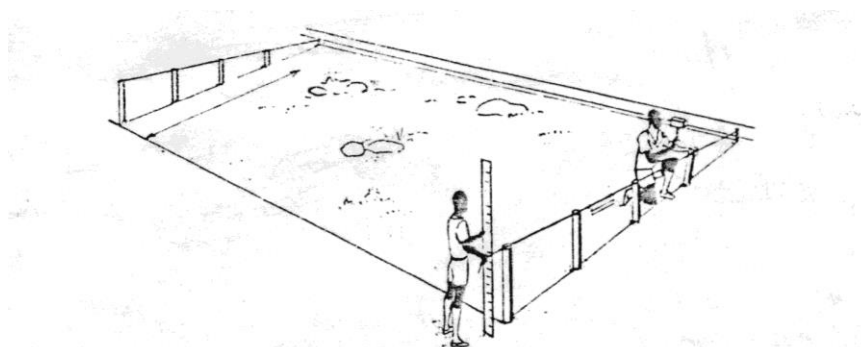


FIG. 52. — Etang en dérivation. Piquetage des digues latérales.

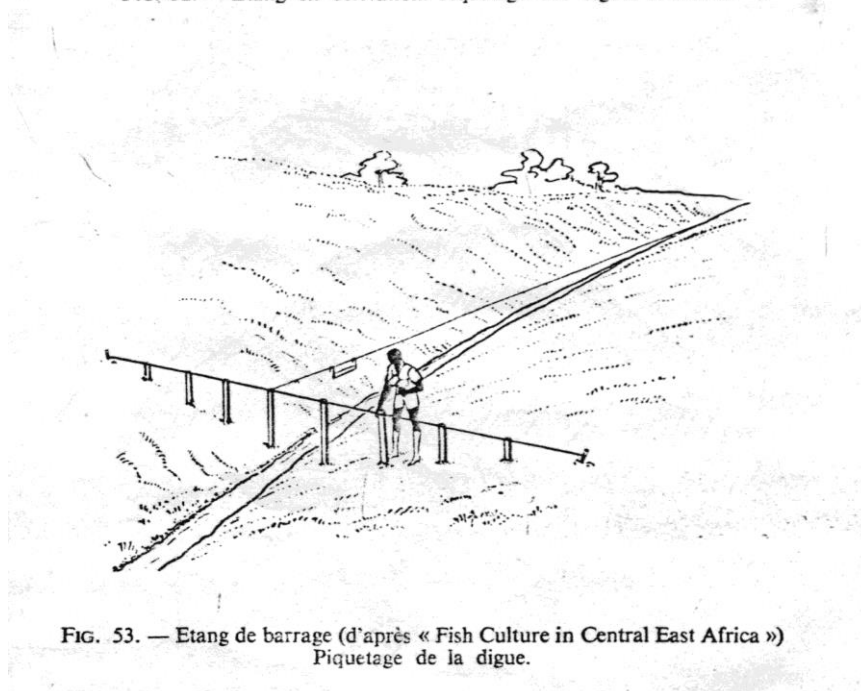


FIG. 53. — Etang de barrage (d'après « Fish Culture in Central East Africa »)
Piquetage de la digue.

Piquetage d'un étang

3.2.3.7 Les normes d'utilisation des plans d'eau

L'installation d'une unité piscicole aux environs d'un plan d'eau naturel peut entraîner selon le mode de gestion des nuisances graves allant jusqu'à la dégradation de la biodiversité. En effet, lorsque nous considérons par exemple un enclos piscicole installé dans un plan d'eau, la nourriture artificielle déversée quotidiennement et les engrais minéraux appliqués de façon irrationnelle peuvent entraîner des pollutions organiques. Dans beaucoup de pays d'Afrique comme le Bénin, les plaines inondables sont utilisées pour la pisciculture. De nombreux étangs sur nappes phréatiques y sont construits dans ces zones qui constituent des milieux de reproduction par excellence des poissons. En conséquence le recrutement de ces lacs devient problématique avec pour résultat la diminution de l'abondance de certaines espèces plus sensibles. L'ensemble de ces actions anthropiques conduit la dégradation de l'environnement aquatiques et de ces ressources. Au nombre de ces nuisances on peut citer entre autres :

- La pollution chimique de l'eau ;
- La destruction de certains habitats ;
- La diminution de la biodiversité ;
- La prolifération de certaines espèces exotiques qui peuvent entrer en compétition avec les espèces autochtones sur le plan alimentaire.

Globalement, nous assistons à une modification profonde de l'écosystème naturel due à l'exploitation non contrôlée de son environnement. Il urge donc d'établir des normes environnementales qui permettront de réglementer l'utilisation de ses milieux naturels.

3.2.4 Que faire et comment le faire : Quelles pratiques mettre en œuvre

Exercice pratique avec sa fiche (2 à 3 pages par fiche)

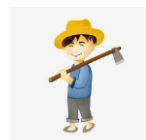
Pour atteindre les objectifs de ce module, un brainstorming sera fait au début de la séquence sur les aménagements piscicoles, les normes et qualité des milieux aquacoles et les matériels et équipements aquacoles.

A la suite du brainstorming, un vidéogramme didactique sur l'Aménagement agropiscicoles des marais du Rwanda (45 min) sera visualisé par les apprenants (TD 3).

Des exercices pratiques (TP) seront effectués par les apprenants sur :

- Construction d'un étang piscicole (TP 2 : Piquetage)
- Utilisation et entretien des appareils de mesure de la qualité de l'eau (TP 3)

Les Fiches de déroulement de ces exercices sont présentées ci-après :



○ Fiche de TP N° 2 : Construction d'un étang piscicole (TP2)

1. Objectifs de l'exercice :

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- Mesurer les dimensions d'un étang piscicole
- Utiliser la méthode 3, 4, 5 pour implanter un étang piscicole (piquetage)
- Implanter plusieurs étangs piscicoles en série ou en parallèle
- Réaliser les digues d'un étang piscicole
- Réaliser les dispositifs de vidange et d'alimentation d'un étang piscicole

2. Durée : 2 heures

3. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Constituer plusieurs groupes de 10 à 20 apprenants/ groupe ; sélectionner les membres de chaque groupe au hasard (ordre alphabétique, ou autres) en veillant à un équilibre de genre.

4. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Décamètre (30 mètres au moins)
- Piquets en bois (1 à 1,5 m de long)
- Cordes en nylon (100 m)
- Equerre
- Papiers rames blanc A4
- Crayon à papier
- Gomme
- Carnet de note
- Marqueurs

5. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Dessiner sur un papier blanc (type A4) le patron d'un étang rectangulaire de 200 m² (L = 20m ; l = 10m) d'assiette et 2 m de largeur de digue (Echelle : 1/200 cm)
- Identifier un espace plat et dégager de toutes végétation, arbustes et autres obstacles (bloc de pierres, bâtiment, etc.)
- Chercher des morceaux de bois /branche (1 à 1,5m) et tailler un bout de façon pointue
- Implanter un étang piscicole rectangulaire de 200 m² (L = 20m et l = 10m)
- Utiliser le décamètre pour mesurer les dimensions exactes de l'étang
- Utiliser les piquets en bois et la corde en nylon pour délimiter l'assiette et les digues de l'étang
- Utiliser la méthode 3, 4, 5 pour construire les angles droits des quatre coins de l'étang
- Utiliser l'équerre pour vérifier l'exactitude des angles droits dans les quatre coins de l'étang

6. Mode de restitution

A la fin du TP chaque groupe devra produire un rapport de 4 pages au plus comprenant :

- Une page de garde contenant le titre du TP, le numéro du groupe, la date et les noms et prénoms des membres du groupe
- Une page présentant le dessin technique de l'étang implanté
- Une page présentant la photo de l'ouvrage implanté
- Une page contenant les difficultés rencontrées lors de l'exercice, les leçons tirées, les conclusions et les suggestions/interprétations découlant de l'exercice

7. Rôle de l'enseignant

Durant cet exercice le formateur devra :

- Lire et expliquer les consignes aux apprenants
- Démontrer la construction d'un angle droit à l'aide de la méthode 3, 4, 5
- Utiliser l'équerre pour vérifier l'exactitude des angles droits dans les quatre coins des ouvrages implantés par les apprenants
- Attribuer une note à chaque groupe en se basant sur le respect des différentes consignes

○ **Fiche de TP N° 3 : Utilisation et entretien des appareils de mesure in situ de la qualité de l'eau (TP3)**

1. Objectifs de l'exercice :

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- Reconnaître les appareils de mesure des paramètres des eaux piscicoles
- Utiliser chaque appareil pour relever les paramètres de l'eau
- Entretien des appareils de mesure des paramètres de l'eau

2. Durée : 2 heures

3. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Constituer plusieurs groupes de 10 à 20 apprenants/ groupe ; sélectionner les membres de chaque groupe au hasard (ordre alphabétique, ou autres) en veillant à un équilibre de genre.

4. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- pH-mètre
- Multimètre électronique (O2, Cond, Sal, etc.)
- Disque de Secchi
- Papiers rames blanc A4
- Crayon à papier
- Gomme
- Eau distillée (pissette)
- Papier absorbant / torchon mou
- Fiche de relevé des paramètres physico-chimique

5. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Présenter aux apprenants les différents appareils de mesures (Poster/photos/ internet, etc.)
- Montrer les différentes parties des appareils disponibles
- Montrer aux apprenants le fonctionnement des appareils
- Montrer aux apprenants comment entretenir les appareils
- Demander à chaque groupe d'utiliser un appareil pour relever les paramètres physico-chimiques de l'eau des bassins en béton de la ferme d'application
- Faire une rotation des appareils de sorte que chaque groupe/apprenant utilise tous les appareils disponibles
- Remplir les fiches de relevé avec les valeurs mesurées dans chaque bassin

6. Mode de restitution

A la fin du TP chaque groupe devra produire un rapport de 3 pages au plus comprenant :

- Une page de garde contenant le titre du TP, le numéro du groupe, la date et les noms et prénoms des membres du groupe
- Une page présentant la fiche de relevé contenant les valeurs mesurées
- Une page contenant les difficultés rencontrées lors de l'exercice, les leçons tirées, les conclusions et les suggestions/interprétations découlant de l'exercice

7. Rôle de l'enseignant

Durant cet exercice l'enseignant devra :

- Lire et expliquer les consignes aux apprenants
- Démontrer aux apprenants l'utilisation et l'entretien de chaque appareil
- Assister de façon rotative les groupes durant les observations
- Noter le rapport de chaque groupe en se basant sur le respect des différentes consignes, et la qualité des valeurs mesurées

○ **Fiche de TD N° 3 : Vidéogramme didactique sur l'Aménagement agropiscicoles des marais du Rwanda (TD3)**

C. Enoncé

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- D'utiliser une formule alimentaire
- Produire des aliments granulés pour poisson
- Sécher les aliments pour poissons et les stockés

15. Objectifs de l'exercice :

16. Durée : 45 Minutes

17. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Le documentaire sera visualisé en plénière

18. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Support de film documentaire
- Ordinateur portable
- Vidéo projecteur
- Ecran de projection
- Hauts parleurs

19. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Suivre attentivement le film documentaire présenté
- Noter les étapes de production d'un aliment piscicole
- Noter les méthodes utilisées
- Suivre attentivement les conditions et techniques de pesage, de tamisage, de mélange, de granulation, de séchage et de stockage

20. Mode de restitution

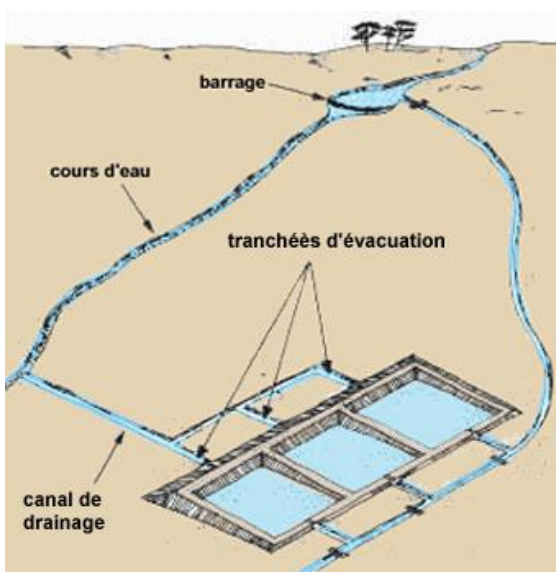
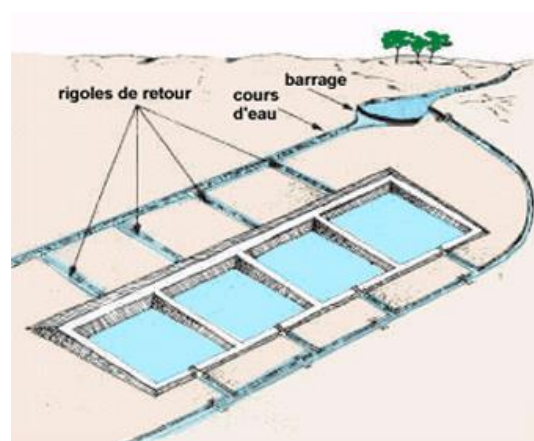
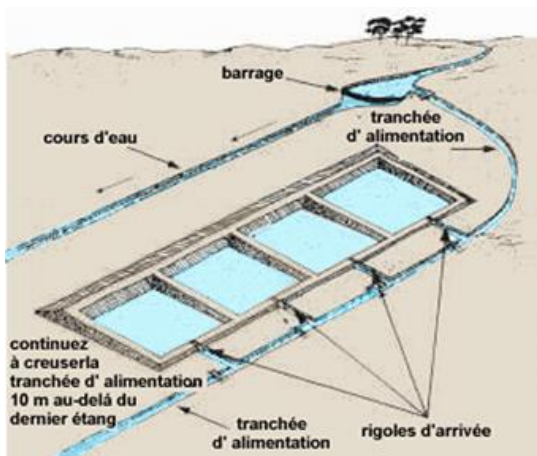
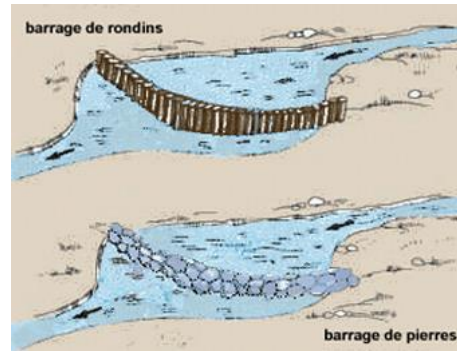
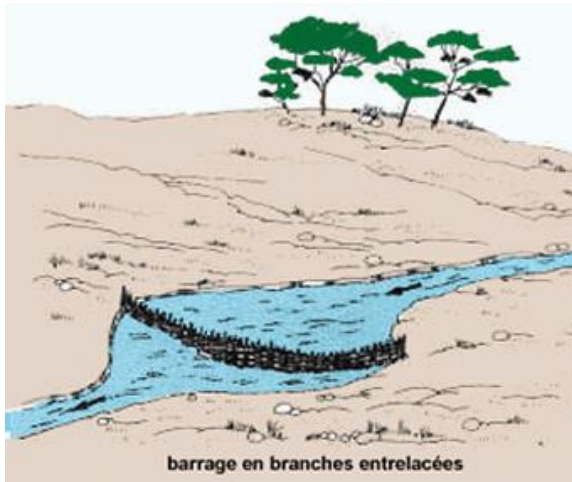
A la fin du TD une séance de questions/réponses sera organisée afin d'évaluer le niveau de compréhension des apprenants

21. Rôle de l'enseignant

Durant cet exercice le formateur devra :

- Lire et expliquer les de ce TD
- Assurer la projection du documentaire aux apprenants et répondre aux questions

Support imagé sur les bonnes pratiques



Qu'avez-vous appris durant la séquence, “do” et “don’t”



Questions et suggestions de l'apprenant

3.3 Séquence 3 : Alimentation des Poissons d'élevage

3.3.1 La séquence en bref – qu'allez-vous apprendre ?

Durant cette séquence l'apprenant apprendra à produire des aliments performants pour les différents stades de développement des poissons et à utiliser des tables de rationnement pour l'alimentation des poissons à moindre coût

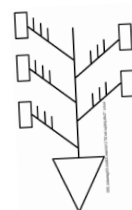


3.3.2 Quel est le défi à relever ou le problème à résoudre

A la fin de ce module l'apprenant devra être capable de :

- Formuler des régimes alimentaires performants pour différentes espèces et stades de développement des poissons
- Fabriquer des aliments aquacoles
- Utiliser les tables de rationnement pour alimenter les poissons à moindre coût.

défi



3.3.3 Pourquoi et comment : Quels sont les concepts, phénomènes scientifiques de base et méthodes à maîtriser pour comprendre et relever le défi

Il est impossible de faire de la pisciculture intensive ou semi intensive en comptant simplement sur la productivité naturelle des eaux. Il est indispensable d'améliorer les rendements par l'apport d'engrais ou de nourritures variées. Dans ce cas, il faut toutefois faire attention de ne pas surcharger les eaux en déchets, faute de quoi on obtient rapidement un déficit en oxygène et la mort des poissons. Nous verrons la fertilisation de l'eau puis l'alimentation directe.

3.3.3.1 Fertilisation aux engrais organiques

3.3.3.1.1 Action des engrais organiques

L'action de la fumure organique est au moins double :

- Certains engrais organiques sont assimilés par la faune aquatique, le zooplancton et par quelques poissons.
- Par décomposition et minéralisation, ils favorisent la production de gaz carbonique et fournissent des nitrates et phosphates nécessaires au développement du phytoplancton.

3.3.3.1.2 Type d'engrais organique

Les sources de fumure organique sont assez nombreuses, mais souvent en quantités plutôt faibles. On distingue :

- Les fientes de poules et d'autres oiseaux sont souvent trop dispersées en milieu rural pour être exploitables dans les grands étangs. Par contre, la proximité d'un élevage avicole industriel est une richesse pour un pisciculteur. En élevage intensif, les

doses peuvent atteindre 1/4 à 1/2 brouette toutes les 2 semaines pour 100 m² d'étang ; épandre en poids de fientes soit 1/2 à 1 brouette par semaine /étang de 4 ares. On se limite à 2,5 - 4% par jour de la biomasse des poissons avec des fientes de poulets ou canards.

- Le fumier de porc qui n'est utilisable que par les non musulmans. L'association porcherie et pisciculture est très intéressante par les rendements et les facilités qu'elle procure. On laissera sécher ce fumier pendant 2 semaines avant de l'utiliser à la dose de 1/2 à 1 brouette /semaine /étang de 4 ares. On se limite à épandre en poids de fumier 3 - 4% / jour de la biomasse du poisson.

- Le fumier de vache et autres ruminants qui est à utiliser avec beaucoup de précautions car il est trop riche en cellulose et risque de provoquer une importante fermentation qui fera chuter brutalement le taux d'oxygène. On se limite à 3 - 4% de la biomasse des poissons par jour. Il est préférable de l'utiliser en application sur le fond des étangs, à sec après la vidange, à la dose de 30 tonnes /ha /an, soit 1 tonne /étang de 4 ares /an. Une scarification de l'assiette permet de mélanger le fumier à la vase sans retourner le sol.

- Le purin est un liquide suintant d'un tas de fumier après une pluie ou un arrosage, ne se trouve que dans les élevages en stabulation où l'on récolte les urines et le fumier. Il est excellent pour la production de zooplancton à raison de 2,5 litres /are /semaine soit 10 litres /étang de 4 ares /semaine. Faire attention à l'odeur qui se dégage après épandage ; en cas d'odeur ammoniacale, réduire les doses de moitié.

- Les composts sont composés de végétaux relativement tendres comme les feuilles, herbes et plantes aquatiques, qu'on mélange à des matières fécales (d'oiseaux, porcs, herbivores ou humaines), ou qu'on arrose de sulfate d'ammoniaque. Cette masse végétale est mise en tas et arrosée fréquemment. Lorsque la hauteur du tas a diminué de moitié, on le retourne en mettant à l'intérieur les matières les moins décomposées. Après un an, soit 2 ou 3 retournements, la masse a diminué des 2/3 ou des 3/4, et peut être utilisée comme le fumier de vache.

- Compostières dans l'étang comme montrées à la figure 1. On peut installer des clayonnages sur la digue amont de l'étang et y déverser les déchets ménagers, feuilles, herbes, fruits avariés ; là aussi, on ajoute un peu de fumier frais pour activer la décomposition, et on arrose de façon à ce que le purin s'écoule dans l'étang (fertilisation liquide). Après décomposition complète, le reste du compost est utilisé par épandage à sec sur l'assiette comme le fumier de ruminants.



Légende : *En haut : Compostière dans l'étang sur la banquette de la digue amont réalisée en clayonnage pour apport d'engrais organiques. Au centre : Epandage des détritiques chaque jour. En bas : Composition d'une compostière : débris ménagers et végétaux en couches successives.*

Figure 1. : Réalisation de compostières dans l'étang.

- Les eaux usées sont les évacuations des sanitaires. Dans tout le Sud-Est asiatique, là où les étangs sont proches des habitations, les toilettes sont construites sur pilotis directement au-dessus des étangs. Il en est de même en Gambie où des pêcheurs attrapent joyeusement des poissons de consommation en aval des toilettes publiques. A Ziguinchor (Sénégal), les vidanges de fosses sont déversées dans la Casamance par la pompe municipale, contribuant ainsi à la prospérité de la pêche. A Saint-Louis (Sénégal) les toilettes sont vidées chaque matin dans le fleuve poissonneux, tout comme à Cotonou où les rives du lac Nokoué servent de toilettes, de dépotoirs et d'exutoires de déchets solides et liquides domestiques. Il est bon cependant de se méfier de ces pratiques, dans les secteurs où sévissent la bilharziose et autres maladies humaines dont les agents vecteurs passent par un cycle aquatique. Dans ces endroits, on ne devrait utiliser pour la fertilisation des étangs que les liquides issus du passage dans une fosse septique bien conçue telle que les composteurs à méthane ou biogaz, qui donnent un compost stérile et inodore. A Manille, aux Indes et en Europe, les eaux des égouts sont diluées puis utilisées, pour fertiliser des étangs industriels. Dans ces étangs peu profonds, la prolifération du phytoplancton est intense et purifie l'eau, qui peut ensuite être réutilisée.

- Le rouissage du manioc : il permet d'augmenter sensiblement la production de poissons. Le manioc est ensuite récupéré et consommé : la fertilisation provient du jus de rouissage et est donc gratuite. Un apport minimum de 10 kg de

tubercules /are /jour est recommandé ; la dose peut atteindre 200 kg/are/semaine mais jamais plus.

- Autres engrais organiques : les excédents alimentaires après consommation par les poissons peuvent être considérés comme des engrais organiques puisqu'ils vont se décomposer sur le fond de l'étang ; ils favorisent donc le développement du phytoplancton. Cependant, il n'est pas recommandé de nourrir les poissons en excès car les déchets accumulés peuvent finir par diminuer le taux d'oxygène dissous et être donc plus nuisibles qu'utiles.

- Les élevages associés sont une formule très intéressante, étudiée plus loin. Nous verrons ainsi les cultures intercalaires lors de l'étude de la rizi- pisciculture.

3.3.3.1.3 Epandage d'engrais organiques

Les épandages doivent être uniformes pour éviter toute concentration fâcheuse. Le choix des engrais est fixé par la disponibilité et le prix, si possible nul. Chaque engrais doit faire l'objet d'essais pour vérifier sa productivité et sa non nocivité. Pour éviter une asphyxie des poissons, on peut réaliser un test où l'on mesure le taux d'oxygène dissous en fonction des doses d'épandages. Le minimum d'oxygène se situe au cours de la première nuit suivant l'apport. Les mesures d'oxygène se font au lever du soleil où elles sont alors minimales.

L'épandage de fientes se réalise préférentiellement en poids de fiente et en pourcentage de la biomasse de poissons. Il ne faut pas dépasser les valeurs maximums recommandées. Ceci pour éviter d'abord une accumulation au fond de l'étang et ensuite une chute rapide du taux d'oxygène. La fréquence idéale des apports suit la règle : le plus souvent possible. L'idéal est journallement, comme en Israël, où cette méthode donne les meilleurs résultats.

3.3.3.2 Fertilisation aux engrais minéraux

Les engrais minéraux n'agissent directement que sur la flore ; ils ont l'avantage de ne pas provoquer de fermentations. Par contre, comme les engrais minéraux coûtent assez cher, il est nécessaire de les utiliser au mieux et il est donc recommandé de faire procéder à des analyses du sol et de l'eau pour savoir quels sont les types d'engrais et les doses optimales à employer. Généralement ils ne sont employés que pour résoudre un problème grave. Voir la figure 2.

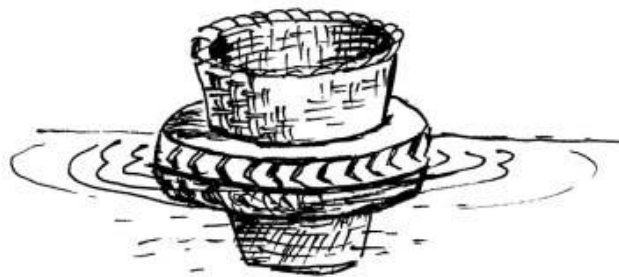


Figure 2. Panier flottant pour la distribution d'engrais minéraux. Il flotte grâce à une chambre à air et d'un pneu qui peuvent être remplacés par un flotteur en bois léger.

3.3.3.2.1 Amendements calciques

Ils n'ont pas toujours de résultats satisfaisants sur la productivité, mais ils ont une influence bénéfique sur la santé des poissons. Il y a donc lieu de les utiliser plutôt comme médication, ou pour modifier le peuplement végétal : production d'espèces différentes et en quantité différente.

Le chaulage des eaux acides confère un pH favorable à la bonne santé et à la bonne croissance des poissons ; il provoque la précipitation des matières organiques putrescibles en suspension. On emploie, selon le degré d'acidité et le but recherché : 200 à 500 kg de chaux vive /hectare ou 250 à 500 kg de chaux éteinte /hectare. L'épandage peut se faire lors d'un assec. S'il s'agit d'un traitement sanitaire, on dilue la chaux (lait de chaux) et on épand dans l'eau en plusieurs fois, chaque épandage ne se faisant que sur le quart de l'étang. L'usage de la chaux a l'inconvénient d'augmenter brutalement le pH de l'eau. Les produits suivants sont moins traumatisants mais pas toujours disponibles, ni bon marché :

- *Le carbonate de chaux pulvérulent* à la dose de 5 tonnes /ha en épandage manuel ou mécanique ;
- *La cyanamide calcique*, qui a un triple rôle : désinfectant et prophylactique - amendement calcique - engrais azoté. On l'emploie surtout en mélange avec des scories (Scoramide) à la dose de 350 kg /ha. Son application est malheureusement dangereuse et le personnel chargé de l'épandage doit se protéger les mains et le visage, éviter soigneusement de consommer de l'alcool et ne travailler qu'en l'absence de vent fort.

3.3.3.2.2 Engrais phosphatés

Le phosphore, comme élément nutritif, augmente le rendement en phytoplancton et en zooplancton ; il favorise en outre la fixation de l'azote par les bactéries, en présence d'oxygène, de chaux et de vase colloïdale. On utilisera, si possible, des scories de

déphosphoration quand le pH de l'eau est acide car elles contiennent 40 à 50% de la chaux nécessaire pour que l'absorption des phosphates puisse avoir lieu.

En Afrique, des rendements intéressants ont été obtenus en répartissant les doses d'engrais chaque quinzaine de jours dans des paniers flottants ou des boîtes perforées posées sur piquets comme montré aux figures 2 et 3. On peut utiliser les doses suivantes par quinzaine :

- 30 kg /hectare de superphosphate à 45 % de P_2O_5 .
- 45 kg /ha de superphosphates à 30 % de P_2O_5 .

Il est important de faire des essais comparatifs pour ajuster au mieux les doses distribuées.

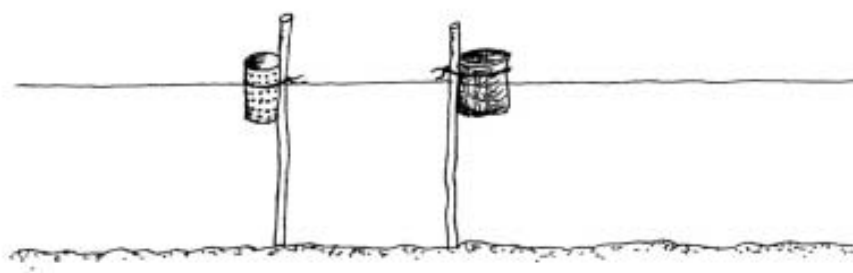


Figure 3. Boîtes percées pour la distribution d'engrais minéraux, juste au niveau normal de l'eau dans l'étang.

3.3.3.2.3 Engrais azotés

On peut compléter l'action de l'engrais phosphaté par l'application d'un fertilisant azoté, dans les mêmes conditions :

- 30 kg de sulfate d'ammoniaque /ha /quinzaine.
- 15 kg d'urée /ha /quinzaine.

3.3.3.2.4 Oligo-éléments

On sait qu'outre les macroéléments N. P. K., le développement de la vie végétale, dans l'eau comme sur terre, se trouve influencé par la présence d'infimes quantités de corps comme le fer, le manganèse, le magnésium, le bore, le soufre, le cuivre et le zinc. Il suffit de quelques milligrammes de ces corps pour obtenir un accroissement, souvent très sensible, de la production végétale. Il est également possible que ces oligo-éléments aient aussi une action directe sur la physiologie des jeunes poissons, par une accélération des sécrétions endocriniennes qui favoriserait l'appétit, donc la croissance et la productivité.

On trouve des sachets contenant les divers oligo-éléments dans les magasins d'intrants agricoles. Il ne faudra toutefois les employer qu'après analyses destinées à déterminer

les besoins réels, car ces produits ne sont pas bon marché. Les figures 2 et 3 montrent quelques types de paniers à engrais minéraux.

3.3.3.3 L'alimentation des larves de poissons

Objectif global

- Identifier les aliments destinés à l'alimentation des larves

Objectifs spécifiques

- Déterminer les différents groupes d'aliments des larves
- Identifier les différentes phases d'alimentation des larves
- Connaître les différents aliments contenus dans ces groupes

3.3.3.3.1 Définition de quelques concepts

- Larviculture : C'est une phase de la pisciculture qui consiste à la culture des larves.
- Aliments aquacoles : Ils sont utilisés en aquaculture ; ce sont des aliments destinés à l'alimentation des espèces aquacoles.
- Attractant : c'est une substance qui rend l'aliment attrayant aux yeux du poisson, qui le rend attirant.

