

Etude de l'élevage et écologie alimentaire de deux espèces des poissons (*Tilapia Niloticus* et *Clarias Gariepinus*) dans le bassin du lac Kivu (Cas de Kalengera)

[Study of the breeding and feeding ecology of two fish species (*Tilapia Niloticus* and *Clarias Gariepinus*) in the Lake Kivu basin (Case of Kalengera)]

Zagabe Mulumeoderhwa Olivier, Nicole Cubaka, Nzigire Buhendwa Rosine, and Kizungu Mulangane Emmanuel

Centre de Recherche Agro-Alimentaire Lubumbashi (CRAA), Extension de Lwiro, RD Congo

Copyright © 2023 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: Our overall objective was to know the ecological and food relations between *Tilapia niloticus* and *Clarias gariepinus* in Lake Kivu, precisely in the Kalengera site. The statistical method helped us to compile tables of data from our surveys in our field of study; the analytical method allowed us to analyze all the data and to interpret them, the techniques of the interview by the questionnaire and the documentation allowed us to collect the data of this study, the tools used are the questionnaire, the notepad, pencil and pen. The random sample was determined by Lynch's formula, which for us was more scientific in nature. 25 questionnaires were administered to fishermen and other individuals working in the Kalengera site and 25 others to provincial inspection agents of Agriculture, Fisheries and Livestock with a size of 152 surveyed. The feeding of *Tilapia niloticus* and *Clarias gariepinus* must be done taking into account the species but also the stages, among others the fry between them, the juveniles between them and the marsh fish each other according to size, weight and feeding rate to avoid prey and predators in natural selection and protected species umbrellas by several methods in their ecology by the The method of occurrence, number, volume and weight allowed us to study the food ecology of fish (*Tilapia niloticus* and *Clarias gariepinus*) which allows to know the number of fish in which each type of food appears to be expressed as a percentage of the total number of fish examined with the total number of individuals of each type of food given as dominant or recessive and to express the volume or weight of each type of food in each stomach with the beneficial percentage of its contents because 99% of *Tilapia niloticus* species reproduce in pelagic zones by storing their nests in benthic bottom rocks and only 1% can do so at littoral level with the risk of predators while 100% of *Clarias gariepinus* species bottom their nests. nesting in spawning grounds precisely in coastal macrophytes.

KEYWORDS: Food, ecology, nesting, spawning grounds, pelagic areas.

RESUME: Notre objectif global était de connaître les relations écologiques et alimentaires entre *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus* au Lac Kivu, précisément dans le site de Kalengera. La méthode statistique nous a aidée à constituer des tableaux des données issues de notre enquêtes sur notre terrain d'étude ; la méthode analytique nous a permis d'analyser toute les données et de les interpréter, les techniques de l'interview par le questionnaire et la documentation nous ont permis de récolter les données de cet étude, les outils utilisés sont le questionnaire, le bloc note, le crayon et le stylo. L'échantillon aléatoire était déterminé par la formule de Lynch revêtant pour nous le caractère plus scientifique 25 questionnaires étaient administrés aux pêcheurs et autres individus œuvrant dans le site de Kalengera et 25 autres pour les agents de l'inspection provinciale de l'Agriculture, Pêche et Élevage avec une taille de 152 enquêtés. L'alimentation des *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus* doit se faire en tenant comptes des espèces mais aussi des stades entre autres les alevins entre eux, les juvéniles entre eux et les poissons marchands entre eux selon la taille, le poids et le taux d'alimentations pour éviter les proies et les prédateurs dans la sélection naturelle et protégées les espèces parapluies par plusieurs méthodes dans leur écologie par la La méthode d'occurrence, nombre, volume et poids nous a permis d'étudier l'écologie alimentaire des poissons (*Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus*) qui permet de connaître le nombre de poissons dans lequel chaque type de nourriture apparaît exprimer comme un pourcentage du nombre total des poissons examinés avec le nombre total des individus de chaque type de nourriture donné comme dominant ou récessif et exprimer le volume ou poids de chaque type de nourriture dans chaque estomac avec le pourcentage bénéfique de son contenu car 99% des espèces de *Tilapia niloticus* se reproduisent dans les zones pélagiques en entreposant leurs nids dans les rochers du fond benthiques et seulement 1% peuvent le faire au niveau

littoral avec les risques des prédateurs tandis que 100 % d'espèces de Clarias gariepinus fond leurs nidifications dans les zones des frayères précisément dans les macrophytes du littoral.