3.3.3.3.2 Alimentation des larves

On distingue deux phases d'alimentation des larves :

- La phase d'alimentation endogène
- La phase d'alimentation exogène

a- La phase d'alimentation endogène :

C'est une phase au cours de laquelle les larves se nourrissent de leur réserve vitelline. Elle dure généralement quelques heures à quelques jours, deux jours chez *Clarias gariepinus*.

Chez les poissons marins, de la fécondation à l'entrée dans la vie trophique, sont dépendants des réserves endogènes dont l'oxydation fournit l'énergie nécessaire aux processus vitaux (croissance, métabolisme et excrétion). Les espèces étudiées sont le loup (*Dicentrarchus labrax*), le sar (*Diplodus sargus*) et la daurade (*Sparus auratus*), qui ont deux sortes de réserves vitellines : le globule lipidique (contenant essentiellement des lipides neutres) et le vitellus composé en majorité de protéines et de lipides. Cette étude a permis de définir le stock énergétique mis à la disposition de l'embryon, ainsi que la cinétique d'utilisation des réserves endogènes. Pour les trois espèces étudiées, le vitellus est mobilisé seul pendant le développement embryonnaire ; puis, après l'éclosion, en synergie avec le globule lipidique. Le loup semble mieux armé pour aborder

un mode d'alimentation exogène que les sparidés, car il possède, à l'entrée dans la vie trophique, un stock énergétique endogène non négligeable, alors que le sar et la daurade ont épuisé leurs réserves vitellines.

b- La phase d'alimentation exogène

Au cours de cette phase, les réserves vitellines des larves sont épuisées. Elles se nourrissent alors dans un 1er temps d'aliments naturels, et dans un 2ème temps d'aliments artificiels (après le sevrage). Pendant les premiers jours d'alimentation exogène, les larves sont généralement nourries avec des aliments vivants (proies vivantes), notamment le zooplancton dont les rotifères (*Brachionus plicatilis*) dont la petite taille correspond à celle de la bouche des larves. Dans le meilleur des cas, on utilise des nauplii d'artemia dont les tailles commerciales sont actuellement calibrées aux dimensions de la bouche des larves de différentes espèces.

Cette phase d'alimentation avec les proies vivantes est très onéreuse et les producteurs cherchent à la réduire au maximum. Dans ce but, plusieurs Laboratoires et Entreprises commerciales (INVE, COPPENS, TROUVIT, etc.) ont développé des aliments spécifiques permettant d'obtenir un sevrage plus rapide et augmenter la croissance et la survie des larves.

❖ Les aliments naturels (ou proies vivantes)

L'instinct de se nourrir est commun aux larves de la plupart des espèces de poissons à condition que des proies vivantes de taille adéquate leur soient proposées. Des taux de survie satisfaisants ont pu être obtenus pour la plupart des espèces en leur donnant des rotifères (*Brachionus sp.*) pendant la première moitié de leur période larvaire et des nauplii d'Artémia nouvellement éclos dès que les larves ont suffisamment grossi pour pouvoir capturer ces proies.

De nombreuses écloseries commerciales proposent des paquets "prêts à l'emploi" d'artemia qui peuvent aussi être facilement incubé. Plusieurs souches d'artémia de tailles différentes sont disponibles sur le marché, ce qui permet de moduler l'alimentation en fonction du stade larvaire. Ce type d'aliment est performant pour la plupart des espèces. Les larves de certaines espèces sont cependant très petites et pourraient avoir besoin de rotifères (plus petits) pendant les tous premiers jours jusqu'à ce qu'elles soient assez grosses pour être nourries avec nauplii d'artemia.

A part les Artemia, les larves de poissons peuvent aussi être nourries avec du phytoplancton, des poudres d'asticots, des larves de moustiques, etc.

☞ Les Micro algues :

Suspension liquide de micro algues pour les alevins de daurade.



Une nouvelle technologie permet la culture de micro algues dans un système en circuit fermé au lieu d'être produite dans des cuves ouvertes. Ceci permet d'obtenir une très bonne qualité de produit protégé de toute contamination microbienne.

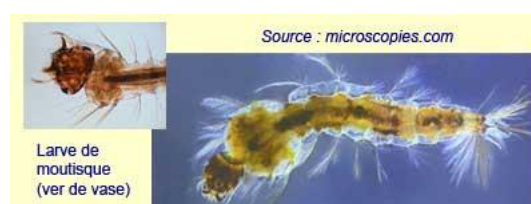
Plusieurs composants très riches en éléments nutritifs sont présents dans la suspension de micro algues. Il s'agit d'un mélange de *Spirulina* spp (colorés ou décolorés) et d'autres micro algues avec une teneur élevée en acide eicosapentanoïque (EPA) et en acides gras polyinsaturés (AGPI) ce qui protège, par exemple, contre le cholestérol. Ce complexe a une teneur élevée en protéines, vitamines et sels minéraux.

☞ *Les asticots :*



☞ *Les larves de moustique :*

Avant de prendre son envol pour troubler nos nuits, le moustique a passé son enfance dans l'eau sous la forme d'un pseudo-vers, appelé aussi Chironomus, ou vers de vase. Ces larves consistent pour les poissons un met de choix.



Leurs valeurs nutritives sont très riches. Il faut dire que leurs teneurs en hémoglobine sont élevées et expliquent cette couleur rouge caractéristique.

☞ *Les Tubifex :*

À l'instar des larves de moustiques, elles sont très appréciées par les poissons et très riches.



Cette fois-ci, ce sont de véritables vers aquatiques, très fins, d'un centimètre de long, plutôt brunâtre que rouge.

☞ *Les Daphnies :*

Les poissons dans la nature ne se nourrissent pas exclusivement de vers ou d'insectes, sous leur forme larvaire ou non. En effet, il existe toutes sortes d'espèces de petits crustacés dans l'eau.



Les daphnies font parties des crustacés les plus connus et sont également appelés puces d'eau. L'avantage est qu'on peut les distribuer en grande quantité sans grand danger pour l'aquarium. Leur valeur nutritive est bien supérieure lorsqu'elles sont vivantes plutôt que d'être séchées, mais se révèle inférieure à celle des vers de vase ou des tubifex. Dans la nature, elles se nourrissent de microparticules, dont des algues planctoniques.

❖ *Les aliments artificiels (proviendes)*

Il s'agit des aliments composés utilisés en larviculture.

☞ *Les aliments complets secs :*

Les aliments piscicoles sont originaux de par leur forte teneur en protéines et lipides et leur faible teneur glucidique (sauf pour les poissons d'étang). L'étendue de la gamme de tailles des particules est aussi originale : de l'aliment larvaire de quelques centièmes de micromètres à l'aliment pour reproducteur de 11 à 13 mm. La disponibilité de l'aliment pour chaque individu en dépend. Les matières premières principales sont les farines de poissons, farines de crustacés, farines de viande, de sang, protéines d'origine végétale, huile de poisson, céréales et issues de céréales. Ce sont les sources de macroéléments énergétiques : protéines, lipides, glucides, fibres. Les micro-éléments (minéraux, vitamines, additifs, conservateurs) sont incorporés sous forme de pré-mélange.

Pour les aliments larvaires, des additifs très spéciaux sont employés (attractants, enzymes...). Le contraste de couleur entre particule et le système d'élevage peut aussi modifier la prise d'aliment.

L'objectif des industriels en larviculture est la fabrication d'un granulé régulier sans poussière, résistant à la manipulation, de texture appétissante, de densité appropriée au comportement du poisson.

Deux procédés principaux sont utilisés pour la mise en forme des granulés :

☞ *Aliment pressé :*

Le mélange sous forme de farine est compressé par deux galets au travers d'une filière perforée. A la sortie de la filière, des couteaux coupent le granulé.

☞ *Aliment extrudé :*

Le mélange sous forme de farine est convoyé par des vis à pas variable, munies également de contre-filets dans un fourreau chauffé. L'élévation de la pression et de la température au sein du mélange induisent une cuisson et une gélatinisation de l'amidon du mélange. En sortie de fourreau une filière forme le granulé, un couteau rotatif le coupe. Le retour à pression et température ambiante provoque l'expansion du granulé (le flash).

Par ailleurs, l'apport de matières grasses complémentaires (huile) se fait souvent par enrobage sur le granulé fini.

	Pressé	Extrudé
Densité	0,7	0,5
Adjonction d'huile	14% maxi. Au delà granulé friable	25 à 30%
Porosité	0	Élevée
Cuisson	0-Faible	
Digestibilité	Protéine : idem matière première	Protéine : légèrement dégradée par rapport à la matière première
	Matières grasses : idem matière première	Matières grasses : idem matière première
	Amidon : faible si incorporation cru	Amidon : élevée puisque cuisson
Flottabilité	0	Possible

Comparaisons de structures des deux principes de fabrication

Le granulé pressé ne peut titrer que 14 % de matières grasses au maximum (compromis solidité-teneur en huile). Au-delà le granulé est fragile, friable (livraison en vrac et automatisation de la distribution impossible).

Le granulé extrudé, du fait de sa porosité, peut admettre une quantité d'huile très nettement supérieure (25 à 30 %).

D'autre part, la solidité et la densité maîtrisées du granulé extrudé permettent de fournir des granulés flottants ou coulants ne se délitant pas dans l'eau.

En conclusion nous pouvons retenir qu'en larviculture, les plus forts taux de mortalité s'enregistrent durant la phase de sevrage (passage de l'aliment naturel à l'aliment sec). Ces taux sont réduits lorsque l'alimentation avant le sevrage est bien faite. Pour cette raison, une attention particulière doit être portée à l'alimentation des larves afin de limiter les pertes pendant le sevrage et ainsi d'augmenter les bénéfices.

3.3.3.4 Les aliments composés

3.3.3.4.1 Composition



Figure 4. Apports de nourriture

Les apports de nourriture sont le moyen principal pour alimenter des poissons de pisciculture comme montré à la figure 4. Tous les déchets de transformation de produits alimentaires, ménagers ou agro-industriels, peuvent s'employer en pisciculture, mais tous n'ont pas la même valeur nutritive. On apprécie cette valeur nutritive par la mesure de leur coefficient de transformation ou quotient nutritif = QN : c'est le poids d'aliment en kg faisant grossir les poissons de 1 kg et de ce fait, ce chiffre n'a pas d'unité. De plus :

$$Qn = \text{Quantité d'aliment distribuée} / \text{Gain de poids}$$

Ce quotient nutritif peut être établi sur la base du poids humide du produit alimentaire, ou de son poids sec. Par exemple : le drèche de brasserie à 80% d'humidité a un QN de 12 (12 kilos de drèche font grossir les poissons de 1 kg). Le QN de la drèche de brasserie sèche est donc de 2,4 seulement.

En général les *Végétaux verts* ne constituent qu'un aliment lest ou une nourriture d'appoint, car leur QN est très élevé, ainsi d'ailleurs que leur humidité : feuilles vertes avec 90 à 98 % d'humidité. A cause de cela, l'élevage des poissons herbivores réclame des distributions massives de nourriture, occasionnant des frais de transport élevés. De plus, en climat tropical, on ne trouve en saison sèche que des végétaux trop secs ou trop ligneux pour être consommés par les poissons.

Nous avons déjà parlé de *la drèche* de brasserie : elle a un QN de 12, à 80 % d'humidité. Malgré ce QN élevé, elle peut être un aliment intéressant, principalement si la pisciculture est à proximité de la brasserie. Les drèches de brasserie entrent aussi dans la composition d'aliments granulés spéciaux, en proportion variable selon l'espèce de poisson ou de crustacé à élever.

Les *déchets de poisson* et de *viande et le sang d'abattoir* ont, en poids humide, un QN voisin de 6 et entrent dans la composition de nombreux régimes alimentaires piscicoles, soit déshydratés, soit frais. Le sang d'abattoir coagulé est un bon complément à l'aliment 3A que nous allons voir plus loin : il donnerait un aspect plus appétissant au poisson sur le marché.

On peut utiliser au Bénin et au Sénégal des *tourteaux d'oléagineux*, spécifiquement d'arachides, de palmiste et peut-être de coton. Ils ont un QN de 3 environ. Il faut redouter la pourriture provoquant une toxicité par l'aflatoxine.

Les *granulés composés spéciaux* sont très utilisés depuis longtemps pour l'élevage des poulets, leur composition est étudiée pour satisfaire exactement les besoins nutritifs des différents animaux d'élevage : poussins, poulets, poules, pondeuses et reproducteurs, par exemple. Ils ont un QN approximatif de 1,2. Dans certains pays, les aliments composés adaptés à la pisciculture se trouvent sur le marché. Ces granulés doivent répondre à plusieurs critères bien déterminés :

- Composition équilibrée pour chaque espèce élevée.
- Densité correspondant à celle de l'eau du lieu d'élevage (afin que les particules restent en suspension dans l'eau).
- Taille des particules adaptées à celle des bouches des poissons à nourrir.
- Insolubilité dans les étangs sans nuire à la digestibilité.

Grâce à ces granulés, on peut maintenant élever économiquement et rapidement des poissons carnivores et des crustacés : on obtient un poisson de taille commerciale en 18 mois, au lieu de 3 ans. En général, leur QN, en poids humide, est compris entre 2 et 3.

Les *sons de blé* et de *riz* : ce sont des *remoulages de blé* et des déchets de pillage du riz ou *farine basse de riz*. Ils ont un QN approximatif de 4 et constituent un excellent aliment, riche et digeste. On n'en trouve malheureusement pas partout ; de plus il est préférable de les utiliser assez rapidement car l'huile qu'ils contiennent s'oxyde et se transforme en acides gras libres qui augmentent le QN et sont moins assimilables. Les sons seront généralement humidifiés avant distribution pour qu'ils coulent au lieu de se disperser en surface.

Les *graines (blé, coton, etc.)* ont un QN de 5 à 6, les graines sont aussi un excellent aliment. Il est conseillé de les broyer ou de les faire tremper dans de l'eau chaude pendant quelques heures avant distribution afin qu'elles gonflent et soient plus facilement assimilables par le tube digestif des poissons.

Il est à noter que les Quotients nutritifs (QN) proposés ci-dessus sont ceux qui ont été mesurés en station de recherche.

3.3.3.4.2 Aliment 3A

Voici un exemple d'aliment composé, concentré sec, l'aliment classique de pisciculture de tilapia en étang, le 3A. Son nom signifie aliment à 3 composants. Il est composé de 70% de farine basse de riz, 20% de tourteau de coton et de 10% de farine de poisson, le tout dosant 22% de protéines.

On obtient un QN (Quotient nutritif) de 2 en Côte d'Ivoire à Bouaké, à la station de recherche piscicole, en étangs de 4 ares, avec *Oreochromis niloticus* (tilapia du Nil), avec 4% de la biomasse comme ration alimentaire et à une densité d'empoissonnement de 2,2 poissons /m². La farine basse de riz peut être remplacée par du remoulage de blé. Le rendement dans ces conditions est de 7 tonnes /ha /an en recherche. On aboutit au même résultat en élevage bien suivi. Par contre en milieu paysan, le rendement est de 5 tonnes /ha /an, avec des pisciculteurs soigneux.

3.3.3.4.3 Formulation d'un aliment

Dans la formulation et la composition des aliments composés et concentrés, on doit considérer un certain nombre de paramètres dont les principaux sont :

- Les besoins alimentaires déterminés pour les espèces d'élevage ;
- La taille et l'âge du poisson ;
- Les catégories de poisson : alevins juvéniles ou adultes ;
- Les valeurs nutritives, la disponibilité et le coût des sous-produits constitutants.

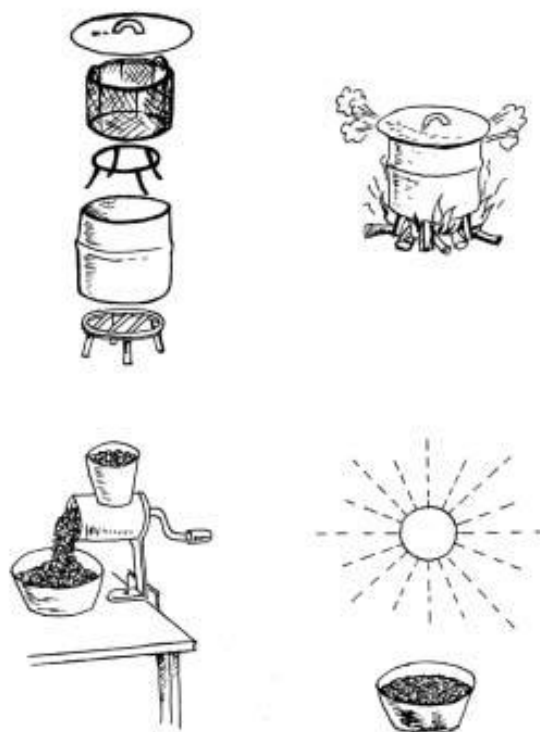
Tableau 1 : Principales composantes et leur pourcentage d'aliments composés et concentrés secs.

Composantes	Pourcentage
Protéines brutes	22 à 58 %
Matières grasses	1,2 à 8 %
Hydrates de carbone	2 à 41%
Matière minérale	10,4 à 22 %
Eau	6,5 à 11 %
Vitamines	traces

Le taux de protéine semble le plus important pour les poissons. Un bon concentré donne QN =1,5 à 2,5 dans les conditions normales. Pour la plupart des espèces de poissons une teneur d'environ 40% de protéines brutes donne de meilleure croissance. Cependant, compte tenu du prix élevé des sources de protéines, le pourcentage de protéines est souvent plus faible que l'optimum pour la croissance. Pour *Oreochromis niloticus* en cage, l'aliment doit contenir 20 à 30 % de protéines. Dans toute formulation d'aliments composés et concentrés, un certain pourcentage de protéines, le plus faible possible, doit venir de source animale dont la farine de poisson, particulièrement riche en acides aminés indispensables et assimilables, et en acides gras essentiels. La farine de poisson peut provoquer des maladies si le poisson séché n'était pas frais. Il est probable que 4 à 6% de farine de poisson serait acceptable pour *Oreochromis niloticus* en cage. Il semble, que *Oreochromis niloticus* trouve ses vitamines nécessaires dans l'aliment et les algues du plan d'eau. Les tourteaux de coton sont mieux utilisés que les tourteaux d'arachide par *Oreochromis niloticus*.

Pour la pisciculture en étang, on utilisera le plus souvent possible des aliments purs, de préférence des sous-produits céréaliers comme la farine basse de riz, le son de riz ou le remoulage de blé, quand la production naturelle est importante. Mais quand un apport supplémentaire de protéines s'impose, on peut compléter la farine pure par un faible pourcentage de sous-produits riches en protéines : tourteaux divers ou farine de

viande. Pour la pisciculture en cage, l'utilisation d'un aliment composé et concentré sous forme de granulés est obligatoire. Voir la figure 5.



Légende : En haut à gauche : casserole avec un panier, en haut à droite : cuisson des aliments, en bas à gauche, broyage des aliments cuits et en bas à droite, séchage des granulés.

Figure 5. Fabrication d'un granulé.

D'une manière générale, le choix de tels ou tels aliments pour nourrir le poisson dépendra du coût ou de la disponibilité des produits et sous-produits. On oublie souvent de compléter par la fertilisation organique.

3.3.3.4.4 Distribution

Les aliments frais et farineux sont distribués aux poissons sans préparation spéciale. Les aliments composés, concentrés secs peuvent être fabriqués avec un moulin à viande ou dans une usine d'aliment.

- *Fréquence de distribution.* Il faut donner à manger aux poissons tous les jours, de préférence le matin. La ration alimentaire journalière peut être donnée :
 - en une seule fois entre 8 et 10 heures
 - ou en plusieurs fois : deux fois par exemple, entre 8 et 10 heures et 16 et 17 heures. (Une heure après le lever et avant le coucher du soleil minimum).

Cependant la distribution en plusieurs services permet de diminuer les pertes, surtout s'il s'agit de son de riz seul.

- *Technique de distribution.* Les aliments frais sont déposés en plusieurs endroits et en petites quantités, à la volée ou à la cuillère à aliment. Les granulés sont distribués à la volée ; parmi ces granulés, certains sont flottants, et d'autres semi flottants c'est-à-dire flottants pendant un certain temps avant de couler.

Il existe actuellement des distributeurs d'aliments automatiques ; certains étant fixes, d'autres mobiles. Mais la pisciculture ayant avant tout un objectif de rentabilité économique, l'exploitant doit juger de la nécessité de l'utilisation d'un tel matériel. Il peut aussi le bricoler ou le construire avec les artisans locaux.

En élevage de poissons, plus la taille du sujet est grande, plus la ration alimentaire est importante. Les poissons mangent plus et digèrent plus vite quand la température de l'eau augmente jusqu'à une certaine valeur. Grâce au réflexe de Pavlov, on peut rapidement conditionner les poissons qui nageront vers le point d'alimentation au seul bruit des pas du distributeur d'aliments.

En milieu rural, on se sert généralement de boîtes de concentré de tomates grand modèle comme unité de mesure. La boîte pleine contient 2 kg d'aliment 3A si elle est remplie à ras bord et 2 kg de son de riz si elle est remplie au maximum. L'unité minimale dans ce cas est 1 kg (une demi boîte). Un manche adapté à la boîte permet de déposer l'aliment sur l'eau même par un vent léger, comme le montre la figure 6.



Figure 6. Alimentation des poissons avec une cuillère de 2 m de long ou plus

3.3.3.5 Comparaisons

Les rendements d'étang par rapport à un témoin sont mentionnés au Tableau 2.

Tableau 2 : *Variation de rendements suite à l'apport de lisier avec même quantité et même fréquence :*

Témoin	Porc	Volaille	Vache
100 %	520 %	510 %	390 %

En Israël, les essais montrent la supériorité des fumiers de porcs, poules et canards puis bovins et ovins. L'état frais semble le plus productif pour la production d'algues. Le stockage semble néfaste. N'oublions pas qu'un étang engraisé à 50% avec un aliment à faible valeur protéique et 50% d'effluents de méthanisation produit la même chose qu'un étang recevant un aliment à haute valeur protéique. Le choix est économiquement important. Il est admis que la fertilisation organique permet de réduire la quantité d'aliment apportée ou d'en profiter plus : le QN est inférieur.

La fertilisation minérale est de loin moins productive que la fertilisation organique (souvent 50%). Son utilisation est cependant plus aisée et les risques moins élevés. On peut opposer une pisciculture de transformation n'utilisant que des aliments et une haute technologie (dont la rentabilité est douteuse en Afrique de l'Ouest) à une pisciculture de production alliant une productivité maximisée du milieu aquatique et une alimentation supplémentaire ou complémentaire.

3.3.3.6 Types d'alimentation

Le problème de l'alimentation du poisson se présente sous des aspects différents selon le type d'exploitation piscicole considéré. En pisciculture extensive dans les lacs de barrage, les poissons mangent uniquement ce qu'ils trouvent et qui est produit par le milieu aquatique. Il serait d'ailleurs superflu d'envisager le nourrissage dans un tel cas. Mais alors la croissance des individus est lente et il faut quelquefois plus de 2 ans avant de pouvoir exploiter un lac après empoissonnement. Avec l'intensification de la production piscicole se pose donc le problème d'alimentation artificielle, d'autant plus complexe que cette intensification est poussée. En pisciculture intensive d'étang, avec *Oreochromis niloticus*, le problème de nourrissage semble pratiquement résolu avec la distribution d'un mélange farineux de 70% de farine basse de riz, 20% tourteaux de coton et 10% de farine de poisson dosant 22% de protéines pour compléter et améliorer l'alimentation naturelle. Le coût de revient de cet aliment peut être réduit en diminuant la durée d'élevage. En pisciculture super intensive en cages, il faut apporter tous les éléments nutritifs nécessaires aux poissons par la distribution d'aliments composés et concentrés secs en granulé. Par conséquent il faut connaître les besoins nutritifs de l'espèce de poisson élevée, connaître les valeurs nutritives et les coûts des différents constituants, pour composer un aliment économique et qui donne de meilleur rendement.

3.3.3.7 Les sous-produits aquacoles utilisés au Bénin

Les diverses matières premières utilisées pour la fabrication des aliments destinés aux poissons peuvent être classées de plusieurs manières selon que l'on se réfère à leur origine, à leur composition, à certaines de leurs propriétés nutritionnelles ou physico-chimiques, ou encore à des critères économiques. Au Bénin, il existe des matières aussi bien d'origine animale que végétale qui sont souvent des sous-produits des industries agro-alimentaires locales.

3.3.3.7.1 Les sous-produits d'origine animale

Il s'agit des sous-produits provenant soit des industries halieutiques ou des abattoirs, et restaurants. Au Bénin, il s'agit principalement de :

✓ La farine de poisson

L'utilisation des matières d'origine animale comme la farine de poisson est presque indispensable dans les régimes alimentaires des animaux aquatiques. En effet, leur constitution en acides aminés indispensables, en acides gras essentiels et vitamines notamment du groupe A, correspondent aux besoins des vertébrés dont les poissons. Au Bénin, les farines de poissons utilisés sont généralement importées du Sénégal, de la Mauritanie, du Maroc, de la France et depuis peu de la Grande Bretagne. Il se pose donc un problème de la régularité de leur qualité et de leur disponibilité. Il faut aussi noter que la composition en protéine des farines de poisson (38 - 50%) provenant du Sénégal, de la Mauritanie, du Maroc et parfois même de la France est différente de celle communiquée sur les emballages (50 - 65%) (Selon les analyses effectuées par Imorou Toko en 2007). Selon ces mêmes travaux, la farine de poisson provenant de Grande Bretagne, bien que chère, reste cependant la seule à ce jour contenant plus de 60% de protéines. D'où la nécessité d'identifier et de substituer d'autres ingrédients locaux riches en protéines et bon marché à ces farines de poisson.

✓ La farine de sang entier de bœuf

Elle a par exemple un niveau de protéine très élevé (> 84%) et pourrait être incorporée dans l'alimentation des poissons et autres animaux d'élevages. L'inconvénient de l'utilisation de la farine de sang de bœuf est son coût qui est très élevé (il faut par exemple plus de 25.000 FCFA de sang pour obtenir environ 10 kg de farine de sang de bœuf). La farine de sang de bœuf peut être localement obtenue par chauffage du sang frais collecté dans les abattoirs, et séchage des caillots de sang, puis broyage au moulin ou au mortier.

✓ Les coquilles d'huîtres

Les poissons étant des vertébrés, l'apport de calcium dans leur alimentation est indispensable d'où l'utilisation de la farine de coquilles d'huîtres.

✓ *Les asticots*

Ils représentent aujourd'hui la principale source de protéine pour les poissons. Les asticots sont obtenus facilement et à moindre coût par valorisation des déchets. La photo suivante montre la production des asticots.



3.3.3.7.2 Les sous-produits d'origine végétale

Les matières premières d'origine végétales constituent des sources de vitamines du groupe B (surtout B12) et renferme souvent des substances non digestibles. Elles sont moins appétibles, et l'amidon leur principale source d'énergie n'est pas toléré par les poissons. Certains sous-produits d'origine végétale comme les tourteaux, beaucoup plus disponibles, constituent des sources de protéines de hautes valeurs biologiques et moins chères. Leur utilisation en substitution aux farines animales dans l'alimentation de nombreuses espèces piscicoles semble prometteuse aussi bien pour la réduction des coûts de production que pour l'amélioration des performances zootechniques des élevages. Les principaux tourteaux disponibles au Bénin sont les tourteaux de palmiste, d'arachide, de soja et de coton. Le tableau suivant donne la composition bromatologique de ces tourteaux.

Tableau : Composition bromatologique de certains tourteaux

Tourteau	Matière sèche	Matière azotée totale	Lipides	Cellulose brute	Cendre	Energie (kcal/g)
Palmiste	88	17,5	1,8	17	3,5	4,35
Arachide	89,6	49	3,4	8	6	4,41
Coton	91,3	42,6	2,9	14	6,7	4,47
Soja	88	45	2	6,1	6,5	4,08

✓ *Tourteau de palmiste*

Le tourteau de palmiste relativement pauvre en protéines, et contenant de grandes quantités de fibres, est surtout utilisé dans la production avicole et porcine. Son intérêt dans les régimes pour poissons reste encore à être prouvé.

✓ *Tourteau d'arachide*

Le tourteau d'arachide est le plus riche en protéines (49% de la matière sèche). Au Bénin, la production annuelle d'arachide est d'environ 99.000 tonnes sur 122.000 ha. Cependant, le tourteau d'arachide ne se fabrique pas à l'échelle industrielle bien que l'huile d'arachide soit produite artisanalement et utilisé fréquemment dans les ménages. Cette transformation assurée par de petites exploitations familiales produit un tourteau plutôt commercialisé pour la consommation humaine sous forme de galettes communément appelées « kuli kuli ». Il est donc très peu disponible pour l'alimentation animale et coûte cher. En production animale, l'inconvénient majeur signalé à l'utilisation de ce tourteau qui présente cependant une bonne digestibilité et qui est presque exempt de facteurs antinutritionnels est la contamination fréquente par l'aflatoxine.

✓ *Tourteau de coton*

Le coton est la principale ressource végétale cultivée au Bénin. Une bonne partie des graines de coton produit est transformée localement en huile et tourteau dans les différentes huileries industrielles.

L'utilisation de tourteau de coton (42% de la matière sèche) en aquaculture a donné de bons résultats.

La non disponibilité de ce tourteau toute l'année est son principal inconvénient.

✓ *Tourteau de soja*

Il est de loin le plus utilisé e alimentation animale du fait de sa disponibilité, de sa régularité, de son prix et surtout de sa bonne valeur nutritionnelle avec près de 40% à 50% de protéines. Il est sans doute le plus nutritif et le plus utilisé en aquaculture. Ses performances dans l'alimentation des plusieurs poissons ne sont plus à démonstrées et il peut même remplacer totalement la farine de poisson dans l'alimentation des poissons chats (clarias).

✓ *Le maïs (son et farine), le son de riz, drèche de brasserie, son de blé*

Ces matières premières sont aussi utilisées dans l'alimentation des poissons. Ces différents produits souvent utilisés comme sources de nutriments peuvent parfois avoir un fort pouvoir liant ou attractif dans les régimes alimentaires.

✓ *L'huile de palme*

Commercialisée localement, l'huile de palme est utilisée afin d'améliorer les qualités physiques et nutritionnelles des régimes. Elle est aussi utilisée comme attractant.

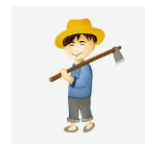
En conclusion, eu égard à tout ce qui précède nous remarquons que plusieurs produits interviennent dans la formulation d'une ration équilibrée pour les poissons. L'inconvénient de ces produits est que certains sont de composition incertaine (comme les farines de poissons provenant du Sénégal de la France...) et d'autres sont chers ou encore indisponible toute l'année (tourteau de coton). Il revient donc d'accentuer l'utilisation des ressources locales.

Il s'agit entre autres de :

- farine de poisson
- tourteau d'arachide
- tourteau de coton
- tourteau de soja
- tourteau de palmiste
- soja grain torréfié
- maïs (grain)
- son de blé
- drèche de brasserie
- huile de palme
- sang de bœuf
- coquilles d'huîtres
- asticots
- l'azolla

3.3.4 Que faire et comment le faire : Quelles pratiques mettre en œuvre

Exercice pratique avec sa fiche (2 à 3 pages par fiche)



Pour atteindre les objectifs de ce module, un brainstorming sera fait au début de la séquence sur les régimes alimentaires des poissons, les aliments disponibles dans les milieux naturels des poissons, les types d'aliments pour poissons, les sous-produits agroindustriels utilisables dans l'alimentation des poissons, et le rationnement en pisciculture.

Des vidéogrammes didactiques sur l'Alimentation des poissons seront visualisés par les apprenants. Il s'agit de :

- Documentaire : «14 étapes pour préparer l'aliments piscicole » (16,10 min) (<https://www.youtube.com/watch?v=HX3EaZpEKa0>) (TD 4)



○ **Fiche de TD N° 4 : 14 étapes pour préparer l'aliments piscicole (TD4)**

D. Enoncé

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- D'utiliser une formule alimentaire
- Produire des aliments granulés pour poisson
- Sécher les aliments pour poissons et les stockés

22. Objectifs de l'exercice :

23. Durée : 16,10 Minutes

24. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Le documentaire sera visualisé en plénière

25. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Support de film documentaire
- Ordinateur portable
- Vidéo projecteur
- Ecran de projection
- Hauts parleurs

26. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Suivre attentivement le film documentaire présenté
- Noter les étapes de production d'un aliment piscicole
- Noter les méthodes utilisées
- Suivre attentivement les conditions et techniques de pesage, de tamisage, de mélange, de granulation, de séchage et de stockage

27. Mode de restitution

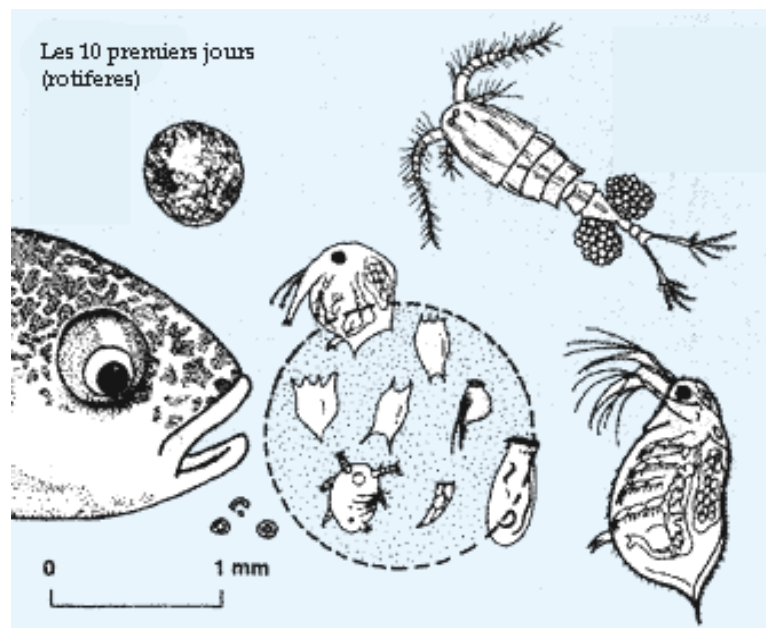
A la fin du TD une séance de questions/réponses sera organisée afin d'évaluer le niveau de compréhension des apprenants

28. Rôle de l'enseignant

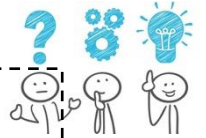
Durant cet exercice le formateur devra :

- Lire et expliquer les de ce TD
- Assurer la projection du documentaire aux apprenants et répondre aux questions

Support imagé sur les bonnes pratiques



Qu'avez-vous appris durant la séquence, “do” et “don’t”



Questions et suggestions de l'apprenant

3.4 Séquence 4 : Conduite technique d'élevage piscicole



3.4.1 La séquence en bref – qu'allez-vous apprendre ?

Durant cette séquence l'apprenant apprendra à produire des alevins de poissons (tilapia et clarias), appliquer des techniques d'élevage piscicoles et à connaître les normes de qualité, d'hygiène, de santé et de prophylaxie en pisciculture.

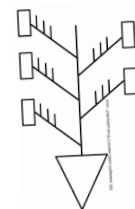
3.4.2 Quel est le défi à relever ou le problème à résoudre

défi

A la fin de ce module l'apprenant devra être capable de :

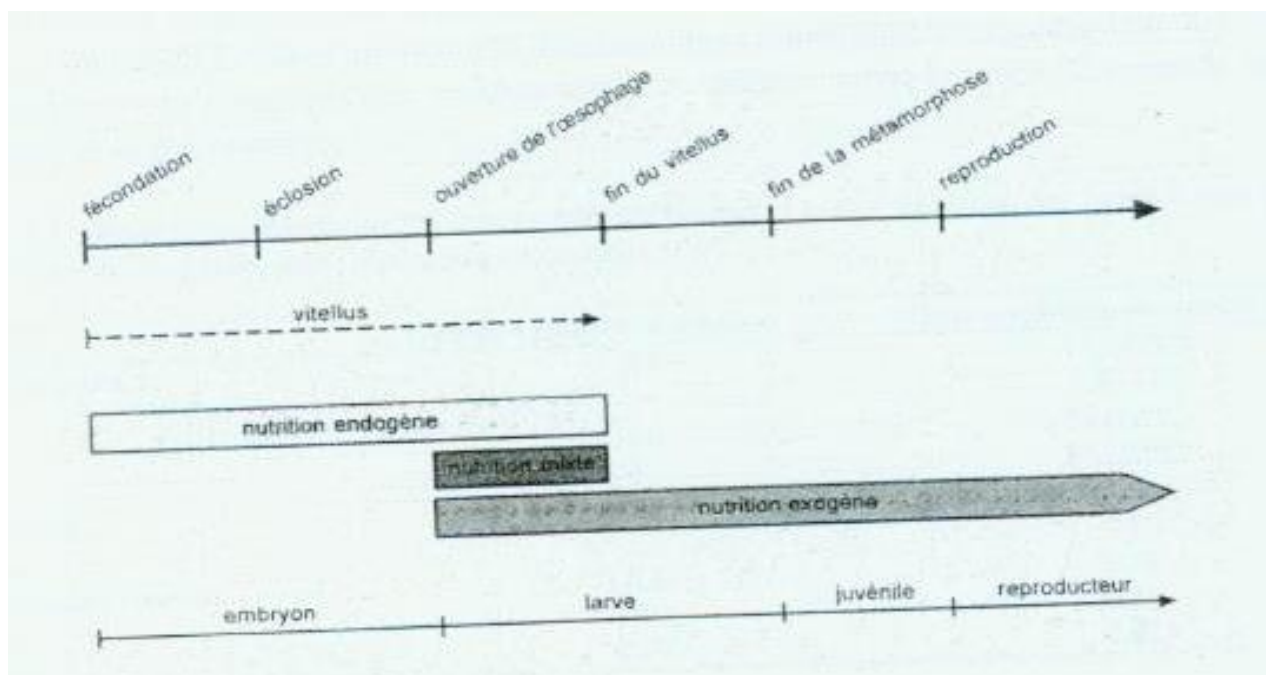
- Produire des alevins de poissons, notamment de tilapia et de clarias
- Appliquer des techniques d'élevage piscicole
- Evaluer la qualité des milieux piscicoles

3.4.3 Pourquoi et comment : Quels sont les concepts, phénomènes scientifiques de base et méthodes à maîtriser pour comprendre et relever le défi



3.4.3.1 Production d'alevin de poissons

Chez les poissons, le terme larve désigne les plus jeunes individus entre le moment où ils sont capables d'ingérer de la nourriture exogène et celui où ils prennent la forme de l'adulte (voir figure ci-bas). Le stade larvaire suit le stage embryonnaire et précède le stade juvénile. Il correspond à une période de transformation morphologique et physiologique continue de l'animal.



Stade de développement et mode de nutrition au cours de la vie des poissons

La larve partage avec l'embryon certaines caractéristiques comme une très petite taille, un taux de croissance spécifique (SGR) très élevé, et une différenciation incomplète de certains organes. Cependant, elle est déjà capable de capturer et digérer des proies. Le développement larvaire mérite d'être considéré car il conditionne certaines caractéristiques importantes des larves et en particulier la taille au moment du 1^{er} repas.

Les larves en pisciculture peuvent être obtenues par reproduction naturelle des géniteurs (cas de tilapia) ou par reproduction artificielle dans des écloseries (cas des clarias et parfois des tilapia).

Les techniques de reproduction de ces deux espèces sont présentées dans les TP et TD qui seront effectués durant cette séquence.

Une fois obtenues, les larves sont élevées suivant différentes techniques d'élevage. Nous présenterons dans ce manuel le cas de clarias.

3.4.3.1.1 Technique d'élevage extensif

Cette technique consiste généralement à la collecte de larves et juvéniles en milieu naturel et leur conditionnement en tanks, bassins ou en happas dans des étangs. Elle présente cependant de nombreux inconvénients tels que :

- Variabilités interannuelles des captures ;
- Mélange d'espèces aux performances inégales ;
- Aucune possibilité d'amélioration génétique ;
- Etc.

Cette technique ancienne est encore pratiquée dans certains pays mais à l'échelle familiale (delta fleuve Ouémé au Bénin par exemple).

Une version améliorée de cette technique peut consister à maintenir des géniteurs en étangs de barrage et à récolter les alevins une fois par an.

On peut aussi en ce qui concerne les poissons-chats (clarias notamment) les maintenir en captivité et simuler la crue dans l'étang afin de déclencher spontanément la reproduction. Cependant les larves obtenues dans ces conditions sont soumises à une intense prédation dans l'étang (batraciens, insectes, cannibalisme, etc.) ce qui engendre un très faible taux de production de larves.

Au nombre des techniques extensives de larviculture on peut :

- Injecter des hormones aux géniteurs qui seront laissés en étang afin de faciliter la reproduction ;
- Féconder des œufs et les déverser dans un étang pour incubation et larviculture ;
- Transférer des larves nouvelles écloses dans un étang.

Dans tous les cas aucun nourrissage (aliment exogène) n'est apporté dans l'étang. Les résultats obtenus peuvent être intéressants avec une production fluctuant de 0 à 10 500 alevins pour des étangs de 50 à 350 m².



Capture des alevins de clarias au moyen de piège en filet dans un trou à poisson (whedo) dans le l'Ouémé (sud Bénin)



Piège à Clarias installé dans un whedo du delta de l'Ouémé

3.4.3.1.2 Techniques d'élevage semi-intensif

Cette technique consiste en 2 étapes importantes :

1. **Premier alevinage :** il s'agit du stade larvaire au stade alevin qui se fait en aquarium, bacs ou bassins intérieurs. Durant cette étape qui dure 1 à 2 semaines, les larves passent de l'alimentation endogène (vitellus) à exogène (zooplancton vivant récolté en étangs + complément d'aliment sec). Au début de l'alimentation exogène, les larves reçoivent d'abord des aliments vivants (proies vivantes) de petites tailles comme les zooplanktons et les artemias (crustacés microscopiques nutritifs et très appréciés par les larves) avant d'être sevrées entre les jours 5 et jours 14 poste éclosion avec des aliments secs (proviennent de bonnes valeurs nutritives et digestives). Le sevrage devra se faire de façon progressive (durant 2 à 5 jours environ) afin de permettre aux larves de s'adapter plus facilement au changement de régime.

Dans tous les cas pour les aliments vivants comme secs, on doit veiller à ce que la taille des aliments soient adaptés à l'ouverture buccale des larves.

À la fin de cette 1^{ère} étape les larves atteignent généralement une taille moyenne de 100 mg.

2. **Deuxième alevinage :** il s'agit du pré-grossissement des larves /alevins qui sont maintenues à des densités bien définies soit en étang, en bassins ou en aquarium.

En étang la profondeur ne devrait pas dépasser 0,5 à 1 m et le courant d'eau devra être faible (7,5 à 15 l/mn).

Les opérations suivantes sont nécessaires pour une bonne réussite de l'alevinage de clarias en étang.

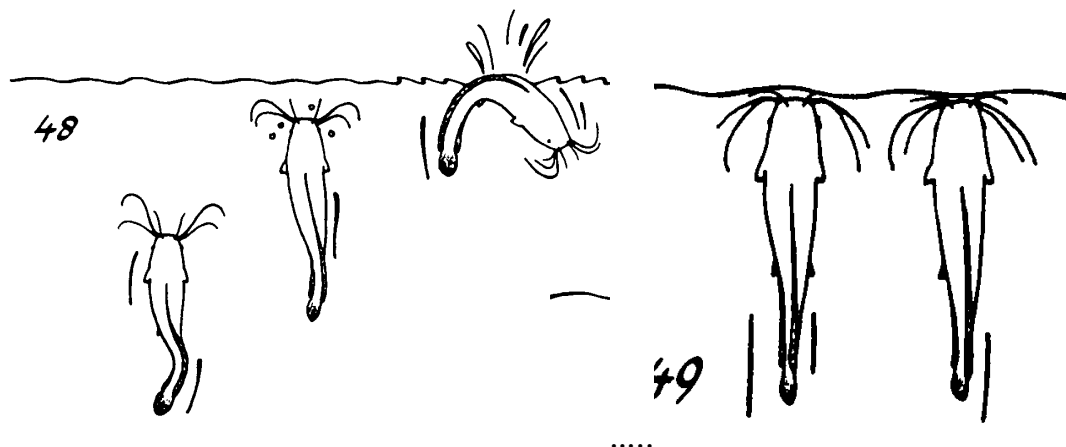
- *Préparation des étangs :*
 - Protection contre oiseaux (filets)
 - Le moine doit être muni d'une grille
 - Chauler l'étang
 - Fertiliser (organique et inorganique)
 - Contrôler la biomasse du zooplancton (rotifères, cladocères ...)
- *Mise en charge :*
 - Densité 20-100 ind./m² (Micha, 2001), Optimale de 100 ind./m² (de Graaf et al., 1995), d'autres indiquent 300 ind./m² (Campbell et al., 1995)
 - Dans tous les cas, faire entourer l'alevin d'une forte densité de particules (zooplancton)
 - Déversement de matière organiques biodégradables en bordure protégée de l'étang, peu profonde (compostière)
 - Eviter les chocs thermiques
- *Alimentation :*
 - En semi-intensif, pas d'alimentation en tant que telle, mais complément à base de sous-produits agro-alimentaires (son de riz, de blé, éventuellement farine de poisson, etc.)
 - Si complément de nourriture, adopter 0,5 kg/j/are et accroître la ration de 50% environ par semaine (voir Tableau ci-bas)
 - Suivant contrôles de transparence, appliquer des engrais une à deux fois par semaine (3 à 5 kg fientes volaille par are et/ou 50 g superphosphate et 100 g d'urée par are)

Tableau : Accroissement de la ration journalière (kg/100 m²/jour) pour des alevins de Clarias élevés en étangs au Kenya.

Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5
0,50	0,75	1,00	1,25	1,50

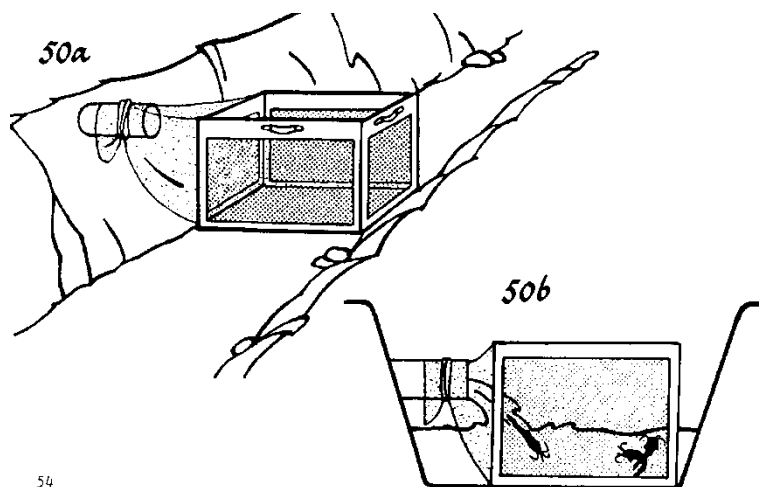
- *Contrôle journalier des étangs :*
 - Observer le comportement des alevins (organe suprabranchial déjà au point) (voir schéma ci-bas)

- Transparence de l'eau et l'O₂, la température, pH et autres
- Nettoyer les grilles et vérifier l'état des digues



- *Récolte des fingerlings :*

- Le faire en temps frais (à l'aube)
- Abaisser le niveau de l'eau et passer quelques coups de filet senne
- Placer une caisse en bois muni de treillis dans le canal d'évacuation et récolter les restes en retirant la dernière planche du moine (voir schéma ci-bas)



- *Résultats d'élevage :*

- Sans alimentation complémentaire, survie de 0 à 30 %, alevins de 1 à 3 g en 1 mois (Viveen et al., 1985, Micha, 2001)
- Si alimentation complémentaire (voir Tableau ci-bas)

Densité larves /m ²	Récoltes Ind./m ²	Auteurs
100	35-40	De Graaf et al, 1995
278	85	Campbell et al
250	85	Jansen (note non publiée) au Nigeria
2 000	500-800	Hecht et al.

Les résultats d'élevage varient selon que l'étang soit protégé ou non

- Etang non protégé

Pays	Fingerlings/m ²	Sources
Rép. du Congo	5,0 ± 13,9	- de Graaf et al., 1995
Kenya	5,8 ± 4,9	- Obuya et al., 1995
Cameroun	2,7 ± 1,6	- Hogendoorn, 1079
Côte d'Ivoire	6,8 ± 7,4	- de Graaf, 1989

- Etang bien protégé (de Graaf et al., 1995)

Paramètres de production	Résultats
Densité initiale (nbre/m ²)	80 ± 5, 8
Durée d'élevage (jours)	43,3 ± 4,6
Récolte fingerlings (nbre/m ²)	<u>32,3 ± 3,3</u>
Taux de survie (% du stock initial)	<u>38,7 ± 3,7</u>
Poids moyen à la récolte (g)	3,1 ± 0,5

- Hétérogénéité de taille souvent élevée
- En général 4 à 5 semaines on a :
 - 80 à 90 % biomasse totale, petite taille (3-5 g)
 - 10 à 20 % biomasse totale, grande taille (8-10 g)
- En ce moment cannibalisme si les 2 groupes non séparés
- En Rép. du Congo taux de survie de 1 à 3% pour des fingerlings récoltés à 15 g.
- Ainsi, conseillé pour une densité de 100 larves/m² de récolter entre 30 et 40 j (en semi intensif en étang).

3.4.3.1.3 Techniques d'élevage intensif

A. Principes

Cette technique consiste à Conserver les larves en structures intérieurs (bacs, aquariums ou bassins) et à leur apporter une alimentation entièrement exogène (soit de plancton cultivé et/ou surtout d'artémia, soit d'aliments artificiels appropriés et riche en protéines). Cette technique permet de mieux contrôler les paramètres d'élevage, de diminuer ou de supprimer l'impact des prédateurs extérieurs et d'augmenter le taux de croissance et de survie. Cependant, cette technique reste encore peu développée en Afrique malgré les succès spectaculaire en Asie, en Amérique latine et en Europe où l'espèce (clarias) a été introduite pour ses hautes performances en pisciculture.

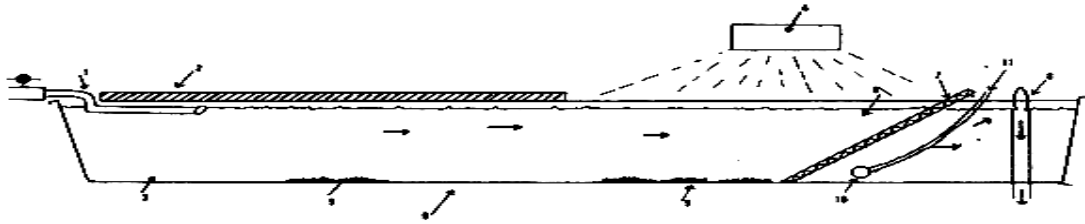
Comme pour la technique d'élevage semi-intensif, cette technique comprend 2 étapes :

- Premier alevinage (l'élevage des larves jusqu'à la taille alevin)
- Deuxième alevinage (le pré-grossissement des alevins jusqu'à la taille de fingerlings (5 g en moyenne)).

Les caractéristiques de cette technique sont :

- *Structures d'élevage :*
 - Un dispositif complet d'élevage larvaire intensif comprend une réserve d'eau propre, thermo-régulée et stérilisée par des tubes UV avant sa distribution dans les bacs d'élevage. A la sortie des bacs, l'eau est filtrée (filtre biologique) et recyclée par une pompe. Le circuit est ainsi fermé.
 - Protection du matériel et des poissons est souvent prévue dès la conception de l'installation : distribution gravitaire de l'eau, protection des résistances électriques contre une mise à sec, alerte de niveau signalant l'arrêt des pompes.
 - La tuyauterie doit être démontable pour un nettoyage complet au début et à la fin de chaque période d'élevage.
 - La propreté des installations de l'écloserie en général, est nécessaire à l'obtention des résultats réguliers.
 - Pas une stérilité complète, mais limiter les populations bactériennes en dessous du seuil où elles perturbent l'élevage.
 - Bacs d'élevage doté d'arrivée d'eau, couvercle, concentration de poissons en bonne santé, éclairage, crépines, trop plein, pierre poreuse, arrivée d'air.

***NB :** En écloserie (intensive), la sécurité du personnel exige des installations, en particulier électriques, dépourvues de tout risque*



- *Mise en charge et alimentation :*
 - Bacs de premier alevinage
 - Conditions optimales 28°C, O₂ >5mg/l, nitrites < 0,1mg/l, etc.
 - 100 larves/l voire plus
 - Nourrissage 2ème 3ème jour avec artémia (une semaine maxi.) couplé avec aliment sec (55 % protéines brutes)
 - Quelques résultats satisfaisants avec du zooplancton
 - Durée : 1 à 2 semaines
 - Bacs ou bassins de 2ème alevinage
 - Mêmes conditions environnementales
 - Densités plus faibles (2000 larves/m²)
 - Alimentation (50 à 55 % protéines) 3 fois au moins par jour
 - Ration de 25 % biomasse qui décroît par semaine et selon les conditions du milieu
- *Gestion de l'élevage :*
 - Contrôle régulier strict des paramètres
 - Contrôle des alevins (signes de malnutrition ou de maladies)
- *Résultats d'élevage :*
 - Environ 4 semaines après, fingerlings de 4 à 5g
 - Taux de survie > 40 %
 - SGR (40-50 %/j) mais variable suivant les conditions du milieu, type d'aliment, niveau de réussite du sevrage.

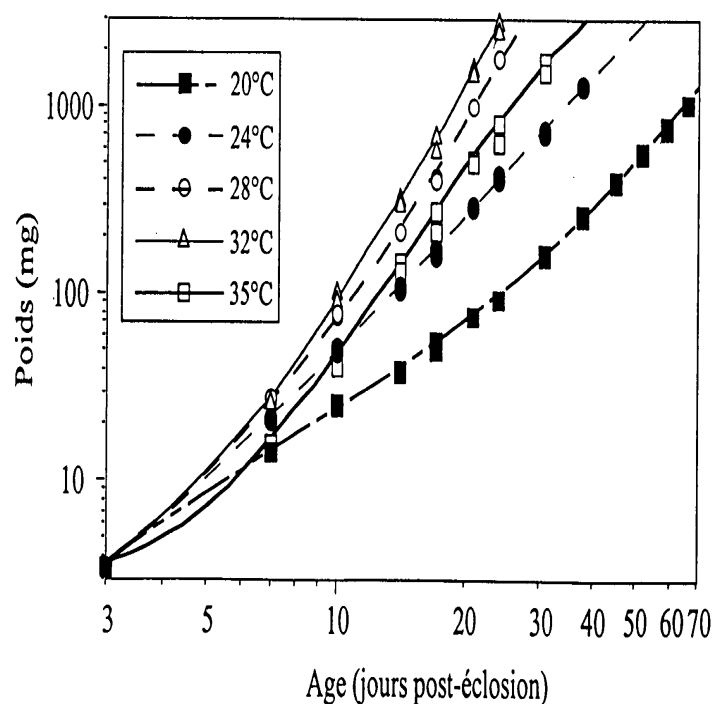
B. Quelques résultats d'études en intensif

- ***Quelques données de taux de croissance spécifique(SGR) des larves de clarias en fonction de la taille et du type d'aliment utilisé***

Age (from ... to)	Food type (protein + Fat or energy)	SGR (% d-1)	References
2 to 13 d PH	zooplankton	32,664	Polling et al., 1988
2 to 5 d PH	zooplankton	46,782	
5 to 9 d PH	zooplankton	26,644	
9 to 13 d PH	zooplankton	28,097	
2 to 13 d PH	Artémia	28,03	Polling et al., 1988
2 to 5 d PH	Artémia	20,528	
5 to 9 d PH	Artémia	42,091	
9 to 13 d PH	Artémia	19,604	
3 to 10 d PH	Artemia	28,424	Baras & Daffe, 2002
3 to 10 d PH	Artemia	38,416	
3 to 10 d PH	Artemia	42,755	
3 to 10 d PH	Artemia	43,399	
3 to 10 d PH	Artemia	44,396	
3 to 10 d PH	Artemia	48,073	
10 to 20 d PH	FF c. 40 %	32,454	Kaiser et al, 1995 (J. appl. Ichthyol.)
20 to 27 d PH	FF c. 40 %	15,021	
27 to 34 d PH	FF c. 40 %	10,520	
34 to 39 d PH	FF c. 40 %	10,935	

➤ *Evolution du poids des larves de clarias en fonction de la température*

Extrait de Baras & Daffe (soumis)



Conclusion

La production semi-intensif en étangs est relativement simple et demande une technologie faible. Le principal problème reste la prédation, mais dans des étangs bien préparés on peut limiter le problème et atteindre des taux de survie > 30%.

En gardant les larves en éclosérie environ une dizaine de jours avant de les passer en étang d'alevinage, le taux de survie peut atteindre 50 à 80%,

- La production intensive est plus laborieuse et coûteuse ;
- La réussite de l'élevage larvaire repose sur la qualité de l'installation et sur la rigueur des techniques d'élevage ;
- Quand les opérations sont bien conduites on peut atteindre des taux de survie de 85 à 90% ;
- *Clarias gariepinus* est une espèce à respiration aérienne facultative, mais l'organe suprabranchial n'est pas fonctionnel avant un poids de 35-40 mg, soit environ 1 semaine (nécessité d'une bonne oxygénation donc avant) ;
- La première prise de nourriture exogène intervient entre 36 et 72 h post-éclosion. Plus vite le sevrage intervient meilleur seront les taux de croissance et de survie.

3.4.3.2 Techniques d'élevage des poissons

3.4.3.2.1 Types d'élevage

Suivant le mode d'élevage on peut distinguer :

- 1- la pisciculture intensive (haute technologie et rendement très élevé) ;
- 2- la pisciculture extensive (on met à contribution la richesse de l'eau pour nourrir les poissons, rendement faible) ;
- 3- la pisciculture artisanale (technologie artisanale peu évoluée) ;
- 4- la pisciculture commerciale (technologie évoluée, parfois intensive) ;
- 5- la pisciculture familiale (pisciculture pour la famille, pour sa propre consommation).

3.4.3.2.2 Critères de choix des poissons d'élevage

Un bon poisson de pisciculture doit avoir les caractères suivants :

- Il doit avoir une chair de bonne qualité
- Il doit être accepté par le consommateur
- Il doit être rustique et facile à manipuler
- Il doit pouvoir se reproduire facilement en milieu contrôlé
- Il doit avoir une croissance assez rapide
- Il doit avoir une alimentation facile (poisson carnivore sont trop coûteux en élevage)
- Il doit être adapté au climat du lieu
- Il doit accepter une bonne densité en élevage

C'est le cas par exemple du tilapia *Oreochromis niloticus* qui remplit tous ces critères ; le *Clarias* par contre ne se reproduit pas naturellement en captivité.

3.4.3.2.3 Quelques espèces de poisson en pisciculture

* Les tilapias

De la famille des Cichlidae, ils constituent la base de la pisciculture africaine. En 1992, la production africaine de la pisciculture s'élevait à 64.132 tonnes, dont 50.648 tonnes de poissons d'eau douce parmi lesquels en majorité des tilapias (33.150 tonnes). Sur les 80 espèces de tilapias qui existent sur le continent, une dizaine seulement sont utilisées en pisciculture à savoir :

1- Les incubateurs buccaux qui sont des microphages

- *Oreochromis niloticus*
- *Oreochromis aureus*
- *Oreochromis hornorum*
- *Oreochromis macrochir*
- *Oreochromis mossambicus*

2- Les pondeurs sur substrat qui sont des macrophages

- *Sarotherodon melanotheron*
- *Sarotherodon galilaeus*
- *Tilapia guineensis*
- *Tilapia zillii*
- *Tilapia rendalli*

3- Plusieurs hybrides existent aujourd'hui.

Les tilapias se reproduisent facilement. La ponte des œufs peut avoir lieu tous les mois, voire toutes les 2 semaines, ce qui cause des problèmes de surpopulation et d'alimentation. On utilise des prédateurs (*Hemichromis fasciatus*, *Clarias gariepinus*, *Lates niloticus*) pour contrôler la population.

D'autres Cichlidae autres que Tilapias sont également élevés : *Chromidotilapia guntheri* (faible croissance), *Haplochromis wallogudi* (ornemental), *Hemichromis fasciatus* (carnivore).

* Les poissons-chats

Parmi les poissons-chats deux grandes familles sont élevées en Afrique : Les Clariidae et les Claroteidae. Deux grands genres font l'objet de pisciculture parmi les Clariidae : le genre *Clarias* et le genre *Heterobranchus*. Ils ont l'avantage d'une croissance fort rapide et supportent des densités très élevées. Mais se reproduisent difficilement en captivité d'où reproduction artificielle par induction hormonale. Quelques espèces de poissons Clariidae au Bénin :

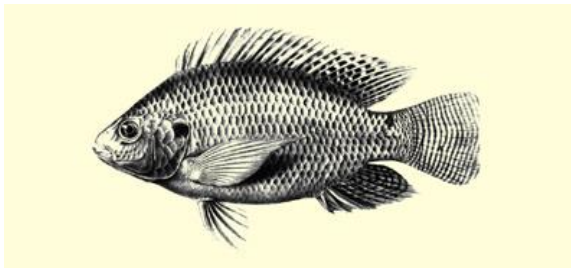
- *Clarias gariepinus*
- *Clarias ebriensis*
- *Clarias pachynema*
- *Clarias agboyiensis*
- *Heterobranchus longifilis*
- *Heterobranchus bidorsalis*

Chez les Claroteidae deux espèces sont connues dans les élevages : *Chrysichthys nigrodigitatus* et *Chrysichthys auratus*.

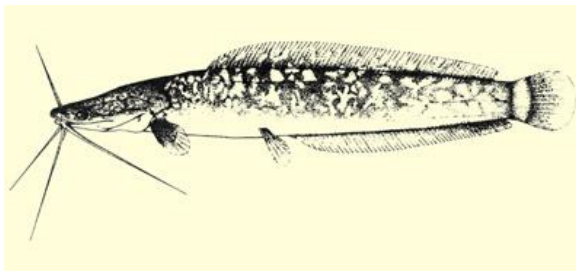
Elles présentent également une croissance très rapide mais sont moins rustiques. Elles ne se reproduisent jamais en bassin mais dans des tubes.

*** Autres espèces élevées**

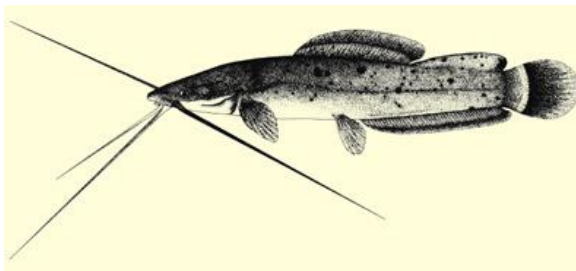
- *Heterotis niloticus* : grande taille mais problème de reproduction
- *Lates niloticus* : grande taille mais carnivore
- *Pangasus spp* : poisson-chat asiatique qui est introduite récemment au Bénin et qui a un régime omnivore à tendance herbivore avec une très bonne performance de croissance et d'utilisation alimentaire.



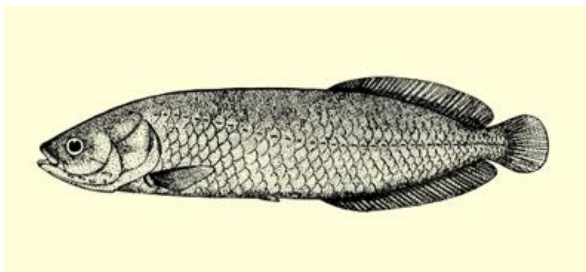
Oreochromis niloticus



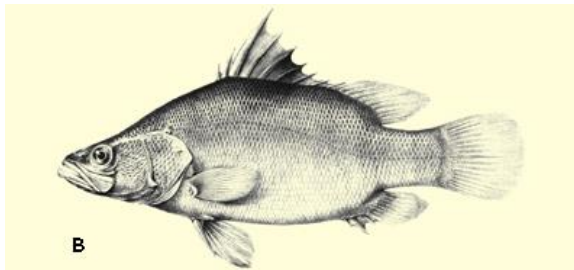
Clarias gariepinus



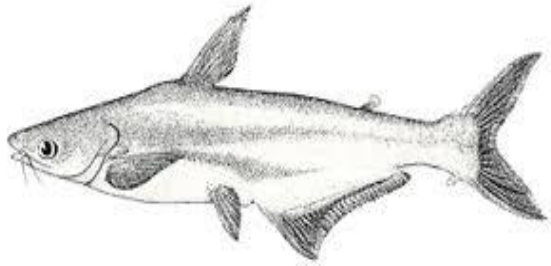
Heterobranchus longifilis



Heterotis niloticus



Lates niloticus



Pangasus sp

3.4.3.2.4 Elevage des tilapias

L'élevage des tilapias en Afrique était pratiqué par les anciens Egyptiens, apparemment à titre ornemental. La tilapiaculture proprement dite est apparue dans les années 1920 dans l'Afrique de l'Est puis s'est développée au cours des années 40 dans l'ex-Congo belge, à l'initiative des colons belges. De l'Afrique de l'est, la tilapiaculture s'est ensuite étendue à l'Afrique de l'Ouest et aux autres régions.

3.4.3.2.4.1 Les méthodes d'élevage

La prolificité des tilapias ayant entraîné des surpopulations de petits sujets dans les premiers élevages, plusieurs méthodes tendant à améliorer la production ont été mises au point et employées.

Quelle que soit la méthode utilisée en pisciculture des Tilapias on associe généralement un Tilapia microphage et un Tilapia phytophage. Ce qui permet une utilisation efficiente des différentes niches écologiques.

A. Elevage par classes d'âges mélangées ou méthode des âges multiples

1. Mélange permanent des âges ou méthode mixte

Cette méthode est basée sur l'exploitation des différents niveaux trophiques de l'étang par l'élevage simultané (et en forte densité) des tilapias de toutes tailles appartenant à une seule ou plusieurs espèces (macro-, micro - phytophages et omnivores). L'étang est en principe exploité au maximum de sa productivité.

En pratique, de sérieux inconvénients, principalement en zone équatoriale où la fréquence de reproduction des tilapias est maximale: à la vidange, un très grand nombre

de petits poissons, de taille non commerciale, un mélange d'alevins et d'adultes de petites tailles, éliminant toute possibilité de sélection pour le repeuplement. On peut pratiquer de pêches successives pour éliminer les petits mais ceci entraîne la main d'œuvre supplémentaire.

Après trois à quatre mois, la charge de l'étang devient voisine de sa capacité. On la maintient à ce niveau par des pêches intermédiaires ; si celles-ci sont insuffisantes, on aboutit à la surpopulation et au nanisme. Après huit à douze mois l'étang est vidé et on récolte tout le poisson. On prélève sur la récolte la quantité de poissons de toutes tailles nécessaires à une nouvelle mise en charge ; le restant est livré à la consommation.

La méthode est simple et utilisable par tout particulier. Si les poissons sont très bien alimentés artificiellement, elle donne des productions élevées, pouvant atteindre plusieurs tonnes à l'hectare par année. Mais la reproduction précoce des tilapias, surtout dans les régions où elle n'est pas interrompue par une saison froide, amène rapidement une surpopulation en jeunes sujets. Pratiquement, la majeure partie de la récolte est formée de poissons de petites dimensions et la proportion de gros poissons est très faible.

Attendu que l'on recharge l'étang avec des poissons de toutes tailles, y compris ceux de mauvaise croissance, la méthode va à l'encontre de l'amélioration génétique. Pour y remédier, il faut renouveler périodiquement la source de poissons de stockage.

2. Mélange temporaire des âges

L'alevinage et la production se font dans le même étang, mais d'abord successivement. L'étang est mis en charge avec des alevins de taille plus ou moins uniforme. On les élève et on les laisse grossir jusqu'à ce qu'ils se soient reproduits une fois. La vidange est faite quand les plus gros alevins nés dans l'étang sont utilisables pour un nouveau repoissonnement.

A la vidange, les poissons adultes sont livrés à la consommation ; leur poids individuel est généralement assez faible : 60 à 100 g. Les alevins sont utilisés en tout ou en partie pour une nouvelle mise en charge.

La méthode présente l'avantage de donner une proportion assez forte de poissons plus ou moins calibrés. Elle offre l'inconvénient de fournir une production en poids plus faible que la précédente, ce qui est le cas de tous les élevages où l'on vise à produire des poissons calibrés.

Cette méthode se maintient rarement longtemps telle quelle. Souvent elle évolue rapidement vers le mélange des âges permanent, car la première vidange est suivie d'une mise en charge constituée de poissons de tailles plus ou moins mélangées, ce qui est la conséquence du fait que les alevins nés de la première mise en charge n'ont pas tous le même âge. La mise en charge suivante est formée de poissons de toutes tailles et de tous âges.

B. Elevage par classes d'âges séparées ou « méthode équiennne »

L'alevinage et la production sont deux opérations nettement séparées, qui s'effectuent dans des étangs différents. La méthode vise à produire des poissons de consommation calibrés.

La reproduction et l'alevinage s'effectuent dans des étangs de reproduction uniquement utilisés à la production d'alevins suffisamment grands pour être dans les étangs de grossissement. Dans ceux-ci on ne déverse que des poissons de même taille.

Les étangs de reproduction servent à la fois d'étangs - frayères et de premier alevinage. Ce sont de petits étangs : 1 are au moins, 5 à 10 ares au plus, dans lesquels on place un à cinq couples à l'are. On ne commet plus l'erreur d'élever plusieurs espèces à la fois. Il ne faut élever qu'une seule espèce dans chaque étang de reproduction. Les alevins sont récoltés à la taille d'environ 4 cm, qu'ils peuvent atteindre en deux mois, selon la qualité de l'eau et la nourriture qu'ils y trouvent.

Dans les étangs de grossissement, on vise à produire le plus vite possible un poisson de consommation pesant une centaine de grammes. La chose est souvent difficile, par suite de la reproduction prématurée des Tilapias, qui se reproduisent parfois même à la taille de 10 cm dans les eaux pauvres en nourriture. S'il en est ainsi, la récolte est mélangée d'office et la méthode s'identifie avec la précédente (mélange temporaire des âges).

En vue de favoriser la croissance rapide des poissons de consommation et pour retarder leur reproduction prématurée, il faut nourrir abondamment les poissons ; plus leur croissance est rapide, plus forte est leur taille à la première reproduction.

Variantes.

- On peut encore envisager d'effectuer le grossissement non pas en une phase, mais en deux phases, en passant par stade intermédiaire en étang de second alevinage. On y déverserait les alevins provenant de l'étang de reproduction, on les nourrirait pendant deux à trois mois et on les récolterait ensuite à la taille de 8 à 10 cm pour les transférer dans l'étang de grossissement proprement dit. Cette méthode, non utilisée semble-t-il, réduirait le chômage partiel de l'étang de grossissement au début de sa mise en charge et permettrait un meilleur contrôle de celle-ci. La production, toutes conditions égales par ailleurs, est inférieure à celle de la méthode précédente mais la proportion de poissons marchands (de 70 à 100 g) est plus élevée.
- L'élevage des tilapias peut se faire dans une seule catégorie d'étang. L'étang de production sert également pour l'alevinage. L'étang de production reçoit une charge initiale d'alevins de même âge et de préférence assez gros (20 g). La densité est de l'ordre de 2 poissons/m². La vidange se fait comme dans la méthode précédente lorsque les poissons ont atteint un poids de 100g environ, soit après une période de 5 à 7 mois. On récolte en même temps que les poissons de consommation une quantité plus ou moins grande de petits alevins (25 % en moyenne). On sépare les alevins par tri mécanique. Les alevins sont conservés lors de la vidange ; il faut pour cela un étang de stabulation. On réempoissonne l'étang de reproduction dès la remise en eau en utilisant les plus gros alevins. Cette méthode est simple, elle permet d'obtenir un pourcentage élevé de sujets de consommation, à conditions de

les nourrir abondamment. Toutefois sa production est inférieure à la méthode équiennne. Aussi présente-t-il un inconvénient qui est l'impossibilité de sélectionner les alevins dont l'âge est de surcroît incertain. Il peut arriver qu'une partie des poissons utilisés pour le réempoissonnement soit constituée par des adultes de petite taille et non des jeunes.

C. Elevage avec contrôle de la reproduction

Pour éviter et remédier plus ou moins efficacement au mélange des âges qui se produit volontairement ou involontairement dans les méthodes précédentes, on peut recourir à l'une des méthodes ci-après.

1) Association des tilapias à un prédateur. Pour contrôler la reproduction excessive ou non désirée des tilapias élevés selon les méthodes précédentes, on peut leur associer un prédateur. Les associations les plus simples qui ont notamment été tentées sont :

- *Tilapia + Hemichromis fasciatus* : (2 à 5 *Hemichromis* pour 100 *tilapias*). La méthode est efficace du point de vue contrôle des alevins de tilapia mais présente l'inconvénient d'offrir peu de valeur marchande en raison de la petite taille de *Hemichromis fasciatus*.
- *Tilapia + Lates niloticus* : (3 *Lates* dans un bassin de 4 ares). Lorsqu'un sexage des tilapia n'est pas réalisé, il faut un nombre plus élevé de *Lates*, sans toutefois dépasser 20 *Lates* pour 4 ares et 400 tilapias. La méthode est efficace du point de vue contrôle des alevins de tilapia et aussi pour la valeur marchande des *Lates* qui deviennent très grands.
- *Tilapia + Clarias gariepinus*. (5 *clarias* en moyenne pour 100 tilapia). La méthode est très efficace comme pour le *Lates* surtout en matière de la valeur marchande des *Clarias* qui deviennent très gros.

La méthode est délicate d'application et aléatoire quant à ses résultats. Parfois la prédation est trop forte et on ne dispose pas de suffisamment d'alevins de repeuplement ; souvent elle est insuffisante et on ne remédie pas à la surpopulation et au nanisme.

Dans tous les cas, lorsqu'on emploie la méthode d'association des tilapias avec un prédateur, il est conseillé de charger le prédateur en même temps que les alevins de tilapias (ou avec un décalage de quelques jours). Le prédateur est introduit sous forme d'alevins plus petits que les alevins des tilapias, afin d'éviter qu'il ne consomme immédiatement la charge. Cette pratique, simple et économique présente l'inconvénient de sacrifier la croissance du prédateur qui devra attendre la reproduction des tilapias pour s'alimenter correctement, mais elle est efficace. A l'opposé, en introduisant le prédateur trop tard, on risque que son action soit insuffisante car si les tilapias se sont déjà reproduits, l'expérience prouve que les alevins de quelques semaines résistent bien aux prédateurs, même de grande taille.

2) Culture monosexue. Les inconvénients résultant de la reproduction prématurée des tilapias seraient évités si on pouvait mettre en charge les étangs en n'y déversant que des

alevins d'un seul sexe. Chez les tilapias, la croissance des mâles est plus rapide que celle des femelles.

Pour obtenir des monosexes (mâle généralement), plusieurs méthodes sont utilisables :

a- Le triage des sexes. Chez la plupart des tilapias, il est possible d'identifier les sexes à un âge assez précoce. Après avoir procédé à l'opération, les étangs de grossissement sont mis en charge avec des poissons d'un seul sexe. La méthode est compliquée, car elle demande plusieurs catégories d'étangs. Elle est aussi très délicate, car les erreurs se produisent presque inmanquablement et une faible proportion de sujets du sexe écarté suffit pour faire manquer le but poursuivi. La méthode ne peut être utilisée que par des pisciculteurs expérimentés disposant d'un personnel très consciencieux. Pratiquement, elle paraît difficilement applicable.

b- L'hybridation. Suite aux résultats intéressants obtenus en Malaisie avec l'hybridation de *T. mossambica* et de *T. hornorum*, en provenance de Zanzibar, des essais d'hybridation ont été tentés en Afrique, dans différents pays. D'assez nombreux essais ont donné des hybrides, mais rarement ceux-ci sont composés à 100 % d'un seul sexe, ce qui est l'objectif recherché. Un tel résultat a cependant été obtenu en Ouganda, en 1965, en croisant *T. mossambica* mâle et *T. nilotica* femelle. D'autres hybrides, tous mâles, ont également été obtenus en Ouganda et en Côte-d'Ivoire avec *T. nilotica* femelle et des mâles d'autres espèces. On peut donc en utilisant ces hybrides réaliser des élevages équiennes monosexes sans avoir à pratiquer des tris délicats entre les sexes. La méthode est efficace et permet d'atteindre 3t/ha/an. L'inconvénient est que la production des hybrides nécessite l'isolement et l'entretien de lignées parentales pures dans des stations de piscicultures spécialisées.

c- Inhibition d'un sexe : Elle peut se faire:

- Par injection d'hormone maturante mâle à des juvéniles ou alevins de quelques jours afin d'avoir que des individus de sexe mâle. C'est l'inversion hormonale des sexes.
- En mélangeant l'hormone à l'aliment des alevins qui sont aussi sexuellement inversés mâles.
- On peut aussi inverser les sexes des alevins en provoquant un choc thermique au moment de la différenciation des sexes. Les élevages larvaires se font à des températures de 35 à 40 °C pendant un temps court (une à deux semaines). Tous les poissons deviennent mâles.

3.4.3.2.5 Systèmes d'élevage des Tilapias en Afrique

A. Types d'étangs d'élevage

On peut distinguer deux catégories principales d'étangs, à savoir les grands étangs et les petits étangs, la différence n'étant pas uniquement une question de superficie.

1. Les grands étangs. Ce sont des pièces d'eau de dimensions variables, en général d'au moins 10 ares, mais pouvant aussi couvrir un ou plusieurs hectares. Ces étangs sont dotés des dispositifs classiques d'adduction, de contrôle et d'évacuation des eaux.

Les étangs de barrage ne doivent être construits que dans les situations où les coups d'eau susceptibles de provoquer des ruptures de digues ne sont pas à craindre, qui peut être le cas dans les régions boisées. Dans les régions de savane et d'altitude, il est vivement recommandé que les étangs soient établis en dérivation : celle-ci aura une section suffisante. Quant aux étangs de barrage, ils seront dotés d'un déversoir approprié.

A l'entrée des étangs, le contrôle des poissons sauvages (Clariidae, Cichlidae...) est à réaliser soigneusement. Un système de double grille horizontale peut être réalisé.

2. Les petits étangs. Ils sont utilisés en pisciculture familiale, où l'on encourage la construction d'étangs individuels. De tels étangs doivent être de petite surface tout en n'étant pas minuscules ; on estime qu'une superficie de 1 are est un minimum et que 5 ares constituent peut-être un maximum. Ces étangs sont groupés en complexes d'importance variable. Le choix de l'emplacement de ces complexes est capital. Attendu que l'on doit y pratiquer une pisciculture intensive, il importe que la distance entre les complexes d'étangs et les villages où demeurent les propriétaires ne soit pas trop grande. Beaucoup de réalisations ont laissé à désirer à cet égard.

Ces étangs doivent être construits aussi simplement que possible, ce qui ne signifie nullement qu'il suffit de creuser des trous susceptibles de se remplir d'eau. L'adduction d'eau dans l'étang et l'évacuation doivent se faire sans difficultés, aussi bien au trop-plein qu'à la vidange. L'emploi de matériaux durs est évité; on amène l'eau et on l'évacue par des dispositifs simples, tels que tuyaux de bambou. Il faut veiller à ce que les étangs reçoivent suffisamment d'eau, ce qui demande un canal d'alimentation fonctionnant normalement et il est nécessaire que les étangs puissent être mis à sec. Cette opération se fait parfois par simple percement de la digue. Les digues doivent être robustes, sans excès et on doit les couvrir d'herbages, pour éviter le ravinement. La profondeur d'eau doit être suffisante (0,50 m au moins).

B. Systèmes d'élevage

1. La pisciculture communautaire. C'est une pisciculture de subsistance. On utilise de grands étangs, en général construits avec le concours de la main - d'œuvre locale.

L'exploitation est assurée par la communauté locale (village, école, mission, groupement coopératif), qui affecte la production à sa subsistance.

Les conditions d'exploitation sont généralement médiocres ; la mise en charge, les pêches intermédiaires et la vidange sont souvent faites plus ou moins au hasard. Souvent, personne ne se préoccupe de nourrir les poissons. De ce fait la production est faible et n'atteint que quelques centaines de kilos à l'hectare.

Ce système de pisciculture a été le premier à être propagé en Afrique. Vu les résultats généralement médiocres enregistrés, notamment faute de soins d'entretien de l'étang et faute de nourrissage des poissons, il n'a connu qu'un développement limité. Cependant, dans certaines régions, par exemple au Congo - Kinshasa, d'incontestables résultats positifs ont été acquis.

Un cas particulier de pisciculture communautaire est formé par l'empoissonnement de réserves d'eau créées dans des buts divers (besoins domestiques, conservation des sols, irrigation) dans des régions à longue saison sèche. Si ces réserves peuvent être vidangées régulièrement ou s'assèchent naturellement, on peut les empoissonner au début de la mise sous eau et récolter lors de l'assèchement. Des essais ont été entrepris en Algérie en 1961.

2. La pisciculture familiale. C'est également une pisciculture de subsistance, qui s'est substituée à la précédente. Elle est conçue de façon telle que le paysan puisse produire dans un étang lui appartenant, construit et exploité par lui, sans dépenses en argent et grâce à un travail peu important, une partie des protéines nécessaires à l'alimentation de sa famille.

Elle se pratique dans les petits étangs familiaux. Trop souvent ils sont mal conçus, mal aménagés, mal entretenus. La mise en charge est variable et imprécise. L'alimentation artificielle, qui devrait être intensive, afin de compenser par une production intensive la faible superficie des étangs, n'est en général ni régulière ni abondante. Aussi la production est - elle extrêmement variable ; souvent presque nulle, elle peut cependant atteindre 25 kg à l'are et par an. Elle est constituée en majeure partie de poissons de petite taille. La récolte se pratique d'abord par pêches intermédiaires, le plus souvent à la ligne ou au filet épervier ; la vidange se fait après quelques mois mais aussi après deux à trois ans.

Ce système de pisciculture a connu un développement considérable en Afrique intertropicale entre 1953 et 1958. Depuis, il est en régression pour diverses raisons. Parmi celles-ci, il faut citer : la difficulté d'exploiter des étangs mal construits et mal aménagés, le manque de persévérance des pisciculteurs insuffisamment aidés et conseillés, vite découragés des résultats médiocres obtenus par une exploitation défectueuse.

3. La pisciculture artisanale. La production n'est plus de subsistance mais elle est destinée à être livrée au commerce, en tout ou en partie, ou bien encore elle doit satisfaire les besoins alimentaires d'une exploitation agricole.

L'exploitation des piscicultures artisanales est plus ou moins rationnelle : les mises en charge, le nourrissage, les pêches intermédiaires, les vidanges sont assez bien réglés. En conséquence, les productions sont assez élevées.

Si un tel système de pisciculture peut être intégrée à une exploitation agricole, la facilité d'exploitation et la production peuvent être grandement améliorées.

3.4.3.2.6 Perspectives de la pisciculture des tilapias

1. Les espèces d'élevage

Les tilapias sont certes des poissons de pisciculture intéressante dans les régions intertropicales, mais du fait de leur reproduction excessive ils ne constituent pas des poissons idéaux en matière de production de poisson de consommation calibré. Heureusement, grâce à leur plasticité, ils offrent un matériel précieux pour la création par hybridation et sélection de variétés ou races intéressantes. On a déjà obtenu des hybrides permettant de créer des élevages mono sexes. Jusqu'à présent il s'agit d'espèces macrophages. L'obtention de tels hybrides d'espèces herbivores serait du plus grand intérêt, compte tenu des facilités qu'ils pourraient offrir en matière d'alimentation artificielle.

Les tilapias peuvent aussi être associés non seulement entre eux : une espèce phytophage et une espèce microphage, mais il est intéressant également de les associer à des représentants d'autres genres, tels que *Heterotis* en Afrique, la Carpe commune et la Carpe herbivore en Asie. En Israël, les tilapias (*Oreochromis niloticus* principalement), sont associés à la Carpe, celle-ci étant l'espèce principale ; la croissance estivale des Tilapias est de 180g. En Malaisie, *O. mossambicus* hybride est associé à *Puntius javanicus* et *Ctenopharyngodon idella* (Carpe herbivore).

2. Nécessité d'une bonne politique piscicole.

En matière de pisciculture des Tilapias, comme dans toute autre pisciculture d'ailleurs, on est amené à séparer les opérations d'alevinage et de production. En d'autres termes, il faut viser à remplacer la méthode des âges multiples par une méthode équienne.

Une telle orientation implique l'existence de services de vulgarisation et d'encadrement disposant de stations d'alevinage spécialisées, capables d'approvisionner les pisciculteurs en alevins. Il faut éviter une dispersion des efforts et s'intéresser particulièrement aux milieux spécialement favorables des points de vue physiographique et socio-économique. La nécessité d'une politique piscicole suffisamment développée et rationnellement organisée a été exposée par Huet.

Il faut aussi encourager la création de piscicultures artisanales, spécialisées soit dans la production d'alevins de repeuplement, soit dans la production de poissons de consommation, soit dans les deux opérations.

3.4.3.2.7 **Elevage du *Clarias***

Chez les Clariidae la reproduction en étangs est difficile voire jamais ce qui amène à faire de la reproduction artificielle par injection hormonale ou d'extrait pituitaire. La phase délicate de l'élevage est constituée par le développement de tous jeunes alevins, après la résorption de la réserve vitelline. Ils sont souvent alimentés par du zooplancton. En 2 à 3 semaines ils atteignent 1,5 à 4 cm. L'empoissonnement dans les étangs de croissance se fait à très forte densité (2 à 50 poissons au m²). Moyenne de 10 au m² si l'étang est peu profond (1 m).

❖ **Avantages** de l'élevage du *Clarias*

- Régime alimentaire omnivore (déchets, poissons, plancton) et prise des granulés ou sous-produits (drêche, tourteaux) ;
- Croissance très rapide quand la température est adéquate ;
- Capable de survivre dans des milieux très peu oxygénés grâce à une respiration 'pulmonaire' consistant à gober l'air en surface ;
- Supportent de hautes densités de charge dans les élevages intensifs ;
- Se conservent et se transportent 'à sec' dans un milieu humide ;
- Chair sans arête très appréciée sous forme fraîche ou fumée ;
- Peuvent être élevées en polyculture avec des tilapias et conviennent pour les élevages associés.

❖ **Inconvénients**

- Reproduction possible en étangs mais moins facile que celle des tilapias ; la reproduction artificielle est obtenue par injection d'hormones
- Cannibalisme prononcé, surtout au stade alevin ;
- Forte agressivité des mâles à l'égard des femelles et qui entraîne des blessures suivies d'infections fongiques et bactériennes ;
- Très sensibles aux stress dans les élevages intensifs ;
- Sensibles à certaines maladies bactériennes ou virales.

3.4.3.2.8 **Elevage de *Heterobranchus longifilis***

- Croissance très rapide : 1,5 kg à 6-7 mois (6 mois au départ d'alevins de 1-2 mois) ;
- Se nourrit de poissons mais aussi d'insectes aquatiques, de drêches, de sous-produits locaux (tourteaux de coton, d'arachides, déchets d'abattoir) ;
- Maturation à partir de 3-4 ans mais pas de reproduction naturelle d'où nécessité de pratiquer des hypophysations.

3.4.3.2.9 **Elevages des *Bagridae* et *Claroteidae***

❖ **Le Machoirons**

Les machoirons (surtout *Chrysichthys nigrodigitatus*) font l'objet d'élevages contrôlés dans les régions du Golfe de Guinée (Côte-d'Ivoire et Nigéria principalement). Ce sont des poissons hautement appréciés par les populations. Des élevages portent aussi sur les Bagrus (*Bagrus docmak*).

❖ ***Auchenoglanis occidentalis***

Cette espèce a été testée en polyculture avec *Tilapia* (20.000/ha pour 500/ha *Auchenoglanis*) et alimentation par drêches de brasserie.

- Croissance rapide (1,5 kg en 15 mois) ;
- Mortalité des alevins non négligeable (peut-être effet des basses teneurs en O₂ car pas d'appareil respiratoire accessoire) ;
- Se nourrit d'insectes, œufs et alevins de poissons mais n'apprécie pas les drêches et les tourteaux ;
- Maturité à 2-3 ans mais pas de reproduction en captivité.

3.4.3.2.10 *Élevage des Heterotis*

De la famille des Osteoglossidae, *Heterotis niloticus* est un poisson à croissance rapide et qui atteint de grandes tailles (1 kg en 1 an); il est très apprécié sous forme fumée. Son élevage a été prôné en Afrique en 1956 par Daget puis expérimenté au Nigeria. Il pose des difficultés à cause de la reproduction et surtout de l'alevinage qui nécessite une nourriture exclusivement zooplanctonique. La meilleure solution à l'heure actuelle consiste à utiliser de grands étangs (quelques ha) où l'on met un nombre relativement élevé de géniteurs (quelques dizaines) et où l'on récolte périodiquement les jeunes sujets de taille convenable (30 à 50 g). Pour le grossissement, la méthode qui donne aujourd'hui les meilleurs résultats consiste à élever l'*Heterotis* avec en mélange avec le *Tilapia nilotica* car les deux espèces ne sont pas concurrentes au point de vue nourriture. La mise en charge des tilapias se fait comme s'ils devaient être élevés seuls. Celle d'*Heterotis* constituée par des sujets de 30 à 50 g doit être faible si l'on veut obtenir rapidement de gros poissons (500 à 1000 sujets à l'ha).

3.4.3.2.11 *Espèces de poissons introduites*

Les premiers essais de pisciculture moderne en Afrique portèrent sur des espèces introduites, principalement la truite et la carpe. Cependant de nos jours c'est le poisson-chat asiatique *Pangaus sp* qui fait l'objet d'introduction dans les exploitations piscicoles du Bénin et dans la sous-région.

❖ **Truite**

Les premiers étangs d'élevage de truites ont été construits en 1924, en altitude au Maroc (Meschkat, 1967). La production était destinée au peuplement des eaux fraîches, pour la pêche sportive. Des opérations de ce genre furent possibles dans les massifs et hauts plateaux du Maghreb ainsi qu'au Kenya, Malawi, Tanzani, Zimbabwe et Madagascar, Afrique du sud et Réunion.

❖ **Carpe commune (*Cyprino carpio*)**

La carpe fut introduite au milieu du siècle dernier en Afrique du sud, en vue de peupler les milieux naturels. Elle fut ensuite introduite dans plusieurs pays africains dans les années 60-70.

Actuellement, la carpe est élevée en Afrique du sud, au Cameroun, à Madagascar (rizipisciculture) et sans doute dans d'autres pays (Angola, etc.). Au Bénin, ce poisson semble être introduit par le Projet SONGHAÏ. Son introduction en Afrique a posé divers problèmes :

- Perturbation des milieux à cause de son comportement fouisseur ;
- Ponte naturelle selon les méthodes européennes difficile à cause des conditions climatiques (par coup de froid).

Des solutions ont été cependant trouvées aux problèmes en :

- Adoptant les techniques de ponte provoquée par hypophyse ;
- Utilisant les techniques asiatiques d'alevinage

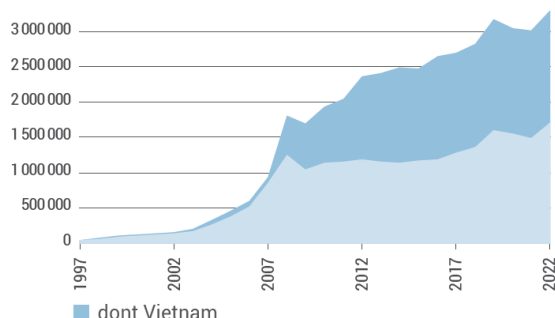
❖ *Pangasus sp*

Le *Pangasus* communément appelé panga est un genre de poissons-chats de la famille des Pangasiidae. Un individu adulte peut atteindre 130 cm et peser jusqu'à 44 kg. Les pangas sont exploités par la pêche artisanale dans la plupart des grands cours d'eau en Asie du Sud-Est (29 651 tonnes capturées en 2022, dont 89 % par l'Indonésie). La capture de juvéniles sauvages destinés à l'aquaculture était autrefois une pratique largement répandue ; les juvéniles étaient alors placés en étang ou dans des cages flottantes, sous les habitations lacustres, nourris avec les déchets organiques des habitants et des aliments fabriqués artisanalement. L'élevage des pangas est traditionnellement pratiqué en Asie du Sud-Est, dans les pays riverains du fleuve Mékong. Les espèces concernées sont *Pangasianodon hypophthalmus*, *Pangasius bocourti*, *Pangasius djambal* et *Pangasius pangasius*, mais l'élevage de *Pangasianodon hypophthalmus* domine (> 86 % de la production totale).

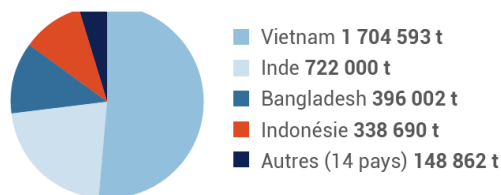
Pangasianodon hypophthalmus domine très largement la pangasiculture vietnamienne et mondiale, en raison de sa fécondité élevée et sa très grande tolérance vis-à-vis des eaux ayant une faible teneur en oxygène. Il alimente aussi bien le marché d'export que les marchés locaux.

Les alevins produits en écloserie, sont transférés dans des fermes d'élevage, un à deux mois après éclosion, quand ils mesurent environ 3 cm. Les bassins sont profonds et les densités en poissons sont élevées. Les pangas sont des poissons omnivores. Ils sont encore parfois nourris de façon artisanale avec du riz et du poisson de rebut (trash fish), mais ils reçoivent le plus souvent des aliments composés (granulés industriels). Ils peuvent atteindre 1,3 m et peser jusqu'à 44 kg. Les poissons sont cependant commercialisés dès l'âge de 6 mois (*Pangasianodon hypophthalmus*) ou de 1 an (*Pangasius bocourti*) lorsqu'ils pèsent entre 1 et 2 kg (35-55 cm environ).

PRODUCTION MONDIALE DE PANGA D'ÉLEVAGE
(en tonnes)
Source FAO 2024



PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE PANGA
D'ÉLEVAGE EN 2022 (en tonnes)
Source FAO 2024



3.4.3.2.12 Conduite d'une pisciculture

Les opérations pratiques au sein d'une pisciculture comprennent :

❖ Choix du type et l'emplacement des étangs

Nous avons vu précédemment que le choix de l'emplacement et du type de l'étang dépend de la nature et de la topographie du terrain. Mais d'autres facteurs peuvent entrer en jeu comme les moyens et la disponibilité de la main d'œuvre, la nature de l'espèce à élever (certains poissons requièrent de grands étangs et d'autres des petits), la place occupée par l'étang dans l'économie agricole locale, etc.

❖ Choix des procédés de fertilisation des étangs

La fertilisation intensive suppose l'utilisation d'engrais, l'apport de nourriture ou la pratique de culture intercalaire. La fertilisation permet d'améliorer la production naturelle c'est-à-dire le développement des algues planctoniques et du zooplancton. On distingue :

- La fertilisation organique. C'est l'apport d'engrais organique comme les fumiers de poulailler de porcherie, de déchet d'abattoir, les drêches de brasserie, les tourteaux, etc. Leur action est double : consommation directe et minéralisation/fertilisation. Condition d'application : environ 2 brouettes de fientes par ha.
- La fertilisation minérale. C'est l'apport de fumure minérale comme les engrais phosphatés P_2O_5 (20 à 30 kg/ha/mois) sous forme de superphosphate, des engrais azotés (60 kg/ha/mois) 4 fois plus que les phosphates car minéralisation facile), la chaux (CaO ou $Ca(OH)_2$), 10 à 15 kg/mois) mais n'est pas très indispensable. Car son intérêt est discutable, et les engrais potassiques.

NB : A la différence des engrais organiques, il n'y a pas à craindre de fermentation avec les engrais minéraux. Il faut seulement réduire au minimum le renouvellement de l'eau afin d'éviter de diminuer trop vite l'effet de ceux-ci.

❖ Choix des espèces de poissons à élever

Confère chapitres précédents.

❖ **Choix de la densité de mise en charge**

Il est important de respecter une bonne densité d'élevage. Si l'étang est large de 10 m x 30 m (soit 300 m²), il faut y mettre à titre d'exemple 600 alevins de tilapia.

❖ **Apport de nourriture**

Il faut bien nourrir les poissons avec un aliment riche en protéines (30 % en moyenne de teneur en protéines). La valeur de l'aliment est appréciée par le quotient nutritif Q_n qui est le rapport du poids de la nourriture distribuée et le Poids des poissons récolté. Le meilleur Q_n est de l'ordre de 1 ou inférieur à 1.

❖ **Contrôle de la croissance**

Il est conseillé de faire des pêches de contrôle périodiques (mensuelles) pour voir si les poissons grandissent bien.

❖ **Contrôle des variables physico-chimiques de milieu**

Il est recommandé de vérifier régulièrement les paramètres physico-chimiques de l'eau afin de juger du niveau de dégradation de celles-ci (voir chapitres précédents pour les normes des paramètres).

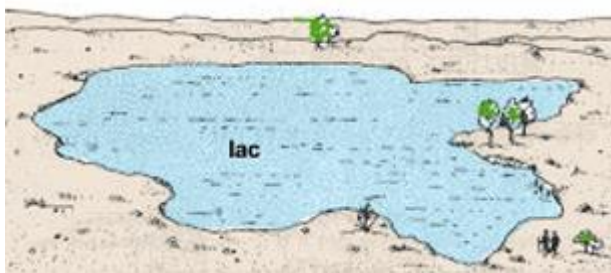
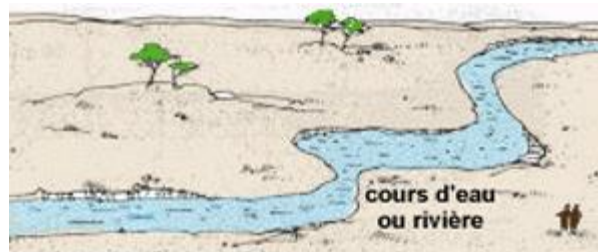
❖ **Récolte des poissons**

Elle se fait au moyen d'un filet ou après vidange au niveau du moine.

3.4.3.3 Elevage en cage

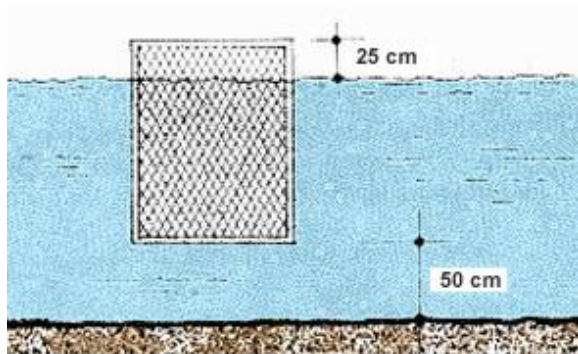
3.4.3.3.1 Choix de l'emplacement

Vous pouvez fabriquer une cage et la placer dans un cours d'eau, une rivière, un lac ou un réservoir. Vous pouvez également la placer dans votre étang et produire ainsi davantage de poissons.



L'eau doit être assez profonde pour que la cage en place soit au moins à 50 cm du fond.

La cage doit être placée dans un endroit où le courant est faible. Elle doit aussi être à l'abri du vent.

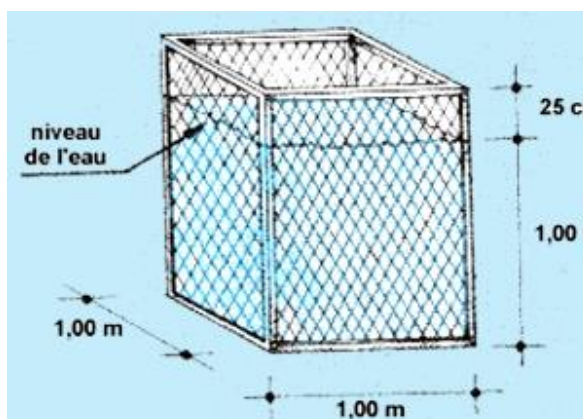
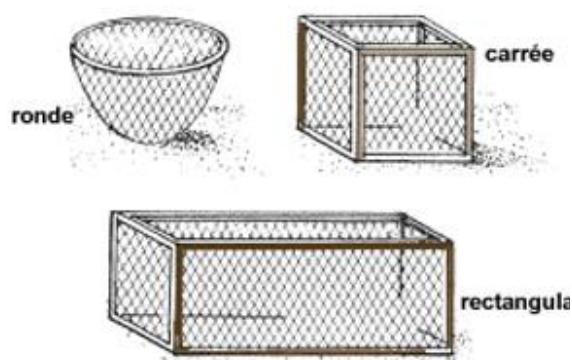


3.4.3.3.2 Construction d'une cage

La cage peut avoir n'importe quelle forme. Elle peut être ronde, carrée ou rectangulaire.

La cage peut être plus ou moins grande, selon le nombre de poissons que vous voulez produire. Mais pour commencer, construisez une petite cage. Vous aurez besoin de moins de matériaux et elle sera plus facile à entretenir.

Vous pouvez commencer par une cage d'environ 1 m³ (1 m x 1 m x 1 m). Par la suite, quand vous aurez plus d'expérience, vous pourrez en construire de plus grandes.

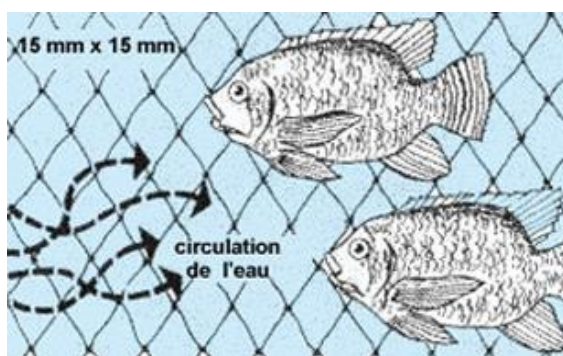


Le meilleur matériel pour recouvrir l'armature d'une cage est du filet de pêche ordinaire. Si vous ne pouvez pas vous en procurer, vous pouvez utiliser d'autres types de treillis : bambou refendu, lattes de bois, grillage en plastique.

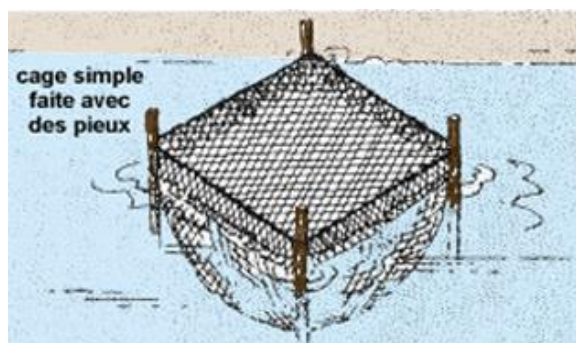
Les ouvertures du matériel servant à recouvrir l'armature d'une cage doivent être assez réduites pour empêcher les petits poissons de s'échapper.

Mais il ne faut pas non plus qu'elles soient trop petites car elles pourraient s'encrasser ou s'obstruer.

Utilisez par conséquent un matériau de 1,5 cm x 1,5 cm d'ouverture. C'est la bonne dimension pour retenir les petits poissons tout en laissant circuler l'eau fraîche.

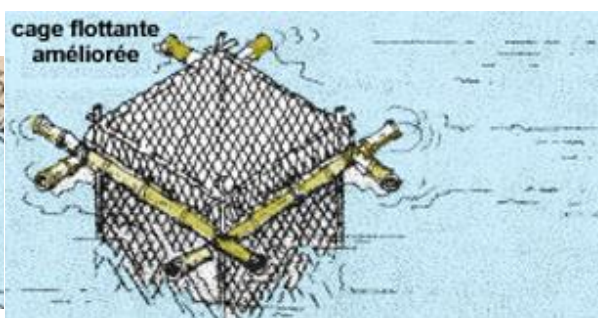
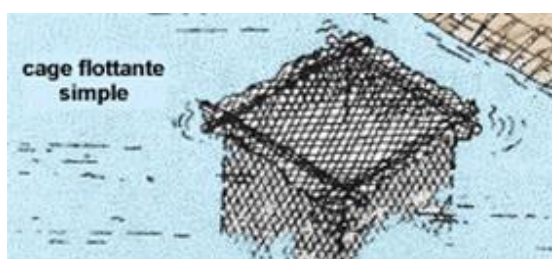


Vous pouvez construire une cage simple en enfonçant quatre piquets ou plus dans le fond de l'eau et en suspendant un filet de pêche à l'intérieur.



Vous pouvez également construire une cage simple en mettant sur l'eau une armature carrée flottante et en suspendant un morceau de filet de pêche à l'intérieur.

Vous pouvez perfectionner votre cage flottante, en fabriquant un cadre avec des flotteurs et en le recouvrant de filet de pêche, de treillis ou de grillage en plastique.

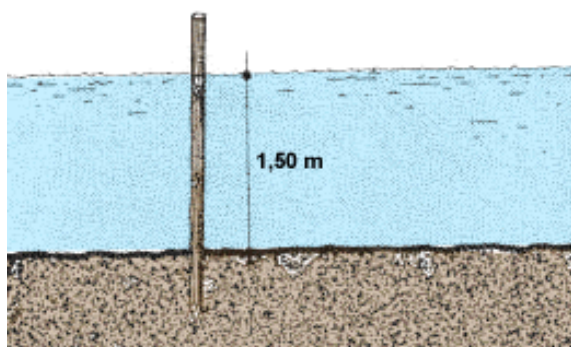


Vous pouvez utiliser du bambou ou du bois pour les piquets, les flotteurs ou le cadre. Toutefois, si vous utilisez du bois, de préférence choisissez-en un qui ne pourrit pas facilement dans l'eau.

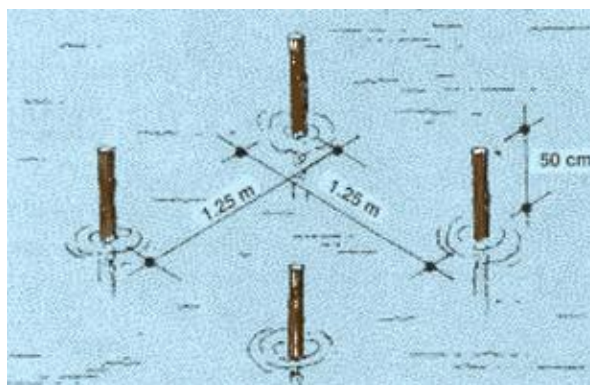
3.4.3.3 Construction d'une cage simple montée sur des piquets

Vous pouvez construire une cage simple en utilisant des piquets de bambou ou de bois et du filet de pêche.

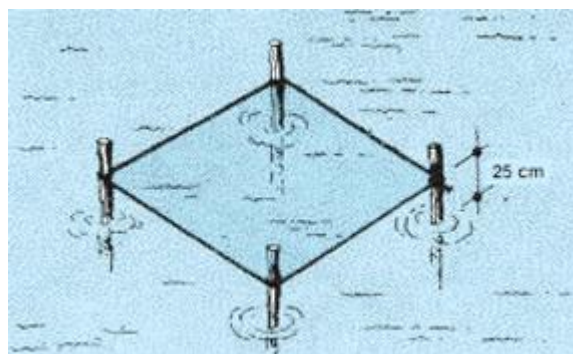
Trouvez un endroit où l'eau a au moins 1,50 m de profondeur, même pendant la saison sèche.



Enfoncez quatre piquets dans le fond pour former un carré de 1,25 m x 1,25 m; les piquets doivent dépasser le niveau de l'eau de 50 cm environ.

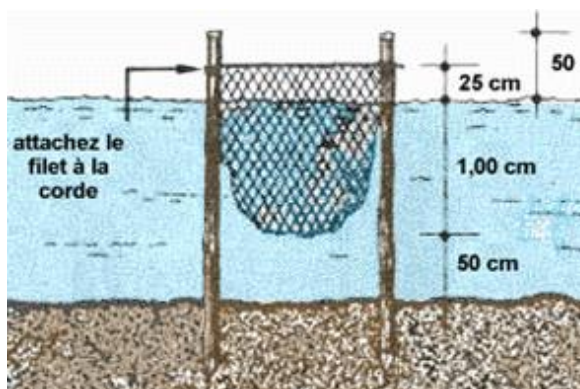


Reliez les piquets avec une corde pour y suspendre le filet de pêche; la corde et le filet doivent dépasser le niveau de l'eau de 20 cm au moins.



Suspendez le filet de pêche à la corde à l'intérieur des piquets et assurez-vous que le fond du filet se trouve à 1 m sous l'eau au moins à l'endroit le plus profond.

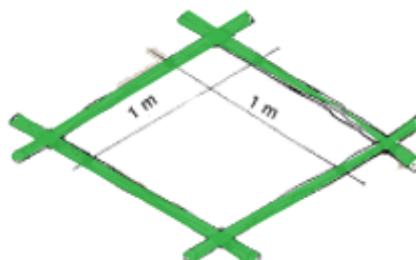
Attachez le filet à la corde tout autour de la cage à l'aide d'une ficelle solide.



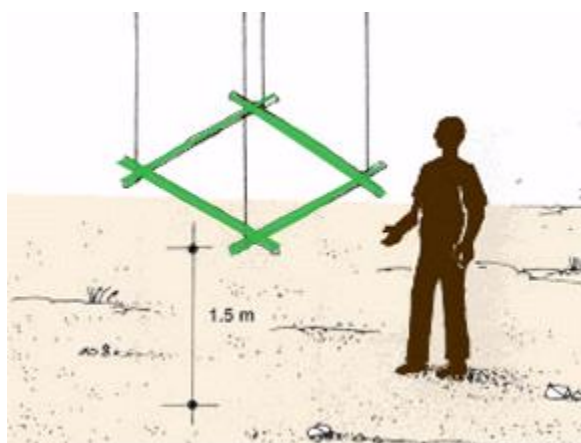
3.4.3.3.4 Construction d'une cage flottante simple

Vous pouvez construire une cage flottante simple en utilisant un bois qui flotte bien, comme le bambou ou le tronc de bananier, et en la recouvrant de filet de pêche, de treillis ou de grillage en plastique.

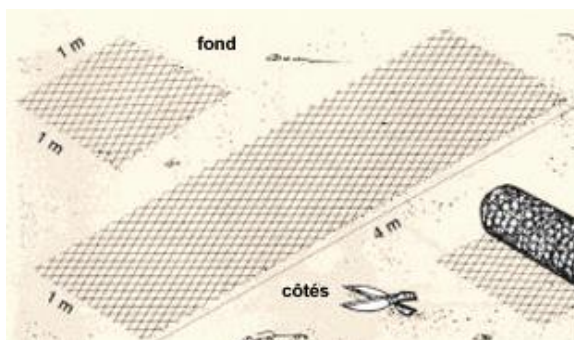
Assemblez quatre morceaux de bois avec de la ficelle solide ou de la corde de façon à former un châssis flottant de 1 m².



Suspendez le châssis flottant à 1,50 m environ au-dessus du sol afin de pouvoir y travailler facilement.

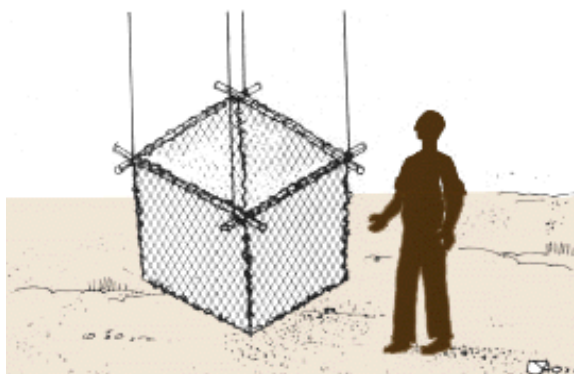


Découpez un long morceau de grillage pour les parois de la cage et un morceau carré pour le fond.



Suivant le matériel que vous allez utiliser, attachez avec de la ficelle ou du fil de fer le morceau de grillage long à l'intérieur du châssis.

Attachez ensuite de la même manière, avec de la ficelle ou du fil de fer, le fond carré aux bords inférieurs des côtés.



Si vous avez utilisé du filet de pêche ou du treillis, attachez un bout de ficelle à

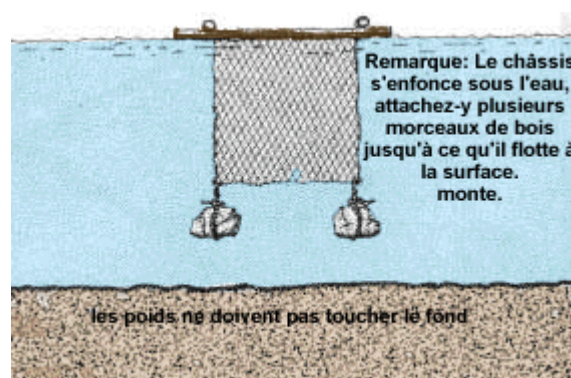
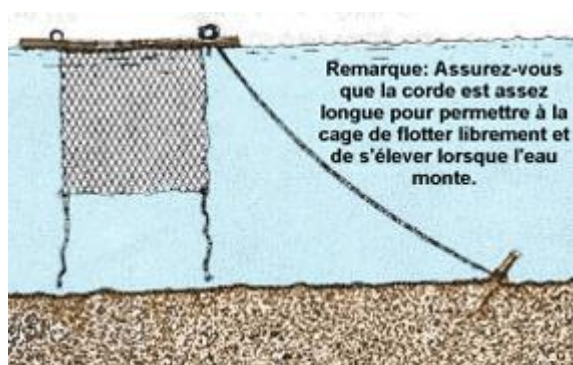
Immergez doucement la cage.

chaque angle inférieur pour y fixer des poids quand la cage sera dans l'eau.



Amarrez solidement la cage. Attachez une longueur de corde à un angle du châssis et fixez l'autre extrémité à un piquet enfoncé dans le fond.

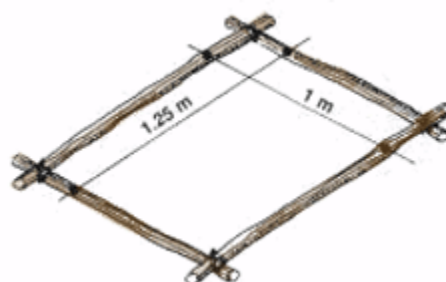
Si vous avez utilisé du filet de pêche ou du treillis, attachez un poids à la corde à chaque angle; les poids ne doivent pas toucher le fond.



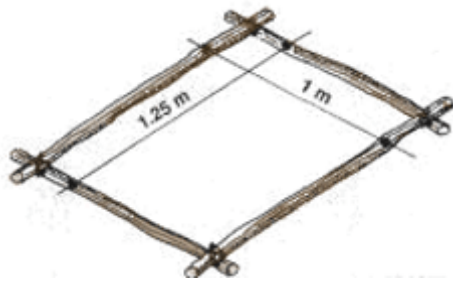
3.4.3.3.5 Construction d'une cage flottante améliorée

Vous pouvez fabriquer une cage flottante améliorée en construisant un châssis léger fait de bambou ou de baguettes de bois bien droites que vous recouvrirez de filet de pêche ou de grillage en plastique.

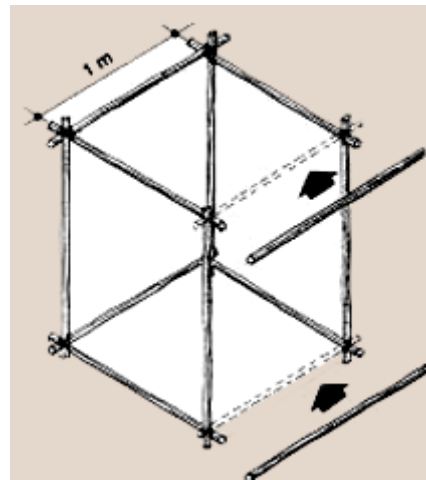
Assemblez quatre morceaux de bois avec de la ficelle solide ou de la corde pour construire un des côtés du châssis; il doit avoir 1 m x 1,25 m environ.



Puis, construisez l'autre côté de la même façon.

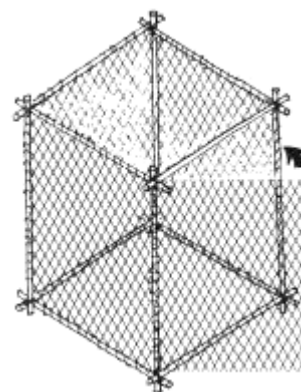
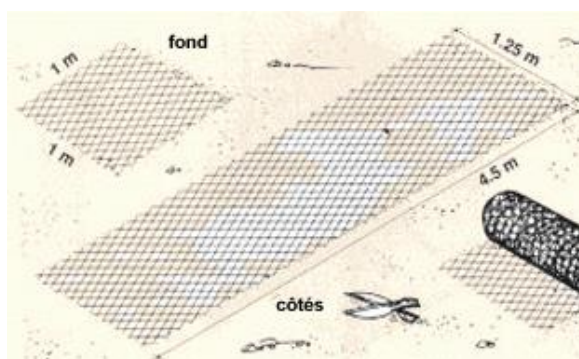


Prenez quatre autres morceaux de bois et assemblez les deux côtés à 1 m de distance comme indiqué ci-dessous



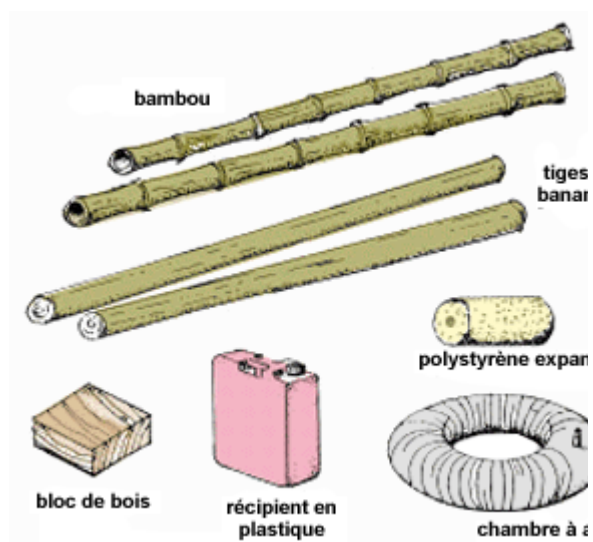
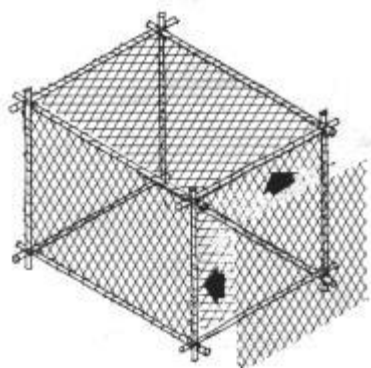
Découpez un long morceau de grillage ou de filet pour les côtés de la cage et un morceau carré pour le fond.

Suivant le matériel que vous allez utiliser, attachez avec de la ficelle ou du fil de fer le morceau long à l'extérieur de la cage.

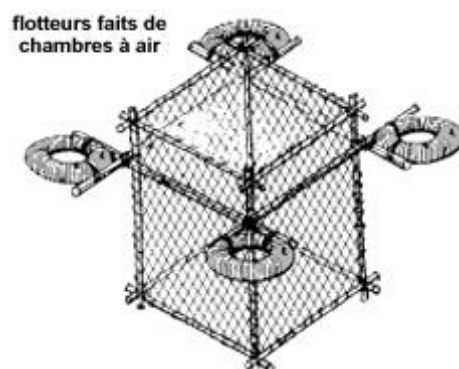
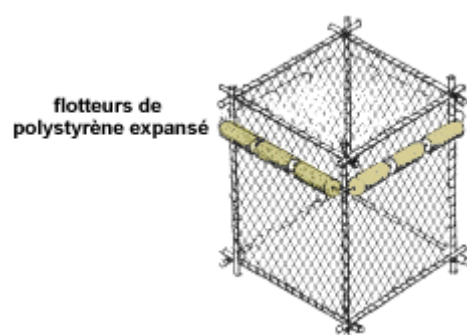
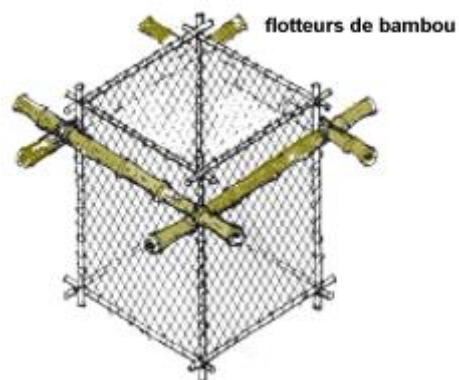
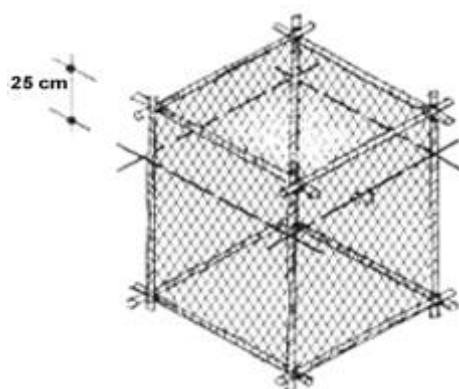


Couchez ensuite la cage sur le côté et attachez de la même manière le morceau du fond.

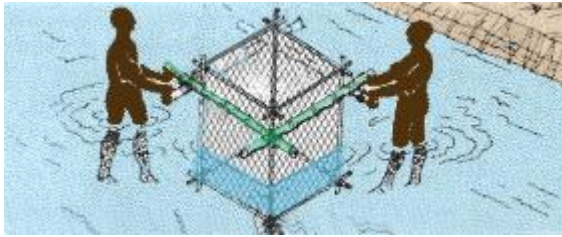
Pour les flotteurs, vous pouvez utiliser du bambou, des troncs de bananier, des blocs de bois ou, si vous ne pouvez vous en procurer, des récipients en plastique, des morceaux de polystyrène expansé ou des chambres à air usagées.



Attachez les flotteurs 25 cm en dessous du haut de la cage



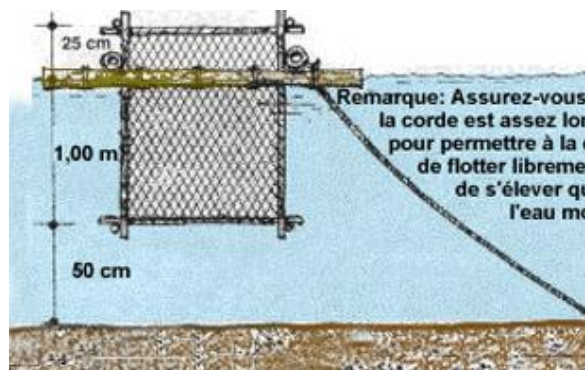
Immergez doucement la cage dans l'eau.



Assurez-vous qu'il y a au moins 50 cm d'eau au-dessous de la cage et fixez-la solidement.

Pour cela, attachez un morceau de corde à un angle du châssis et fixez solidement l'autre extrémité à un piquet enfoncé dans le fond.

Quand la cage flotte, il doit y avoir 25 cm au-dessus de l'eau et 1 m au-dessous de l'eau.

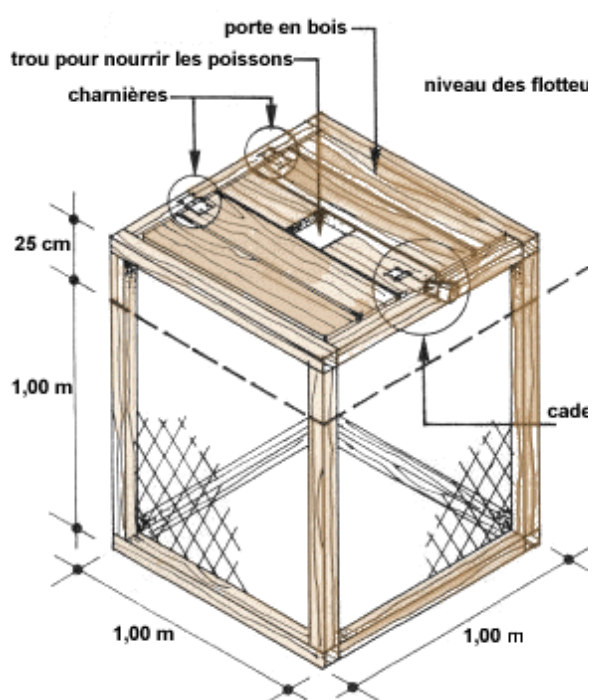


Remarque : Si la cage ne dépasse pas de 25 cm la surface de l'eau, ajoutez des flotteurs jusqu'à ce qu'elle le fasse.

Vous pouvez construire une cage flottante encore plus perfectionnée en utilisant du bois dégrossi et équarri.

Ce type de cage peut aussi être muni d'une porte verrouillable et d'une ouverture spéciale pour nourrir les poissons.

Si la porte est cadenassée, il est plus difficile de voler les poissons; mais il vous faudra davantage de flotteurs pour une cage munie d'une lourde porte en bois.

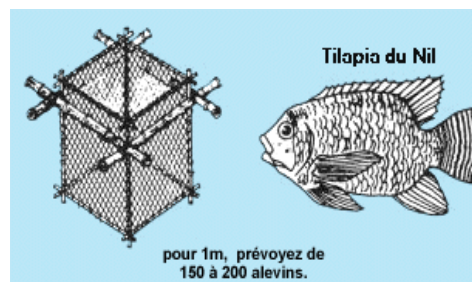


3.4.3.3.6 Mise en charge des alevins dans la cage

Lorsque votre cage est bien en place dans l'eau vous pouvez y mettre des alevins.

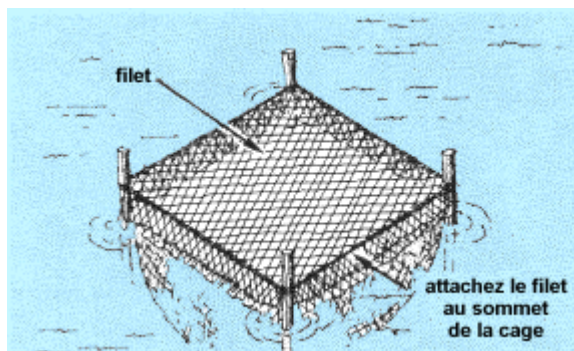


Si vous élevez des tilapias du Nil, il vous faudra prévoir de 150 à 200 alevins par mètre cube de cage. Préférez des alevins de 8 à 10 cm de long ou de 15 à 20 g chacun.



Une fois que les poissons sont dans la cage, vous pouvez la recouvrir de filet de pêche. Cela protégera vos poissons des oiseaux piscivores. Pour cela, tendez du filet de pêche au-dessus de la cage et attachez-le à la corde.

Lorsque vous donnez à manger aux poissons, n'enlevez pas le filet; toutefois il vous faudra peut-être le soulever en partie de temps à autre pour retirer les poissons morts.



3.4.3.3.7 Nourriture des poissons en cages

Dans une cage, il y a généralement très peu d'aliments naturels pour les poissons, surtout si vous placez la cage dans un cours d'eau, un lac ou un réservoir.

Le courant peut également entraîner hors de la cage la nourriture que vous donnez aux poissons avant qu'ils n'aient eu le temps de la manger toute.

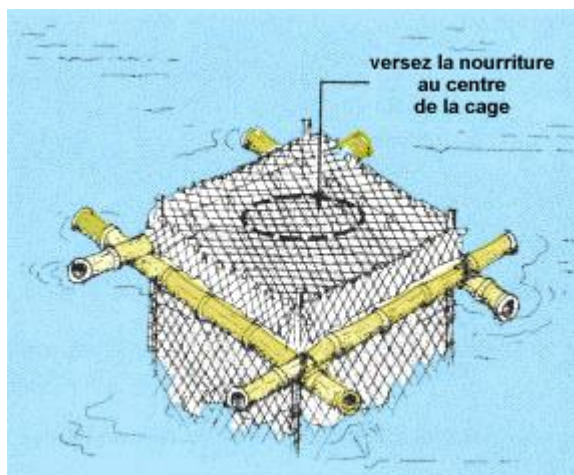
Bien nourrir les poissons prend beaucoup d'importance lorsqu'on pratique la pisciculture en cages.

Utilisez des aliments nourrissants, tels que tourteaux de graines de coton ou d'arachides et son de blé ou de riz, mêlés à des déchets d'abattoir frais tels que sang ou contenu rumen.

Mélangez des aliments secs avec de l'eau de manière à obtenir une sorte de pâte humide.

Il n'est pas facile de savoir exactement quelle quantité de nourriture donner aux poissons. Vous devez les observer attentivement afin de savoir ce dont ils ont besoin.

Distribuez la nourriture au centre de la cage afin que les poissons puissent la manger avant que le courant ne l'emporte à travers les trous sur les côtés de la cage.



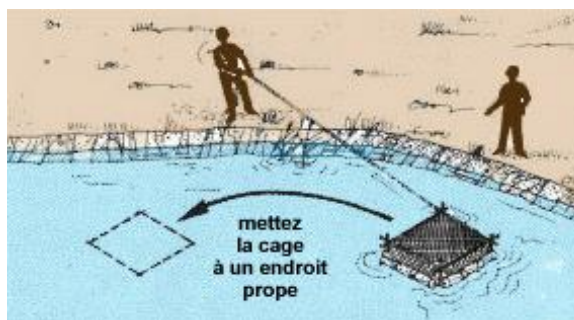
Distribuez la nourriture peu à peu pour pouvoir observer les poissons et vérifier qu'ils mangent bien.

Si vous constatez que les poissons ne mangent pas tout ce que vous leur donnez, diminuez un peu les quantités.

Si vous constatez que les poissons mangent rapidement toute la nourriture que vous leur donnez, augmentez un peu les quantités.

Rappelez-vous que si vous donnez à vos poissons trop de nourriture, celle-ci se déposera sur le fond et souillera les abords de la cage.

Regardez souvent sous la cage. S'il y a beaucoup de nourriture qui n'a pas été mangée vous saurez que vous donnez trop à manger aux poissons. Changez alors la cage de place.



Suivez les recommandations déjà données pour les étangs et les enclos.

- donnez à manger à vos poissons au moins une fois par jour.
- donnez-leur à manger à peu près tous les jours à la même heure, de préférence tôt le matin ou en fin d'après-midi.

3.4.3.3.8 Soins à donner aux poissons en cage

Surveillez toujours attentivement vos poissons pour voir s'ils sont en bonne santé et nagent normalement.

Si les poissons de votre cage ne se portent pas bien, ils cesseront de manger.

Si vous trouvez des poissons morts flottant dans votre cage, enlevez-les immédiatement.

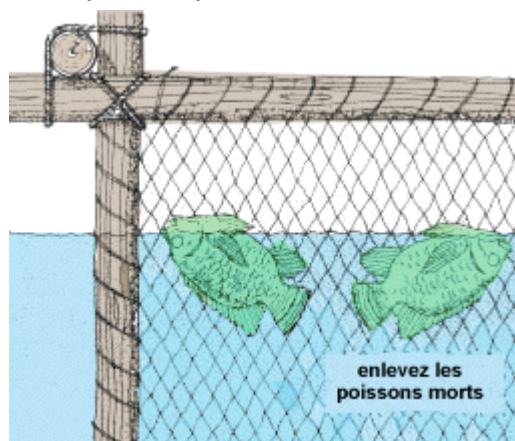
Cessez ensuite de nourrir vos poissons et observez-les attentivement les jours suivants.

Si les poissons ne meurent plus, vous pouvez recommencer à leur donner à manger au bout d'un jour ou deux.

Si les poissons continuent de mourir, enlevez-les le plus vite possible et appelez à l'aide le vulgarisateur piscicole.

Si cela se produit, cessez de leur donner à manger pendant un jour ou deux.

Quand vous recommencerez à leur donner à manger, commencez par de petites quantités que vous augmenterez ensuite peu à peu. Lorsque vos poissons mangeront comme auparavant, vous saurez qu'ils se portent de nouveau bien.



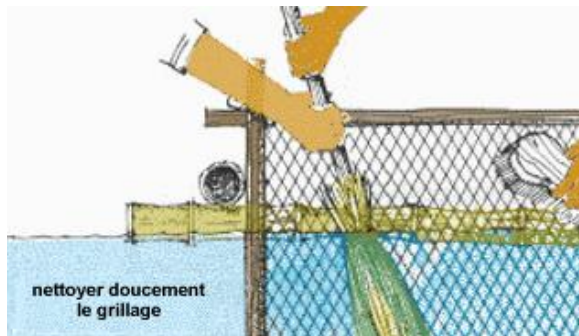
3.4.3.3.9 Entretien de la cage

Une cage peut être facilement endommagée. Si cela se produit, vous risquez de perdre des poissons. Il est donc très important de vérifier chaque jour votre cage pour vous assurer qu'il n'y a pas de trous par où vos poissons peuvent s'échapper.

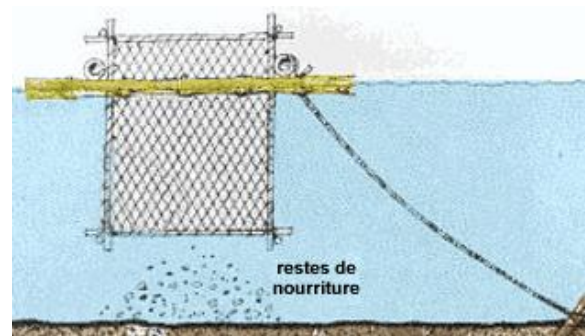
Si vous découvrez des endroits par où les poissons peuvent s'échapper, réparez-les immédiatement.

Assurez-vous en outre que les ouvertures ne sont pas encrassées ou obstruées par des plantes, afin que l'eau fraîche puisse bien circuler dans la cage.

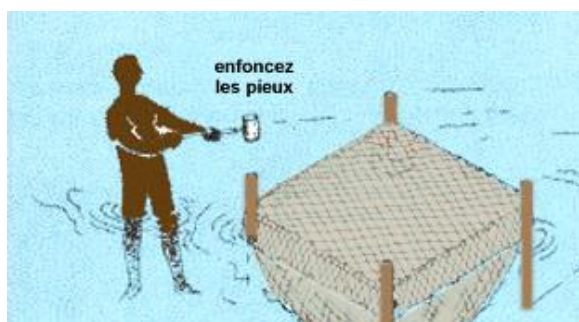
Vous pouvez nettoyer le grillage à l'aide d'une brosse ou d'un balai. Mais faites le très doucement pour ne pas l'endommager.



N'oubliez pas non plus de regarder de temps en temps si de la nourriture s'est déposée sur le fond, sous la cage.



Si vous avez placé votre cage entre des piquets, assurez-vous que les piquets sont solidement enfoncés afin que la cage ne risque pas de s'effonder.



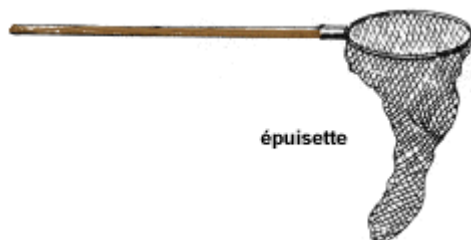
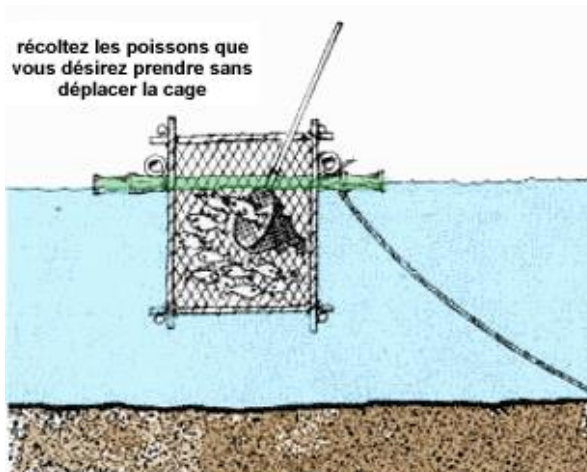
Si vous avez une cage flottante, assurez-vous que les flotteurs sont solidement attachés à la cage et que la cage est bien maintenue en place et ne risque pas de partir à la dérive.



3.4.3.3.10 Comment récolter les poissons dans les cages

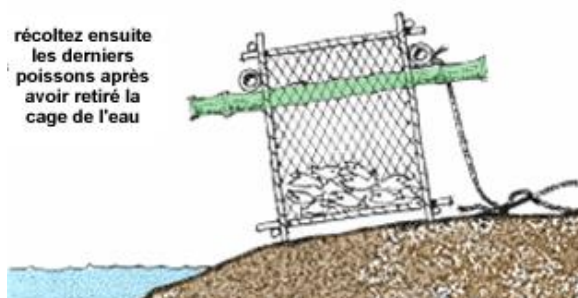
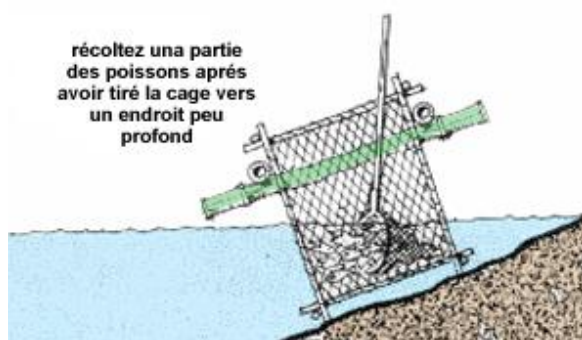
Si vous avez empoissonné des alevins de Tilapia du Nil de 8 à 10 cm de long ou de 15 à 20 g environ et que vous les avez bien nourris, vous pourrez les récolter au bout de cinq mois environ. A ce moment, les poissons pèseront de 100 à 150 g chacun.

Si vous ne voulez récolter qu'une partie de vos poissons, utilisez une petite épuisette et pêcher ceux que vous désirez prendre sans déplacer la cage.



Si vous désirez récolter tous les poissons et que votre cage est plutôt petite, tirez-la vers un endroit peu profond et commencez à pêcher les poissons à l'aide d'une épuisette.

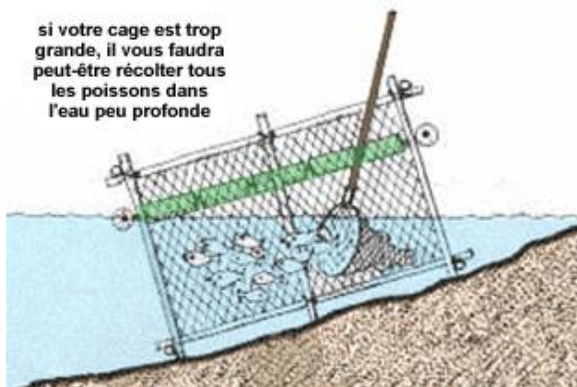
Lorsque vous aurez pêché la plupart des poissons, vous pourrez tirer la cage hors de l'eau et récolter le reste.



Si votre cage est trop grande pour la sortir de l'eau, tirez-la le plus près possible du bord et récoltez les derniers poissons.

Remarque: Si vous n'avez pas besoin de tous vos poissons, ne récoltez que ceux dont vous avez besoin et laissez le reste dans la cage. Les poissons peuvent rester dans la cage tant que vous continuez à leur donner à manger.

si votre cage est trop grande, il vous faudra peut-être récolter tous les poissons dans l'eau peu profonde

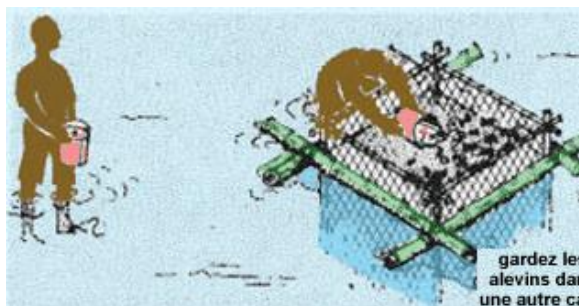


3.4.3.3.11 Il est temps de recommencer

Après avoir récolté les poissons, nettoyez et réparez votre cage aussi vite que possible afin de pouvoir recommencer.

Vous pouvez garder les alevins que vous pêchez dans un petit enclos ou dans une autre cage pour petits poissons jusqu'à ce que vous ayez fini de nettoyer et de réparer.

Lorsque vous serez prêt à recommencer, mettez de 150 à 200 alevins de 8 à 10 cm de long par mètre cube de cage. Veillez toutefois à ne remettre dans votre cage que les alevins les plus gros et les plus vifs.



gardez les alevins dans une autre cage

3.4.3.4 Qualité et normes des milieux piscicoles

La production contrôlée de poisson est largement influencée par des variables physiques et chimiques (T° , pH, O₂, Nitrites, Nitrates, etc.). Dans l'eau de pisciculture, ces variables sont impliquées dans une série de réactions chimiques. Aussi, l'élevage lui-même exerce un effet sur le milieu à travers la respiration des organismes et la production de métabolites comme l'ammoniac (NH₃) et le dioxyde de carbone (CO₂) qui réagissent avec les constituants déjà présents dans l'environnement, provoquant des séries de réactions. Il en résulte que les poissons vivent dans une sorte de <<soupe chimique>>.

Ainsi, l'eau de pisciculture doit être de bonne qualité afin de permettre le déroulement normal des fonctions vitales du poisson. Pour cela les valeurs des paramètres physico-chimiques de l'eau doivent être dans certaines normes. Ces paramètres doivent être mesurés et bien connus pendant la phase de faisabilité technique d'un projet de pisciculture. Ils doivent être aussi contrôlés de façon périodique au cours de l'élevage.

Au nombre des paramètres physico-chimiques de l'eau de pisciculture on a des variables physiques et des variables chimiques.

3.4.3.4.1 Les variables physiques

❖ La température

La température est la variable environnementale physique la plus importante. Elle exerce un rôle fondamental sur la croissance et la survie des organismes aquatiques et détermine la faisabilité économique de la pisciculture. Les poissons sont regroupés arbitrairement en fonction de leur température optimale de croissance - survie.

- Espèce d'eau froide ($T^\circ < 15^\circ\text{C}$) → Salmonidés (truite)
- Espèce d'eau tempérée (T° entre 15 et 20°C) → Salmonidés
- Espèce d'eau chaude (T° entre 20 et 25°C) → Cyprinidés
- Espèce tropicale ($T^\circ > 25^\circ\text{C}$) → Tilapias, Clarias.

Mais on distingue des espèces tolérantes pouvant survivre et croître dans une gamme très large de température (Cyprinidés, percidés). Ce sont des *eurythermes*. D'autres sont peu tolérantes aux fluctuations de température. Ce sont des *sténothermes*. Chaque espèce possède ses propres courbes de croissance et de survie (voir figure ci-dessous du préférendum de croissance). En général les poissons tropicaux tolèrent des températures entre 20 et 30°C . La température optimale de croissance est souvent aussi celle de survie. De chaque côté de cette valeur optimale le stress affecte la résistance des poissons aux maladies. En pratique, on cherche donc les sites où les exigences thermiques de l'espèce considérée sont les mieux rencontrées. Notons enfin que la température de l'eau peut affecter l'efficacité et/ou la toxicité de nombreux traitements prophylactiques.

❖ La salinité

La salinité est la mesure de la concentration en ions dissous dans l'eau et principalement le sodium (Na⁺) et les chlorures (Cl⁻). Elle est exprimée en g/l ou en ‰. On trouve aussi en quantité significative des ions magnésium (Mg²⁺), potassium (K⁺), calcium (Ca²⁺), sulfate (SO₄⁻) et des bicarbonates (HCO₃⁻).

La salinité est un paramètre dont la valeur permet de classifier les écosystèmes aquatiques. On distingue :

- les eaux douces de salinité variant entre 0 et 5 g/l
- les eaux saumâtres de salinité variant entre 5 et 25 g/l
- les eaux marines de salinité supérieure à 25 g/l. Elles fluctuent en général entre 33 et 37 g/l avec une moyenne de 34 g/l.

Certaines espèces sont *euryhalines* et supportent une large gamme de salinité (*Sarotherodon melanotheron*). D'autres sont *sténohalines* et sont peu tolérantes aux fluctuations de salinité (*Oreochromis niloticus*). A chaque espèce correspond une salinité optimale. Lorsqu'on quitte l'optimum, les dépenses métaboliques liées à l'osmorégulation augmentent au détriment d'autres fonctions.

❖ La turbidité et matières en suspension

La turbidité de l'eau résulte des substances dissoutes et en suspension dans l'eau comme l'argile, les substances humiques, la vase, le plancton, les composés colorants, etc. Une turbidité excessive peut être néfaste en pisciculture si le système est ouvert. A des concentrations élevées, les branchies des poissons, et en particulier celles des petits poissons, risquent de se colmater provoquant l'asphyxie. De plus la sédimentation dans les bassins devient excessive et les systèmes de filtration éventuels se bouchent. La turbidité peut être évaluée par le degré de pénétration de la lumière dans l'eau qui se mesure au moyen du disque de Secchi. Une eau turbide n'est pas bien pénétrée par la lumière. Les poissons d'eau froide ne supportent pas une exposition de 3 à 4 heures à des teneurs en matières en suspension comprises entre 0,5 et 1 g/l. Des concentrations en matières en suspension de 25 à 80 mg/l n'affectent pas de manière significative la productivité des élevages, mais 80 mg/l est déjà une valeur maximale. Certaines espèces comme *Clarias gariepinus* sont par contre plus tolérantes et supportent des concentrations de 100 g/l de matières en suspension pendant longtemps.

❖ La couleur de l'eau

La coloration de l'eau résulte principalement de la présence de substances humiques dissoutes (couleur brune jaunâtre) et de micro algues (la couleur dépend du type de phytoplancton présent). En général les eaux colorées (vert foncé) sont hautement productives (milieu *eutrophe*) alors que celles qui sont bleutées et transparentes sont peu productives (milieu *oligotrophe*). Il faut éviter d'alimenter un étang avec de l'eau rouge, jaune ou grise.

3.4.3.4.2 Les variables chimiques

❖ L'oxygène dissous

L'oxygène dissous, comme la température, contrôle le métabolisme des poissons. Il intervient directement dans la respiration du poisson. Il s'agit d'un facteur pouvant limiter les possibilités d'élevage. Cependant à l'inverse de la température, ce facteur est plus aisément ajustable par exemple en utilisant divers systèmes d'aération. Bien que l'atmosphère contienne 21% d'O₂, celui-ci est peu soluble dans l'eau. L'eau ne contient que de faibles quantités d'oxygène disponible pour la respiration des poissons. Un point essentiel en élevage est de maintenir les taux de concentration d'oxygène aux niveaux

nécessaires pour les poissons (métabolisme de base, activités de nage, agitation due au nourrissage, période de digestion, état de stress). Ces besoins sont différents selon les espèces et les stades d'évolution des poissons. Il existe des seuils en dessous desquels la survie des animaux est mise en péril. Les effets sont d'autant plus marqués que la chute de la teneur en O_2 est rapide.

L'eau s'enrichit en O_2 de différentes façons :

- par diffusion de l' O_2 entre l'eau et l'atmosphère,
- par la photosynthèse des végétaux qui relâche de l' O_2 dans le milieu,
- par le refroidissement de l'eau qui augmente le taux de saturation.

Plusieurs facteurs contribuent à diminuer la quantité d'oxygène dissous dans l'eau :

- l'augmentation de la température provoque un accroissement du métabolisme des animaux (poïkilothermes) et donc de la demande en O_2 . Ce qui entraîne une diminution du taux de saturation.
 - à 15°C, 1 litre d'eau renferme 7,1 cm³ d' O_2
 - à 20°C, 1 litre d'eau renferme 6,4 cm³ d' O_2
 - à 30°C, 1 litre d'eau renferme 5,5 cm³ d' O_2
- La diminution de la pression atmosphérique et de l'altitude qui agit sur échanges entre l'air et l'eau, diminuant la solubilité de l' O_2 ,
- La dégradation de la matière organique consommatrice d' O_2 (déjections des poissons, etc.),
- La solubilité de l' O_2 dans l'eau diminue avec l'augmentation de la salinité,
- La respiration nocturne des végétaux présents dans l'eau, avec des risques particuliers lors de phénomène de blooms planctoniques.

La teneur d'une eau en O_2 dissous s'exprime en mg/l ou ppm, ou encore en % de saturation et est mesurée par titration par la méthode de Winkler ou au moyen d'un oxymètre.

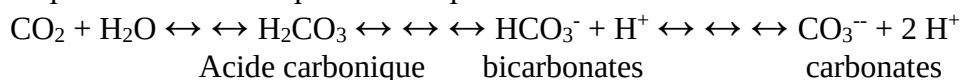
On considère que les espèces d'eau chaude tolèrent des taux d'oxygène plus faible que les poissons d'eau froide. Par exemple *Ictalurus punctatus* (espèce d'eau froide) peut survivre à court terme (quelques heures) à une teneur en O_2 de 0,5 mg/l ; des concentrations de 2 à 3 mg/l d' O_2 permettent d'assurer la survie à long terme mais la croissance est faible ; des taux d' O_2 supérieurs à 5 mg/l sont considérés comme idéaux. Les tilapias peuvent survivre à long terme à un taux de 1 mg/l, mais la valeur optimale pour sa croissance est proche de 4 mg/l. Certaines espèces tropicales, comme les Clarias, sont pourvues d'adaptation morphologiques qui leur permettent de supporter des taux d'oxygène dissous extrêmement faibles, voire nuls. Pour les espèces d'eau froide (Salmonidés) la valeur minimale recommandée est de 6mg/l d' O_2 . Cependant pour l'ensemble des espèces, on considère que les conditions optimales de croissance-survie ne sont atteintes que lorsque la saturation de l'eau en O_2 est proche de 90 %.

Lorsque le taux d' O_2 dissous est insuffisant, les poissons compensent ce manque par une augmentation de la fréquence de ventilation des branchies et en absorbant l'oxygène plus concentré dans le film à la surface de l'eau. Si le taux d' O_2 décroît encore le métabolisme ralentit nettement lorsqu'on atteint le taux d'oxygène critique.

Gestion : Lorsque la concentration en O₂ dissous est trop faible la demande en O₂ peut être réduite en élevant une partie du stock de poissons du système d'élevage, en éliminant les matières organiques ou simplement en augmentant le taux de renouvellement d'eau. Mais les procédés les plus simples et les plus fréquemment utilisés en aquaculture sont : les aérateurs mécaniques, l'air sous pression ou l'O₂ pur.

❖ L'alcalinité totale ou la dureté temporaire

L'alcalinité totale est définie comme la quantité totale de bases tritables dans l'eau exprimées en mg/l d'équivalent de CaCO₃. Les ions principaux contribuant à l'alcalinité sont les carbonates (CO₃²⁻) et les bicarbonates (HCO₃⁻), mais aussi, dans une moindre mesure, les hydroxydes (OH⁻), NaOH, les silicates, et les phosphates. C'est la dureté temporaire. L'alcalinité permet de mesurer la capacité d'une eau à neutraliser les acides et donc à maintenir un pH stable. C'est le pouvoir tampon de l'eau.



L'apport de CO₂ provoque le déplacement de l'équilibre vers la gauche. Il se fait un appel de HCO₃ et donc une mise en solution de carbonates. Par contre l'élimination du CO₂ provoque le processus inverse (vers la droite) jusqu'à l'obtention d'un nouvel équilibre. De telles eaux riches en carbonates et bicarbonates sont à même de défendre leur pH, ce sont des milieux stables favorables à la faune et la flore. Elles sont tamponnées.

En eau douce l'alcalinité varie de 5 mg/l à 500 mg/l pour les eaux très dures. L'eau de mer présente un bon pouvoir tampon puisque son alcalinité moyenne de 120 mg/l est stable.

L'alcalinité n'exerce pas d'effet direct sur les poissons, mais, en général, lorsqu'elle est inférieure à 30 mg/l, les risques de changement rapide de pH sont à craindre. Une alcalinité totale comprise entre 20 et 400 mg/l est considérée comme satisfaisante pour la plupart des élevages.

❖ La dureté totale

La dureté totale correspond à la somme des concentrations en ions métalliques exprimée en équivalents de CaCO₃. Les principaux ions sont le calcium et le magnésium. Les eaux les plus productives sont celles présentant des duretés totales et des alcalinités totales comparables. Une eau contenant de 75 à 150 mg/l de CaCO₃ est considérée comme modérément dure. Pour l'élevage en eau douce, la dureté doit être comprise entre 20 et 300 mg/l. de CaCO₃.

Gestion : Lorsque la dureté totale dans un système d'élevage est trop faible, elle peut être augmenté par adjonction de chaux (Ca(OH)₂). Cette opération renforce à la fois la dureté et l'alcalinité totale de l'eau. Lorsque l'on souhaite accroître la dureté et pas l'alcalinité, on utilise du sulfate de calcium ou du Chlorure de calcium. Il est difficile de réduire la dureté et l'alcalinité lorsque celles-ci sont trop élevées. L'alcalinité peut être réduite en augmentant le renouvellement de l'eau et la dureté par l'adjonction d'eau plus douce.

❖ Le pH

Le pH d'une eau indique si elle est acide ou alcaline. Lorsque le pH est inférieur à 7 l'eau est dite acide. Elle est dite alcaline ou basique lorsque le pH est supérieur à 7. Elle est neutre lorsque le pH est égal à 7.

Ce sont les eaux neutres ou légèrement alcalines qui sont les meilleures pour la pisciculture. En général, les eaux dont le pH est < à 5 ou > à 9 ne conviennent pas. Dans les eaux naturelles le pH est fréquemment proche de 6,5 à 9.

Le pH est souvent considéré comme l'indicateur privilégié de l'équilibre chimique et biologique d'une eau de pisciculture. En effet l'eau d'un étang ne conserve toujours pas son pH d'origine, ce qui signifie que des modifications de l'équilibre biologique peuvent s'établir. L'état d'équilibre provient notamment des qualités de l'eau initialement utilisée, de la lumière, de l'O₂, de la température, de la photosynthèse, de l'importance de la population de l'étang, etc.

En fait, 3 facteurs sont susceptibles de déterminer l'équilibre du pH de l'eau.

- le dioxyde de carbone (CO₂). Dans les étangs, le phytoplancton et les autres organismes végétaux consomment le CO₂ pendant la phase de photosynthèse provoquant ainsi une augmentation du pH au cours de la journée et une diminution la nuit. $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ (Baisse le pH)
- la réserve alcaline (principalement la dureté temporaire). C'est d'elle que dépend la défense contre l'acidification.
- La présence des acides faibles. Il s'agit en particulier des acides humiques.

La diminution du pH dans l'environnement du poisson produit, par une série de mécanismes physiologiques, une acidification du sang et des globules rouges, qui elle-même provoque une réduction de l'affinité de l'hémoglobine pour l'O₂. Il en résulte une diminution des capacités du sang à transporter l'oxygène vers les tissus. Ce qui entraîne une réduction du métabolisme et des capacités maximales de croissance du poisson. Les poissons doivent être adaptés progressivement à des changements de pH importants. Des variations brutales du pH peuvent en effet provoquer des mortalités. Mais l'effet du pH varie en fonction du stade de développement des espèces et en fonction d'éléments potentiellement toxiques comme l'ammoniac.

Gestion : Le pH peut être contrôlé par addition de bicarbonate de soude (NaHCO₃) ou par une aération vigoureuse (expulsion du CO₂).

❖ Le dioxyde de carbone (CO₂)

Le dioxyde de carbone est un constituant normal des eaux naturelles. Il diffuse de l'atmosphère vers la surface de l'eau et provient de la respiration des poissons et de l'oxydation biologique de composés organiques (bactéries hétérotrophes). Il est transporté dans le sang des poissons principalement sous forme de bicarbonate. Le bicarbonate est transformé en CO₂ par l'action d'enzymes au niveau des branchies. Si la concentration en CO₂ de l'eau environnante augmente, le pH diminue, et le gradient nécessaire à la diffusion du CO₂ à travers les branchies diminue. La concentration du CO₂ du sang augmente et le pH diminue ce qui provoque une diminution de l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène. Il en résulte une réduction des capacités du sang à transporter l'oxygène vers les tissus. Pour cette raison on observe une réduction du métabolisme et des capacités maximales de croissance du poisson. On peut même enregistrer un stress respiratoire alors que le taux d'oxygène paraît suffisant.

Le pH d'une eau saturée en CO₂ dépend de la température, la salinité et l'alcalinité. Lorsque l'on connaît la valeur de ces 3 derniers facteurs, on peut calculer la concentration en CO₂ en utilisant une table. La constante donnée par ce tableau à double entrée est multipliée par l'alcalinité pour obtenir la concentration en CO₂.

Le CO₂ n'est pas particulièrement toxique pour les poissons puisque certaines espèces comme *Ictalurus punctatus* supportent des concentrations de 50 ppm pourvu que le taux d'oxygène soit suffisant. Cependant les valeurs maximales recommandées sont de 10-15 ppm.

Gestion : Eviter les charges trop élevées en raison de la respiration des poissons pouvant élever le CO₂. Les concentrations excessives de CO₂ peuvent être réduites par une bonne aération de l'eau.

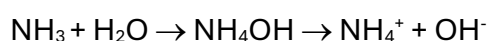
❖ Composées azotées

Dans les systèmes de production, lorsque la température et le taux d'oxygène dissous sont optimums, les composés azotés peuvent constituer un facteur limitant. La source principale d'azote (>90%) en aquaculture est constituée par l'aliment (acides aminés) à travers les processus métaboliques des poissons (+ excrétion azotée du métabolisme standard : turn over) et les déchets organiques (aliments non consommés, fèces). Les composés azotés principaux rencontrés en milieu d'élevage sont la forme gazeuse (N₂), l'ammoniac non ionisé (NH₃), l'ammonium (NH₄⁺) les nitrites (NO₂⁻) et les nitrates (NO₃⁻).

Tableau : Principaux composés azotés présents dans les systèmes d'élevage (d'après Lawson, 1995).

Forme	Notation	Commentaires
Azote gazeux	N ₂	Gaz inerte, transfert de et vers l'atmosphère, risques de sursaturation.
Azote organique	Org-N	Dégradé pour produire de l'ammoniac-ammonium.
Ammoniac	NH ₃	Très toxique pour les animaux aquatiques, prédomine à pH élevé.
Ammonium	NH ₄ ⁺	Non toxique pour les animaux aquatiques sauf à très haute concentration, prédomine à pH faible.
Ammoniac total	NH ₃ + NH ₄ ⁺	Somme de l'ammoniac et de l'ammonium, valeur généralement mesurée par les tests, transformé en nitrites par les bactéries nitrifiantes.
Nitrites	NO ₂ ⁻	Très toxiques pour les animaux aquatiques, transformés en nitrates par les bactéries nitrifiantes.
Nitrates	NO ₃ ⁻	Non toxiques pour les animaux aquatiques sauf à très haute concentration, utilisés par les plantes aquatiques.

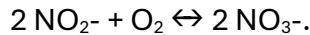
L'azote gazeux diffuse rapidement de et vers l'atmosphère. Il est plus soluble que l'oxygène. Sa concentration diminue lorsque la température et la salinité augmentent. En milieu d'élevage, sa concentration est généralement comprise entre 10 et 20 mg/l. L'azote est un gaz inerte, mais en situation de sursaturation, il peut provoquer des problèmes d'embolie gazeuse (bubble disease). L'ammoniac est produit à travers la conversion biologique des matières organiques grâce au processus d'ammonification. L'ammoniac est aussi le produit principal du catabolisme des protéines excrété à travers les branchies par les poissons et les invertébrés. L'ammoniac résulte aussi de la décomposition de l'urée, des fèces et de la nourriture non consommée. En solution aqueuse, les ions ammonium et l'ammoniac sont en équilibre selon l'équation :



Dans les étangs d'élevage, une grande partie de l'ammoniac-ammonium est rapidement assimilée par le phytoplancton et les macrophytes. La partie non-assimilée est oxydée au cours d'un processus en 2 étapes (nitrification). La première étape est l'oxydation de l'ammoniac-ammonium en nitrites par les bactéries *Nitrosomonas* sp :



Les nitrites sont ensuite oxydés en nitrates par les bactéries *Nitrobacter* sp.



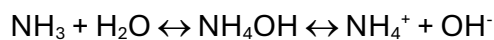
Lorsque le plancton meurt, l'ammoniac est remis en solution par minéralisation. L'ammoniac-ammonium peut devenir un problème en cas de nourrissage intensif ou lorsque l'eau d'élevage est utilisée à plusieurs reprises (étangs ou bassins en cascade) ou dans les circuits fermés (pas d'assimilation par les plantes). En circuit fermé, le problème est réglé par l'utilisation de filtres biologiques consommant l'ammoniac et en système ouvert par ajustement du taux de renouvellement d'eau.

La nitrification est optimale lorsque la teneur en oxygène est proche de la saturation, le pH compris entre 7 et 8 et la température entre 27 et 35 °C principalement pour *Nitrobacter* car *Nitrosomonas* est déjà active à 16-20°C. On peut donc observer une accumulation de nitrites dans les étangs lorsque la température est basse. Si la température baisse encore, c'est la teneur en ammoniac-ammonium qui augmente.

Les nitrates et les nitrites peuvent être réduits par un processus appelé la dénitrification. Certaines bactéries anaérobies peuvent réduire les nitrates en nitrites puis en ammoniac, mais plus généralement, les nitrates sont réduits en N_2 et NO_2 . En situation anaérobie (ex : vase), la dénitrification des nitrates peut provoquer une forte hausse de la concentration en nitrites.

a) L'ammonium

L'ammoniac-ammonium est présent dans l'eau sous forme ionisée (NH_4^+) ou non-ionisée (NH_3). La toxicité de l'ammoniac total dépend de l'importance de la fraction non-ionisée. Pour le poisson, seule la forme non-ionisée NH_3 est toxique. L'équilibre de ces 2 formes est soumis à l'influence du pH et de la température.



Le déplacement de l'équilibre vers la forme non ionisée est favorisé par l'augmentation du pH et l'augmentation de la température. Il peut constituer le 2^{ème} facteur limitant de la production après l' O_2 , notamment du fait du risque d'auto pollution de l'élevage en cas de réutilisation de l'eau et lorsque le pH est très élevé.

La toxicité de l'ammoniac non ionisé se manifeste par plusieurs phénomènes :

- la capacité d'excrétion diminue et la concentration en ammoniac des tissus augmente,
- une augmentation du pH sanguin (effet sur les réactions enzymatiques)
- une hyperplasie de l'épithélium branchial et une fusion des lamelles secondaires (réduction de l'efficacité de diffusion de l'oxygène à travers les branchies),
- des désordres fonctionnels au niveau du rein et du foie,

- un effet sur l'osmorégulation par augmentation de la perméabilité des membranes cellulaires.

La DL₅₀ à 96 heures est très variables selon les espèces. Chez les poissons elle est comprise entre 0,08 et 3 mg/l de NH₃.

b) les nitrites

Les nitrites résultent de l'oxydation de l'ammoniac-ammonium (nitrification) par les bactéries *Nitrosomonas* sp :



La toxicité des ions nitrites résulte du processus suivant : les ions diffusent à travers les branchies vers le plasma sanguin où ils s'accumulent. Ils passent ensuite dans les globules rouges où ils oxydent l'hémoglobine (état ferreux → état ferrique) pour former de la méthémoglobine. La méthémoglobine n'a pas la capacité de se lier de façon réversible avec l'oxygène, un accroissement de la concentration de cette substance conduit donc à une diminution des capacités de transport de l'oxygène par le sang et un état d'hypoxie cellulaire chez le poisson. Lorsque la proportion de méthémoglobine dépasse 50%, des mortalités sont observées. En cas de concentration importante en nitrites, il est donc impérieux de maintenir le taux d'oxygène dissous le plus élevé possible.

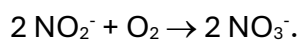
NB : La diffusion des ions nitrites à travers les branchies vers le plasma sanguin est largement freinée par un phénomène de compétition pour le transport actif, vis-à-vis des ions chlorures présents dans l'eau. L'augmentation du ratio chlorures/nitrites (on recommande 20/1 au moins) réduit donc les problèmes de toxicité. Les nitrites ne constituent donc pas un problème en eau saumâtre ou eau de mer.

Les concentrations létales en NO₂⁻ sont très variables en fonction des espèces, de la taille, du statut nutritionnel et de la chimie de l'eau.

La DL₅₀ (48 h) pour la carpe est de 2,6 mg/l de NO₂⁻. Il est recommandé dans les élevages de maintenir les teneurs en nitrites des eaux en dessous de 0,1 mg/l.

c) les nitrates

Les nitrates résultent de l'oxydation des nitrites (nitrosation) par les bactéries *Nitrobacter* sp.



Ils s'accumulent rarement dans les systèmes d'élevage en étang, car ils sont absorbés par les végétaux ou réduits en saison chaude et ils ne sont pas produits en saison froide en raison de l'inactivité des *Nitrobacter*. Par contre, ils peuvent s'accumuler dangereusement en circuit fermé s'ils ne sont pas éliminés par un renouvellement d'eau adéquat. L'ion nitrate est cependant le composé minéral azoté le moins toxique pour le poisson. Son effet est comparable à celui des nitrites, mais pour des concentrations beaucoup plus élevées. La DL₅₀ à 96 h de NO₃⁻ pour les poissons est comprise entre 1 et 3 g/l.

❖ Le sulfure d'hydrogène

Le sulfure d'hydrogène est produit par certaines bactéries hétérotrophes en condition anaérobie à partir de sulfates et de sulfites selon la relation : $\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{S}_2^- + 4\text{H}_2\text{O}$. Les sulfures excrétés se retrouvent sous les formes suivantes : $\text{H}_2\text{S} = \text{HS}^- + \text{H}^+ = \text{HS}^- = \text{S}_2^- + \text{H}^+$. La part de H_2S diminue rapidement lorsque le pH augmente. La production de H_2S peut avoir lieu dans les zones dépourvues d'oxygène des systèmes d'élevage (bassins et filtres biologiques). L'effet toxique du H_2S sur les poissons se traduit par une hypoxie et ce pour des concentrations très faibles. Des concentrations de 0,005 mg/l sont toxiques pour des larves de poissons-chats. La plupart des poissons sont tués par une concentration de 0,05 mg/l. En général, on recommande que la concentration totale en sulfures ne dépasse pas 0,002 mg/l.

Gestion : A titre préventif, il est recommandé d'aérer vigoureusement et de créer des courants d'eau pour éliminer les zones anaérobies. Lorsque le H_2S s'est formé, on peut l'éliminer par oxydation avec du permanganate de potassium ou par dilution en augmentant le taux de renouvellement.

❖ Le Chlore

Le chlore est largement utilisé pour la désinfection de l'eau potable, mais aussi dans de nombreuses industries comme par exemple les centrales électriques où il est employé comme procédé anti-fouling. Il est extrêmement toxique pour les organismes aquatiques et il l'est plus encore lorsqu'il se combine avec de l'ammoniac, les phénols et les amines. Il peut donner un goût désagréable à la chair des poissons. Une concentration de 0.05 mg/l provoque une mortalité totale chez le saumon au bout de 23 jours. La dose létale à 72 h est de 0,1 mg/l pour cette espèce. Pour l'eau douce on recommande que le taux de chlore libre ne dépasse pas 0,003 mg/l à long terme et qu'il ne soit pas supérieur à 0,05 mg/l pour des courtes périodes de 30 min. En eau de mer, les concentrations maximales ne doivent pas excéder 0,01 mg/l.

❖ Le fer

Le fer sous forme ionique se trouve principalement à l'état ferreux (Fe_2^+) et ferrique (Fe_3^+) en milieu aquatique. Le sol contient fréquemment du fer sous forme minérale, c'est pourquoi les eaux de nappes souterraines présentent des concentrations souvent supérieures à 10 mg/l. Les conditions anaérobies favorisent la formation des ions ferreux, qui lorsque l'eau est exposée à l'oxygène, se transforment en ions ferriques insolubles qui précipitent (coloration orange du fond et des tuyauteries, on trouve fréquemment des bactéries ferreuses associées à ces précipités). Lorsque ces précipités se forment, ils peuvent provoquer un colmatage et une inflammation des branchies qui conduisent à une hypoxie. En eau douce, la dose maximale recommandée est de 0,3 mg/l de fer et en eau de mer de 0.1 mg/l.

Gestion : La méthode la plus simple consiste à envoyer l'eau ferrugineuse vers un étang tampon bien aéré où le fer précipite sous forme d'ions ferriques insolubles. Un temps de rétention d'eau d'au moins un jour est nécessaire pour assurer l'oxydation complète des ions ferreux et leur précipitation. Une autre technique, plus active, consiste à oxygéner vigoureusement l'eau ferrugineuse, puis à la faire passer sur un filtre afin d'éliminer le précipité ferrique avant de l'envoyer dans les bassins d'élevage.

❖ Les métaux lourds

On trouve fréquemment, en raison de la pollution, des concentrations en métaux lourds parfois élevées dans les eaux naturelles. La toxicité de quelques métaux lourds à l'égard des organismes aquatiques apparaît dans le tableau suivant.

Métal	LD ₅₀ (96 h) en mg/l	Safe level
Cadmium	80-420	10
Chrome	2000-20000	100
Cuivre	300-1000	25
Plomb	1000-40000	100
Mercure	10-40	0,1
Zinc	1000-10000	100

Source: Boyd (1990)

En règle générale, les concentrations recommandées sont de 10 à 100 fois inférieures à celles provoquant des mortalités lors de test LD₅₀.

❖ Les pesticides

La majorité des insecticides, fongicides et herbicides utilisés en agriculture sont toxiques pour les poissons et les invertébrés aquatiques (DDT, Aldrin, Malathion, etc.). La plupart des insecticides sont toxiques dans une gamme de concentrations de 0.005 à 0.5 mg/l. Même si des mortalités massives ne sont pas enregistrées, des effets néfastes à long terme peuvent apparaître. En général, les doses maximales admissibles sont comprises entre 0.001 et 0.01 mg/l.

❖ Le sol

Le 2^{ème} composant de l'environnement du poisson est le sol (parois des digues et le fond) sur lequel repose l'eau. Ce sol contient comme l'eau des sels minéraux qui sont dissous par l'eau et qui l'enrichissent. Le sol est aussi un support pour des plantes et des animaux servant de nourriture aux poissons. Nous y reviendrons plus loin.

3.4.3.4.3 La production d'organisme servant de nourriture aux poissons

L'eau permet le développement de plusieurs catégories d'organismes. La quantité et les types d'organismes observés dépendent de la qualité de l'eau, en particulier de ses caractéristiques physico-chimiques et des conditions du milieu environnant.

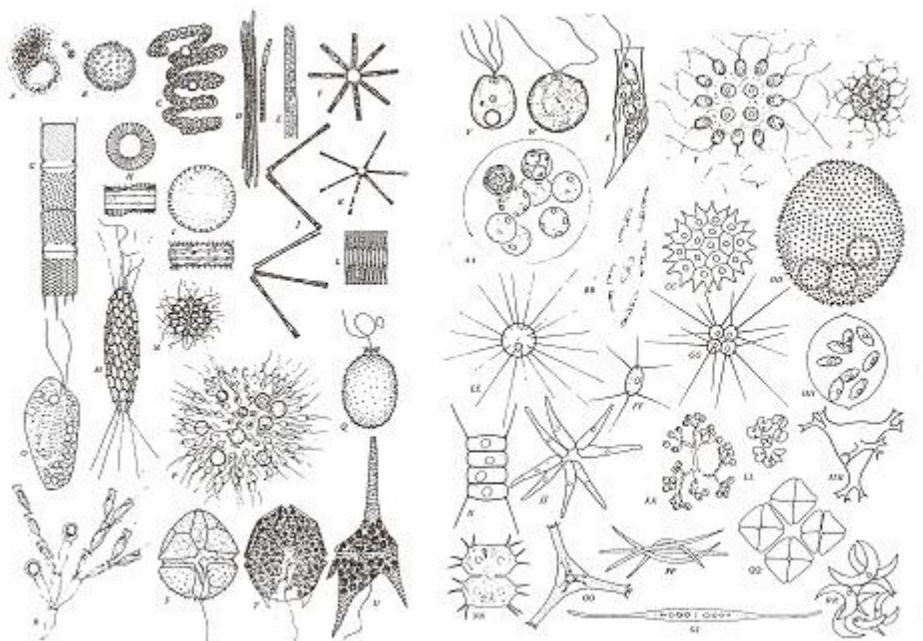
En général, on trouve par filtration spéciale, des organismes très petits qui flottent librement dans l'eau et qui constituent le plancton. Le plancton, formé des végétaux qui se développent à partir des sels minéraux contenus dans l'eau et de la lumière du soleil s'appelle le phytoplancton. Le plancton formé de petits animaux s'appelle le zooplancton. En général, le plancton ne peut être vu à l'œil nu. Si le plancton est très abondant, il donne à l'eau une couleur plus ou moins brune suivant les organismes qui le composent.

Sur le fond de l'eau se développent les organismes généralement plus gros que ceux du plancton qui forment ce qu'on appelle le benthos. Ce sont surtout des larves d'insectes, des vers, des mollusques. Ils vivent sur la surface ou dans la boue du fond. Ils se nourrissent généralement de la matière organique.

Diverses plantes poussent sur le fond, surtout près des rives, là où la profondeur de l'eau n'est pas très grande. Certaines, comme les joncs, ont leurs racines dans le fond mais poussent et fleurissent au-dessus de la surface. D'autres, comme les nénuphars, ont des feuilles et des fleurs flottant à la surface. D'autres enfin vivent et fleurissent sous l'eau.

Ces plantes, et aussi les pierres et les rochers qui sont dans l'eau servent de support à divers organismes qui forment ce qu'on appelle le *périphyton* et qui sont en général des algues, des larves d'insectes, des mollusques. Les plantes abritent aussi des insectes qui se rencontrent aussi librement en surface ou dans l'eau certains insectes ou leurs larves, sont nuisibles aux poissons.

(A)



(B)

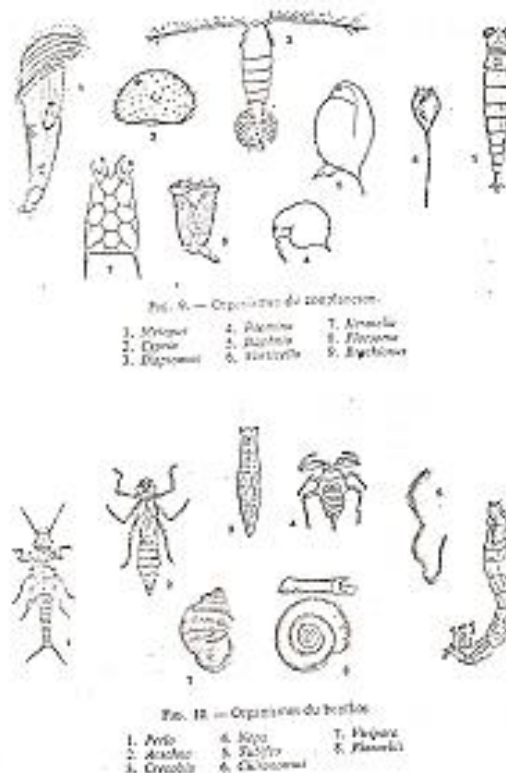


Schéma de quelques organismes produits dans l'eau (A : phytoplancton et B : zooplancton et macroinvertébrés)

3.4.3.4.4 La chaîne alimentaire dans l'eau

Les différents organismes qui vivent grandissent et se multiplient dans l'eau ou sur le fond, sont étroitement liés entre eux et constituent les maillons de la chaîne alimentaire (voir schéma ci-dessus). Un organisme se nourrit d'autres organismes plus petits et sert lui-même de nourriture à d'autres organismes plus gros. Le poisson est un des maillons de cette chaîne.

Les sels minéraux et certains gaz dissous (CO_2 , O_2) sont utilisés par le phytoplancton et les plantes supérieures qui servent à leur tour de nourriture aux animaux : zooplancton, larves d'insectes, etc. et finalement poissons. Tous les organismes qui ne sont pas mangés par d'autres meurent et tombent sur le fond sous formes de déchets organiques. Ces matières sont à leur tour transformées en sels minéraux par l'action des bactéries. Suivant les organismes dont se nourrit un poisson, il a une chaîne alimentaire plus ou moins longue.

Un poisson qui se nourrit de phytoplancton ou de plantes a une chaîne alimentaire courte parce qu'il n'y a entre lui et les sels minéraux qu'un seul maillon de la chaîne alimentaire.

Un poisson prédateur qui se nourrit d'autres poissons a une chaîne alimentaire longue car il y a entre lui et les sels minéraux plusieurs maillons qui peuvent être :

1^{er} maillon : le phytoplancton dont se nourrit le zooplancton.

2^{ème} maillon : le zooplancton dont se nourrissent les larves d'insectes.

3^{ème} maillon : les larves d'insectes mangées par ces poissons.

4^{ème} maillon : les poissons qui lui servent de proies.

En passant d'un maillon à l'autre, on perd toujours de la matière vivante. Par exemple, pour grossir de 1 kg, un poisson prédateur doit manger 5 à 8 kg de poissons qui lui servent de proie. Il est donc, en principe, plus avantageux d'élever dans un étang des poissons à chaîne alimentaire courte. Au contraire l'élevage des poissons prédateurs, sans mélange, est toujours beaucoup plus coûteux. Il existe cependant des possibilités d'associer l'élevage de poissons à chaînes alimentaires différentes.

24

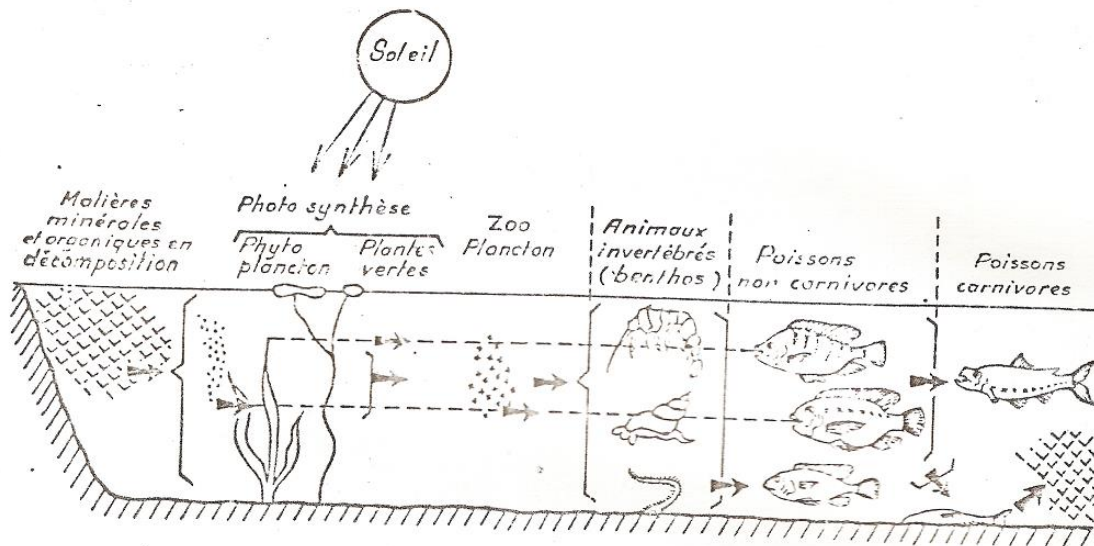
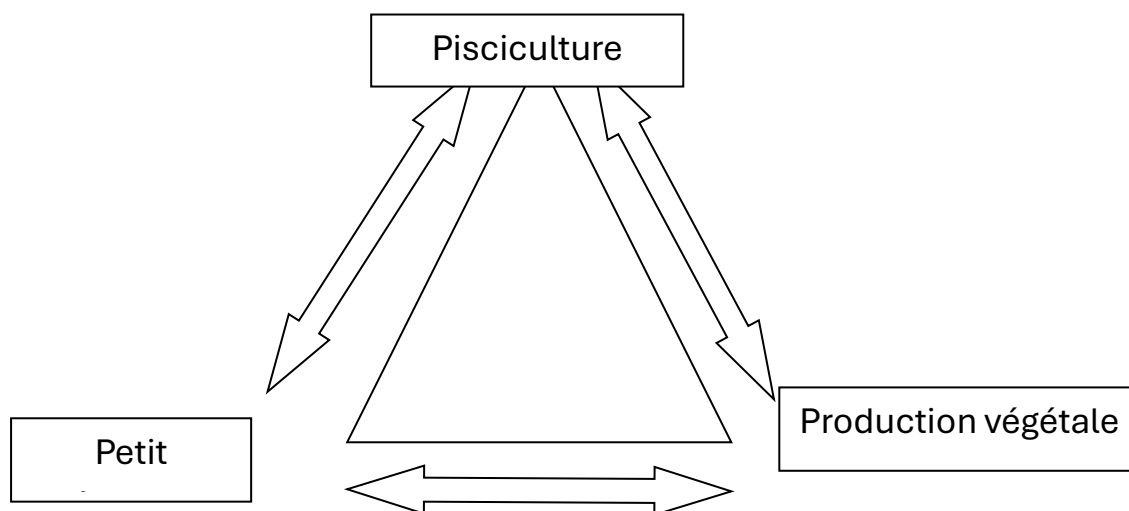


FIG. 11. — Chaîne alimentaire dans le milieu aquatique.

3.4.3.5 Agropisciculture

L'explosion démographique entraîne la nécessité de produire plus d'aliments sur des superficies de plus en plus réduites. Ce processus d'intensification a, dans les pays développés, conduit à la mise en place d'unités agricoles plus performantes. Cette augmentation de la productivité repose sur la mécanisation agricole, l'utilisation d'herbicides, de pesticides et d'engrais chimiques. L'ensemble de ces moyens est onéreux et pénalise pour l'environnement et le bien-être des producteurs et des consommateurs. Une meilleure gestion des ressources naturelles mondiales est essentielle pour atteindre le double objectif d'une production agricole durable : nourrir une population mondiale croissante, et préserver les ressources naturelles. Il y a donc lieu de contrôler l'expansion de l'élevage et de mieux l'intégrer dans des systèmes globaux de production agro-piscicole. Il s'agit de mettre en place des activités agricoles complémentaires suivant le modèle schématisé comme ci-dessous. Le système est conçu de manière à minimiser les intrants. En effet l'alimentation des poissons est essentiellement basée sur les déchets d'élevage (fientes de volailles ; crottes de porcs) et sur le plancton. Les produits de culture sont transformés sur place et conditionnés sous forme d'aliments pour animaux et poissons. L'eau des bassins de pisciculture sert à arroser les cultures et à fertiliser les sols.

Très souvent, les trois types d'activités ne sont pas représentés tous trois à la fois. Il est fréquent de voir s'associer deux d'entre eux.



La pisciculture ou l'élevage des poissons, née en Chine depuis plus de 3 millénaires, s'y est toujours développée par intégration avec des activités agricoles et d'élevage.

Les paysans asiatiques ont traditionnellement aménagé de façon judicieuse leurs zones humides tropicales en y maintenant l'eau et en la gérant de façon adéquate inventant bien avant la conférence de RIO de 1992, le véritable développement durable qu'ils appliquent depuis plusieurs siècles. Au départ d'associations simples telles que riz-poissons, canards poissons, etc., ils ont intensifié les diverses productions agricoles et aquacoles en les combinant de manière plus ou moins complexes tout en recyclant sans cesse les matières organiques produites par l'écosystème agro-piscicole. Cette stratégie

globale intégrée au niveau de la ferme écologique optimisant le cycle des nutriments (azote, phosphore, etc.) contraste avec les pertes conséquentes de matières organiques, source de pollutions graves, résultant des élevages concentrationnaires de type avien ou porcin.

3.4.3.5.1 Riz-poissons

Ce type d'association est qualifié de rizipisciculture. C'est l'élevage des poissons en rizière. La rizipisciculture donne généralement des rendements plus bas que l'élevage en étang, mais il produit également du riz.

La riziculture présente de nombreux avantages. En général, la présence de poissons dans une rizière augmente le rendement de riz de 10 à 15 %. L'élevage des poissons en rizière est une méthode écologique de réduction des mauvaises herbes, des insectes, des escargots et de certaines maladies du riz. C'est aussi une solution de rechange saine et bon marché pour les pesticides chimiques dans la lutte contre les insectes et les algues.

3.4.3.5.2 Poulets-poissons

C'est l'association de l'élevage de poules à la pisciculture. Riche en nutriments, le fumier de poule est utilisé soit comme nourriture directement par les poissons soit pour fertiliser l'étang.

La plupart des poulaillers sont construits sur terre. Dans ce système les poulaillers sont souvent construits au-dessus de l'étang à poissons. Les trous faits dans le sol doivent être assez grands pour permettre au fumier de tomber dans l'étang.

On peut élever une combinaison de plusieurs espèces de poissons dans un étang de 100 m². Le nombre maximal de poules pouvant être élevées est de 10 par 100 m² d'étang si on élève des espèces sensibles au taux d'oxygène. Si on élève des tilapias (moins sensibles au taux d'oxygène) à une densité de 2 poissons par m², on peut élever jusqu'à 50 poules par 100 m². Si on élève des poissons-chats (à une densité de 4 poissons m²), on pourra élever jusqu'à 120 poules par 100 m² d'étang.

Une combinaison de tilapia et de poissons-chats (2 poissons par m²) avec 50 poules par 100 m² peut donner des rendements allant jusqu'à 75 kg de poissons. 4 ou 5 poussons par 100 m² suffisent pour obtenir 25 kg de tilapia du Nil et de carpes en 6 mois, sans supplément alimentaire.

3.4.3.5.3 Canards-poissons

Tout comme les poules, les canards sont des animaux très utiles au petit paysan et utilisés dans le système agro-piscicole. Le fumier de canard est riche en nutriments et convient bien à l'alimentation des poissons. Les canards nagent dans l'étang à poissons et y répandent leur fumier. La quantité de fumier produite en deux mois est environ de 6 à 9 kg par animal.

Dans ce système, on peut loger les canards de plusieurs manières. On peut construire une canardière flottant sur l'eau ou reposant sur des pilotis au-dessus de l'eau ou la rive de l'étang. Les canards ont seulement besoin d'un abri pour se reposer. Une canardière construite au-dessus de l'eau doit avoir un sol à claire-voie ou en grillage pour laisser passer le fumier.

La pisciculture intégrée à l'élevage de canards peut donner des rendements de 30 à 55 kg par 100 m² par an. Ce rendement dépend du nombre de canards par m² et des espèces de poissons élevées. Une combinaison de tilapias du mozambique et de poissons-chats africains donne des rendements de 35 à 40 kg de poissons par 100 m² par an. Une haute densité de tilapias du Nil (4 poissons par m²) permet de récolter jusqu'à 70 kg par 100 m². Cependant, les poissons récoltés seront de plus petite taille. Le nombre maximal de canards élevés pour leur chair est de 70 par 100 m² et 75 par 100 m² pour des canards élevés pour les œufs. Si on élève des tilapias moins sensibles au taux d'oxygène à une densité de 2 poissons par m², on peut élever 350 canards pour leur chair ou 400 canards pour les œufs par 100 m². Avec des poissons-chats (4 poissons par m²), le nombre de canards pour la chair augmente jusqu'à 700 par m², ou 800 canards pondeurs par 100 m². Le poisson-chat peut respirer l'oxygène de l'air et celui de l'eau. Cela signifie qu'on peut en élever plus par m² et qu'on peut obtenir des niveaux de production de 150 kg par 100 m².

3.4.3.5.4 Porcs-poissons

Il s'agit de la pisciculture intégrée à l'élevage de porcs. En général, les porcs ont besoin d'un sol d'une superficie de 1 à 1,5 m² par porc. Il y a deux moyens de loger des porcs en combinaison avec les poissons. Le plus courant est de construire les enclos sur les rives de l'étang. On creuse les canaux de drainage de façon que le fumier de porc puisse être lavé avec l'eau dans l'étang. Un enclos à sol dur permet de perdre moins de fumier. Le sol est généralement construit en pente dans la direction de l'étang pour faciliter le lavage du fumier dans l'étang. Dans certains cas, on construit les enclos au-dessus des étangs. Ils sont en bois, construits sur pilotis avec un sol à claire-voie pour que le fumier puisse tomber dans l'étang. Si l'étang est petit, on construit l'enclos du côté du vent, pour que le vent répande le fumier sur l'étang. Si l'étang est grand, il est bon de construire des enclos à plusieurs endroits au-dessus de l'étang. La construction d'enclos au-dessus de l'étang présente certains inconvénients. Au-dessus de l'étang, c'est souvent humide et ouvert aux courants d'air, ce qui provoque des troubles respiratoires chez les porcs.

L'espèce la plus souvent élevée avec le porc est le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*). La densité utilisée varie de 250 à 300 poissons par m². La polyculture de différentes espèces se fait également.

En général, on peut élever 1 à 4 porcs par 100 m² d'étang. Dans un système où la production porcine est intégrée à la pisciculture (1 à 2 poissons par m²), on peut obtenir un rendement de 20 à 50 kg par m² dans une période de six mois.

3.4.3.5.5 Lapins-poissons

L'élevage de lapins se combine bien à la pisciculture. On peut loger les lapins dans un clapier en bambou ou en bois placé au-dessus de l'étang. Le crottin de lapin est directement consommable par les poissons. Il est plus riche en protéines et en énergie que celui des autres animaux.

3.4.4 Que faire et comment le faire : Quelles pratiques mettre en œuvre

Exercice pratique avec sa fiche



Pour atteindre les objectifs de ce module, un brainstorming sera fait au début de séquence sur les stratégies de reproduction naturelle et artificielle des Tilapia et des clarias, les systèmes de productions agropiscicoles, les critères de qualité des produits aquacoles, sur les techniques de transformation et de conservation, les critères de qualité des produits aquacoles, et sur l'ensemble des mesures mises en œuvre pour prévenir l'apparition d'une maladie, limiter sa propagation et/ou empêcher son aggravation dans un élevage.

Des vidéogrammes didactiques sur les techniques de production des poissons seront visualisés par les apprenants. Il s'agit de :

- Documentaire sur la « Reproduction artificielle des poissons-chats » (30 min) (TD5)
- Documentaire sur l'Agropisciculture : « Les fermiers écologistes du Tiers Monde » (60 min) (TD 6)

Les Fiches de déroulement des TD 5 et 6 sont présentées ci-après :

○ **Fiche de TD N° 5 : Visualisation d'un vidéogramme sur la reproduction artificielle des poissons-chats (TD5)**

E. Enoncé

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- Choisir des géniteurs de poissons-chats
- Faire la fécondation in vitro
- Incuber les œufs fécondés

1. Objectifs de l'exercice :

2. Durée : 45 Minutes

3. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Le documentaire sera visualisé en plénière

4. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Support de film documentaire
- Ordinateur portable
- Vidéo projecteur
- Ecran de projection
- Hauts parleurs

5. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Suivre attentivement le film documentaire présenté
- Noter les critères de choix des géniteurs
- Noter la méthode d'extraction de l'hypophyse et des testicules chez les mâles
- Suivre attentivement les conditions et techniques d'induction hormonale des femelles
- Noter les techniques de récupération des ovules matures (stripping) chez la femelle
- Noter les techniques de fécondation artificielle (fertilisation) des ovules collectés
- Suivre attentivement les conditions et techniques utilisées pour l'incubation des œufs fécondés

6. Mode de restitution

- A la fin du TD une séance de questions/réponses sera organisée afin d'évaluer le niveau de compréhension des apprenants

7. Rôle de l'enseignant

Durant cet exercice l'enseignant devra :

- Lire et expliquer les consignes aux apprenants
- Assurer la projection du documentaire aux apprenants et répondre aux questions

○ Fiche de TD N° 6 : Les fermiers écologistes du Tiers Monde (TD6)

A. Enoncé

1. Objectifs de l'exercice :

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- Décrire les différentes formes d'intégrations agro-piscicole
- Comprendre les techniques de production agropiscicole

2. Durée : 60 Minutes

3. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Le documentaire sera visualisé en plénière

4. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Support de film documentaire
- Ordinateur portable
- Vidéo projecteur
- Ecran de projection
- Hauts parleurs

5. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Suivre attentivement le film documentaire présenté
- Noter les différentes associations agropiscicoles
- Noter les méthodes d'aménagement agropiscicoles
- Décrire les différentes espèces piscicoles, animales et végétales associables

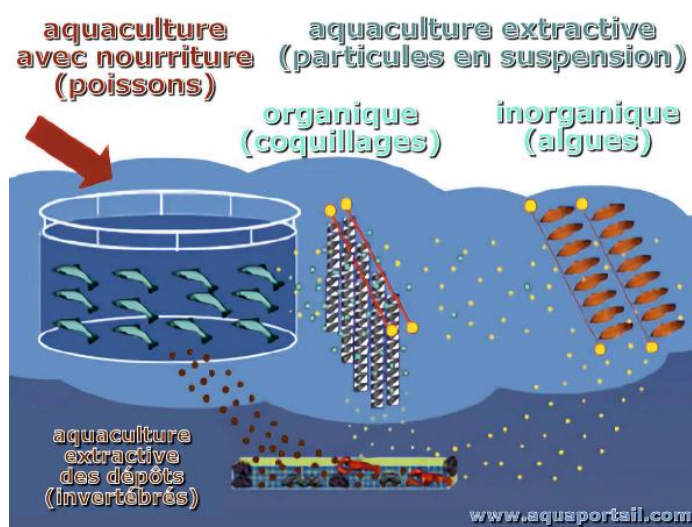
6. Mode de restitution

A la fin du TD une séance de questions/réponses sera organisée afin d'évaluer le niveau de compréhension des apprenants

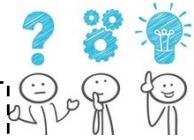
7. Rôle de l'enseignant

Durant cet exercice le formateur devra :

- Lire et expliquer les consignes aux apprenants
- Assurer la projection du documentaire aux apprenants et répondre aux questions



Qu'avez-vous appris durant la séquence, “do” et “don’t”



Questions et suggestions de l'apprenant

3.5 Séquence 5 : Généralités sur la pêche

3.5.1 La séquence en bref – qu’allez-vous apprendre ?

Durant cette séquence l’apprenant apprendra à connaître le secteur halieutique béninois, les différents plans et cours d’eau et leurs caractéristiques et les différents engins et techniques de pêche utilisés



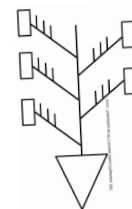
3.5.2 Quel est le défi à relever ou le problème à résoudre

A la fin de ce module l’apprenant devra être capable de :

- Décrire le secteur halieutique béninois
- Citer et décrire les plans et cours d’eau du Bénin
- Citer et décrire les différents engins et méthodes de pêche utilisés au Bénin

défi

3.5.3 Pourquoi et comment : Quels sont les concepts, phénomènes scientifiques de base et méthodes à maîtriser pour comprendre et relever le défi



2.5.3.1 Généralités et définitions de quelques concepts liés à la pêche

A. Vue générale du secteur halieutique au Bénin

Situé sur le Golfe du Guinée en Afrique de l’Ouest entre 6°15’ et 12°25’ de latitude nord et entre 0°45’ et 4°00’ de longitude est, le Bénin est un pays qui couvre une superficie de 114.763 km². Il compte 6.300.000 habitants en 2000 (RGPH 2000). Le Bénin s’étend sur une largeur de 120 km et sur une longueur de 700 km. Il est frontalier au Nord avec le Niger et le Burkina Faso, à l’Ouest avec le Togo, à l’Est avec le Nigeria et au Sud avec l’Océan Atlantique. De par sa situation géographique, le Bénin dispose d’une façade maritime sablonneuse longue donc de 120 km, s’étendant de la frontière nigériane (Kraké) à la frontière togolaise (Hilla-condji). Elle est interrompue par deux embouchures : celle de Cotonou et celle de Grand-Popo. Cette façade maritime est prolongée par un plateau continental couvrant 3100 km² environ jusqu’à l’isobathe 200 m. Il faut cependant noter que 2800 km² seulement du plateau continental sont chalutables avec 300 km² qui seraient vraiment productifs. Les fonds situés dans les 35 à 100 m de profondeur couvrent approximativement 46% du plateau continental et sont accidentés (affleurements rocheux et barrière corallienne). Le fait que ces fonds ne sont pas appropriés pour le chalutage démersal justifie la concentration des efforts de pêche chalutière et piroguère dans les strates côtières qui occupent le reste du plateau continental entraînant ainsi son appauvrissement progressif. La distribution générale des produits halieutiques du plateau continental béninois tient compte de la nature des fonds, de l’étroitesse de ce plateau et du régime hydraulique. En effet, le « upwelling » est

presque absent sur les côtes béninoises et malgré l'étroitesse du plateau, la faune ichtyologique est diversifiée et compte plus de 257 espèces dont 43 sélaciens et 214 téléostéens (1). En milieu continental, le Bénin dispose d'un réseau hydrographique assez dense d'une superficie de 130 000 ha, qui renferme une série de lagunes, de lacs, de cours d'eau, de marais et marécages. Ces cours d'eaux sont modestes par leur débit et leur longueur et ont un régime irrégulier (Adam et Boko, 1993). Ils sont répartis sur l'ensemble du pays en cinq bassins hydrographiques. Il s'agit du Mono (100 km de long avec un débit saisonnier de 0 à 300 m³s⁻¹), du Couffo (190 km de long avec un débit saisonnier de 10 à 900 m³s⁻¹), du Niger (120 km sur sa partie béninoise avec un débit saisonnier de 300 à 2100 m³s⁻¹), de la Volta représentée par la Pendjari (380 km de long avec un débit saisonnier de 0 à 400 m³s⁻¹) et de l'Ouémé (510 km) qui forme le bassin le plus important. En dehors de ces principaux cours d'eau, il existe des complexes fluvio-lagunaires et des lacs qui forment d'importantes zones humides d'importances écologiques, socioéconomiques que touristiques. Il s'agit principalement des zones humides formées par :

- le complexe delta de l'Ouémé - lagune de Porto-Novo - lac Nokoué - rivière Sô – lac Hlan ;
- le complexe Couffo - lac Ahémé-chenal Aho-lagune côtière ;
- le complexe W représenté par les rivières Alibori – Mékrou – Sota et le Fleuve Niger ;
- Les zones humides de la Pendjari ;
- les lacs anciens constitués des lacs Toho, Todougba, le lac Togbadji, Ahouangan, Doti, etc.

Deux grandes unités écosystémiques du pays sont actuellement reconnues d'importance mondiale selon la Convention de Ramsar (1971). Il s'agit des unités écosystémiques du delta de l'Ouémé et ses écosystèmes associés représentant le sous écosystème humide Est du pays et classé site Ramsar 1018 (6°21'N-6°57'N ; 2°20'E-2°45'E). La Vallée du Couffo et ses écosystèmes associés représentant le sous écosystème humide Ouest du pays et classé site Ramsar 1017 (6°16'N-6°45'N ; 1°40'E-2°20'E). Deux autres écosystèmes humides du pays ont été récemment classés sites Ramsar. Il s'agit du site Ramsar 1668 (11°50'N et 2°30'E) représenté par le complexe W (au nord-est du pays) et le site Ramsar 1669 (11°37'N et 1°40'E) représenté par les zones humides de la rivière Pendjari au nord-ouest du pays. Les potentialités de ce réseau se mesurent non seulement par sa productivité mais aussi à travers son importance socioéconomique. Les activités aquacoles au Bénin sont assez limitées et orientées principalement vers l'élevage des Cichlidae (Tilapia), des Clariidae (Clarias et Heterobranchus) et dans une moindre mesure des Osteoglossidae (Heterotis). On observe également l'élevage artisanal des huîtres dans quelques lagunes côtières Bénin.

De façon générale, le secteur halieutique, en tant que composante essentielle du développement rural, apparaît comme stratégique pour arriver à une croissance soutenue de l'économie béninoise. En 2000, ce secteur représente 3 % du PIB et représente 2% du chiffre d'affaires total (Direction des pêches 2000). Bien que cette contribution au PIB soit limitée, le secteur halieutique contribue cependant à l'autosuffisance et la sécurité alimentaire d'une part, à la réduction du chômage et à la satisfaction des besoins des populations en protéines animales d'autre part. La consommation annuelle de poisson est de 12 kg en 2000 et compte pour 31,9% des apports en protéine animale contre 5,5% des apports en protéine totale (y compris les protéines végétales). En 2000, on comptait environ 5 000 pêcheurs opérant en mer et environ 51 878 dans les eaux continentales. Plus de 150 000 femmes, épouses ou non de pêcheurs, étaient impliquées dans la valorisation des prises débarquées. L'ensemble du secteur des pêches générait globalement plus de 600 000 emplois directs et indirects (Direction des pêches 2000). La production halieutique nationale en 2000 était estimée à 3232,38 tonnes et ne couvrait que 44% des besoins en produits halieutiques qui étaient estimés à 90000 tonnes de poisson. Pour combler le déficit, le pays recourt donc à l'importation de produits halieutiques congelés dont le volume en 2000 était estimé à 20235 tonnes (Direction des pêches 2000).

B. Définition de la pêche

La pêche est cette activité de récolte dont le produit recherché est principalement le poisson et autres organismes aquatiques. Elle est une activité de récolte, car le poisson est récolté dans son milieu naturel à l'état sauvage au moyen de différentes techniques et engins de pêche à des périodes données suivant l'espèce.

C. Caractéristique des différents plans d'eau du Bénin

Les plans et cours d'eau du domaine continental sont ceux qui renferment un complexe d'eau de surf ou souterraine, courante ou stagnante, temporaire ou permanente. Les eaux continentales se subdivisent en deux grandes catégories ; le facies lotique et le facies lentique.

a). Le facies lotique

Il est constitué par les eaux courantes (fleuves, rivières ruisseaux, etc.). Il se distingue des eaux calmes par leurs facteurs écologiques suivants :

- un courant fort entraînant un mouvement rapide de l'eau vers l'aval ;
- une teneur élevée en oxygène dissous comparée aux eaux calmes ;

Suivant leurs largeurs, on peut distinguer

- les fleuves : dont la largeur moyenne est supérieure à 100 m ;
- les rivières navigables dont la largeur moyenne est de 100 m ;
- les rivières dont la largeur moyenne est de 8 m ;
- les ruisselets dont la largeur moyenne est de 0,5 m.

b). Le facies lentique

Il est représenté par les eaux stagnantes par les lacs installés, les lagunes, les et les marécages.

b.1.) Les lacs

Un lac est une nappe d'eau suffisamment profonde (profondeur variant entre 10 à quelques centaines de mètres) pour engendrer une stratification tout au moins à certaines périodes de l'année. Il s'agit d'une cuvette naturelle ou artificielle contenant de l'eau et ayant une vie propre et une certaine autonomie. Il existe des lacs naturels (lacs Nokoué et les lacs artificiels dont la profondeur est généralement assez faible).

b.2.) Les lagunes

Ce sont des eaux saumâtres qui proviennent du mélange d'eau douce et d'eau salée venant respectivement de fleuves et de la mer. Les lagunes sont caractérisées par une variation spatiale et temporaire de la salinité laquelle dépend du niveau de pénétration de l'eau douce et des espèces d'eau marine aux milieux saumâtres.

b.3.) Les mangroves

C'est un système particulier côtier où se développe une végétation particulière appelée palétuviers. Les mangroves constituent des lieux de reproductions par excellence des poissons et fertilisent également de façon permanente la lagune.

b.4.) Les plaines inondables

Ce sont des terrains situés en bordure des cours d'eau et qui s'inondent périodiquement par le débordement du lit principal de ces cours d'eau. Ces vallées ou terrains accumulent sous forme de déjection animale et végétale qui se décomposent et de cendre laissée par les feux de brousse. Ces éléments se dissolvent aussitôt pour se combiner aux limons et favoriser la croissance rapide (des plantes, des insectes) et des organismes aquatiques

b.5.) Le marais

Les marais sont des milieux dont le niveau d'eau se trouve au-dessus du sol pendant une bonne partie de l'année (profondeur faible) et dont la végétation est dominée par les espèces ligneuses ou des espèces herbacées hautes (aquatiques).

b.6.) Les marécages

Les marécages désignent les sols spongieux engorgés d'eau même pendant la saison sèche ou fréquemment inondés et dont la végétation est dominée par les espèces herbacées hautes. Le sol contient une argile gonflante (montmorillonite).

b.7.) Les forêts inondées

Ce sont des formations ligneuses installées dans les parties basses mal drainées au bord des cours d'eau ainsi qu'aux périphéries d'une zone marécageuse

b.8.) Prairies inondées

C'est une formation herbacée se développant sur un sol immergé dans sa totalité en période de crue. La végétation peut être permanente ou temporaire.

b.9.) Les tourbières

C'est un milieu constitué de grandes quantités d'hydrophytes ou de débris végétaux en décomposition. Dans les conditions d'engorgement du sol, l'oxygène manque, l'acidité augmente et nous sommes en présence d'une décomposition anaérobie. La matière organique est environ 65%.

b.10.) Les étangs

Un étang est un lac artificiel de surface et de profondeur réduites qui se prête mieux aux pratiques d'amélioration, d'exploitation par l'homme. C'est un écosystème simple dont le benthos est prédominant. On distingue selon leur origine : (i) les étangs naturels résultant de l'accumulation de l'eau dans les dépressions de terrain ou zone d'effondrement, et (ii) les étangs de barrages obtenus à partir d'aménagement de cours d'eau et les ruissèlements.

2.5.3.2 Les plans et cours d'eau du Bénin

Il existe au Bénin du Nord au Sud plusieurs cours d'eau d'importance inégale se répartissant sur tout le territoire. Au nombre de ces cours d'eau on distingue :

- le bassin du Niger ;
- le Bassin de la Volta ;
- les bassins côtiers.

A l'intérieur de ces bassins on rencontre les plans d'eau permanents ou semi-permanents irrégulièrement réparties sur le territoire, suivant le relief, les propriétés du sol et la pluviométrie.

A. Le bassin du Niger

Il sert de frontière entre la République du Bénin et la République du Niger sur environ 120km. Ses affluents sur le territoire béninois sont :

- Le Mékrou (410km) prenant sa source à quelques km au Nord de Kouandé
- Alibori (338km) prenant sa source au Nord de Sinendé
- La Sota (250km) dont la source est située au Sud-Est de Nikki.

La pêche dans la vallée du Niger est pratiquée par des pêcheurs professionnels béninois, des pêcheurs saisonniers et des pêcheurs migrants venus du Nigéria pour s'installer dans les camps provisoires. La production halieutique avait été estimée à 1173 tonnes en 1960.

B. Le Bassin de la volta

Ce bassin est représenté par l'un de ses affluents la Pendjari, un torrent de montagne qui après 200km forme une boucle pour constituer la frontière Bénino- Burkina Faso. Elle prend sa source dans l'Atacora tourne au Sud-Ouest pour entrer en territoire Togolais où elle s'appelle Oti. La production halieutique de la volta a été estimée à 300 tonne/an en 1962.

C. L'Ouémé et tous les associés

Le fleuve Ouémé mesure 450km et constitue le plus important du Bénin. Il prend sa source dans l'Atacora et reçoit l'Okpara et le Zou comme principaux affluents. Son régime est de 900m³ /s en période de haute eau et de 10m³/ s en période d'étiage. Il comprend plusieurs plaines inondables.

C.1.) Le lac AZICII

IL est situé sur la rive horizontale à la hauteur de Zagnanado. Pendant la saison sèche il représente 200ha de plan d'eau avec un niveau d'environ 4 m au-dessus de celui de l'Ouémé. Par contre pendant la crue le niveau monte d'environ d'au moins 8 m. D'après Welcomme (1971), le lac Azilii semble être indépendant du réseau de l'Ouémé malgré ce rattachement annuel. La production de ce lac a été estimée à 445,7 tonnes en 1958 par le service des eaux forêts et chasses.

C.2.) Le lac CELE

Ce lac à la même superficie que le lac azilii. Il s'assèche presque complètement à la fin de la saison sèche sa production a été estimée à 1000tonnes/an (Welcomme en 1962).

C.3.) La région du delta de l'Ouémé

Appelé encore vallée de l'Ouémé. En 1959 la production annuelle a été évaluée à 10400 tonnes dont 2730 provenant des méthodes piscicoles.

D. Le Mono et les lacs associés

Le Mono long de 350km sert de frontière entre le Togo et la République du Bénin sur les derniers 185km de cours d'eau. Il se jette dans la lagune côtière à Grand-Popo. Son delta souvent inondé constitue une importante plaine inondable.

d.1.) Le lac Toho

Situé au Sud-Est de la ville de Lokossa, entre une avancée du plateau occupé par le périmètre aménagé de Houin AGAME et le Nord-Ouest du plateau de Bopa, le lac Toho couvre une étendue de 960ha à l'étiage et 1500ha en une période de haute eaux. D'une forme de croissant orienté Sud-Nord de Kpinnnou au village Logbo il est alimenté par les rivières ADIKO APKATOOUN. La vallée dans la SAZOUÉ au sud lui sert d'exutoire pendant les hautes eaux. Les rivières du lac Toho sont boisées et mieux protégées de l'érosion que celles du lac Ahémé (Pliya 1980). La productivité de ce plan d'eau avait été estimée à 150 tonnes par Welcomme en 1969

d.2.) Autres lacs du Mono

Au voisinage du lac Toho on distingue de petits lacs de moindre importance. Il s'agit des lacs :

- TGBADJI d'environ 400ha de surf avec une production de 12tonnes/an
- DAHOUNTA mesurant actuellement une superficie de 40ha.
- DJETO mesurant 20ha.
- DAKHI couvrant une superficie de 70 ha et d'autres qui ont pratiquement disparu comme le lac DON KONOUGBATA.

E. Le Couffo

Long de 125km, le Couffo part du plateau de Tado et alimente le lac Ahémé avant de déboucher dans la lagune. C'est une petite rivière bien que n'ayant pas d'importance économique considérable jouerait un rôle dans le cycle reproductif de certaines espèces du lac Ahémé (Welcome 1971) et pour cette raison doit être sujette d'une étude écologique approfondie.

F. Les lagunes (eaux saumâtres)

Elles sont multiples et d'importance non négligeable

f.1.) Le lac Nokoué

D'une superficie d'environ 14.000 ha le lac Nokoué s'étant parallèlement à la côte de l'atlantique dont il est séparé par un cordon de sable. Relier à la lagune de Porto-Novo par le canal de TOTCHE, il est alimenté en eau douce par le fleuve Ouémé débouchant du nord du lac. C'est la plus grande lagune du Bénin. Sa productivité serait d'environ 5238 tonnes/an (Welcome 1971)

f.2.) Le lac Ahémé

Situé au sud-ouest du Bénin, ou il constitue le plus important plan d'eau, le lac Ahémé s'étend sur 25km environ du sud au Nord entre le village de GUEZIN de la commune de Grand Popo où un long chenal le met en communication avec la mer et celui d'AGONSA où il sert d'exutoire au fleuve Couffo. Il fait la charnière entre le département d'Atlantique et celui du Mono. Sa superficie varie de 7000 ha à 10.0000 ha pendant la haute eau. La productivité annuelle avait été estimée à 8151 tonnes en 1969.

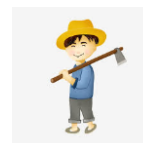
f.3.) La lagune côtière

Elle s'étend sur 60 Km environ entre TOGBIN et Grand-Popo et communique avec celle du Togo. Cette lagune se subdivise tantôt en plusieurs bras séparés par des îlots allongés entre AVLO et DJOUDJI sur la lagune de Grand-Popo entre sur environ entre TOGBEN et Grand-Popo et entre MEKO et AVLEKETE sur la lagune de Ouidah. Tantôt elle forme un bras unique qui se rétrécit par endroit pour s'élargir jusqu'à un 1km entre DEGOUE et DJEGBADJI. Outre ces différents plans d'eau il existe des lagunes anciennes parmi lesquelles le complexe lagunaire TOHO-AHOUAGAN.

3.5.4 Que faire et comment le faire : Quelles pratiques mettre en œuvre

Exercice pratique avec sa fiche

- Rechercher sur le Net (YouTube notamment) et visualisation des documentaires sur la pêche continentale (TPE)



○ **Fiche de TPE : • Rechercher sur le Net (YouTube notamment) et visualisation des documentaires sur la pêche continentale**

B. Enoncé

1. Objectifs de l'exercice :

A la fin de cet exercice l'apprenant sera capable de :

- Décrire les différents types de pêche
- Citer et décrire les engins et méthodes de pêche
- Connaître les différents produits de pêche

2. Durée : < 60 Minutes

3. Organisation / méthodes : proposer un mode constitution des équipes

Plannification individuelle de l'apprenant

4. Matériel nécessaire

Le matériel suivant est nécessaire pour la réalisation de cet exercice :

- Un ordinateur ou un smartphone
- Connexion internet

5. Consignes : questions auxquelles il faut répondre (checklist)

Suivez les consignes ci-après :

- Suivre attentivement des documentaires en ligne
- Observer les engins et méthodes de pêche
- Noter les différents produits de pêche

6. Mode de restitution

Questions éventuelles à poser à l'enseignant

7. Rôle de l'enseignant

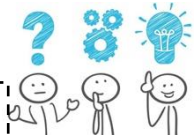
Durant cet exercice le formateur devra :

-
- Donner les consignes
- Répondre aux questions des apprenants

Support imagé sur les bonnes pratiques



Qu'avez-vous appris durant la séquence, “do” et “don’t”



A large rectangular area defined by a dashed black border, intended for students to write their answers to the question above.

Questions et suggestions de l'apprenant