MOTS-CLEFS: Alimentation, écologie, nidification, zones des frayères, zones pélagique.

1 INTRODUCTION GENERALE

1.1 CONTEXTE D'ETUDE

Dans l'ancien temps, nos aïeux/ancêtres vivaient toujours de la chasse, caillette, la pêche, ... ceux-ci étaient encore abondants dans le monde. Actuellement, le gibier est devenu plus en plus rare alors que la population accroit du jour les jours. C'est pourquoi le terme poisson ou pisciforme évoque une forme profilée régie par les lois de l'hydrodynamique, la forme d'un poisson à progression rapide dans l'eau est caractérisée par la forme en fuseau et la présence des nageoires paires (pectorales en arrière de la tête) et pelviennes ou ventrales en avant de la papille anale et des nageoires impaires contenues dans le plan de symétrie de l'animal (dorsale et anale) qui jouent le rôle moteur dans la nage (**Kizungu Emmanuel 2013**).

Le tilapia a depuis longtemps mauvaise réputation. Dans une publication partagée plus de 71 000 fois sur Facebook, on affirme que ce poisson serait nourri « d'excréments de Chinois et de Cambodgiens » à un point tel que la population locale n'en consommerait pas elle-même. Or, le tilapia sur nos tablettes est tout à fait propre à la consommation. Vérifications. Il n'y a aucune indication que les tilapias soient nourris avec des excréments humains en Chine, qui génère 60 % de la production mondiale, ou ailleurs en Asie. Il arrive cependant que d'autres types de contaminants s'y retrouvent. La confusion à la base de cette rumeur vient sans doute du fait que du fumier de bétail et de volaille soit parfois utilisé comme engrais pour les algues dont se nourrissent les poissons d'élevage. Un rapport de 2008 du département américain de l'Agriculture indique toutefois que cette pratique ne se limite pas à l'élevage du tilapia. Toujours selon ce rapport, il peut arriver dans des régions rurales de Chine, où le système d'égouts est inadéquat, que des matières fécales humaines ou animales se retrouvent dans l'eau et contaminent les bassins d'aquaculture. Il est cependant faux d'affirmer que les poissons sont délibérément nourris avec des excréments humains (**www.radio-canada.ca**).

Régime alimentaire et besoins nutritionnels de C. gariepinus En milieu naturel, Clarias gariepinus est omnivore. Il consomme des insectes, des crabes, du plancton, des poissons, des cadavres, des plantes et des fruits (**Fermon, 2011**). C'est donc une espèce euryphage (**Bruton, 1979**) et opportuniste (**Clay, 1979**). Le régime alimentaire variant en fonction de la taille : les juvéniles se nourrissent dans l'ordre de préférence décroissant, d'insectes et de crustacés, de mollusques, de détritus et de plancton ; les adultes et les sub-adultes, principalement de poissons (**Bruton, 1979 ; Van Weerd, 1995**).

Le tilapia, *Oreochromis niloticus*, représente l'espèce majeure de la pisciculture africaine et, bien au-delà, du monde tropical. Sa reproduction aisée en captivité, sa rusticité et sa plasticité en élevage ainsi que sa capacité à consommer toutes sortes d'aliments en font une espèce d'élevage idéale, notamment pour les pays en développement. Ces différentes caractéristiques lui ont valu le surnom de « poulet aquatique ». Un des poissons d'eau douce les plus prometteurs en pisciculture d'eau douce est un poisson africain, le tilapia. Sous ce nom générique se cachent en réalité plusieurs espèces, dont la plus appréciée est le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*), appelé parfois improprement « carpe ». On pense d'ailleurs que l'élevage du tilapia date de 4 000 ans, en Égypte, où un système d'aquaculture rudimentaire existait déjà, (**Lévêque et al.**).

Le poisson-chat, de son nom scientifique, Clarias Gariepinus est fort apprécié en Afrique. Il possède des valeurs nutritives très intéressantes et rentre dans la composition de nombreux plats. Il se cuisine de différentes façons. Sa demande ne cesse de croître. Si le Nigeria reste le plus gros producteur, on rencontre ce poisson dans de nombreux pays africains. Cette espèce d'eau douce à tendance carnivore exige un régime alimentaire à teneur élevée en protéines. Il se reproduit très facilement en élevage et possède une croissance importante. Le clarias est doté d'un système de respiration aérienne qui lui permet de survivre dans des eaux très pauvres en oxygène. Il résiste bien aux manipulations. La production et la vente de clarias constituent une source de revenu sûre et régulière. Celle-ci intéresse de nombreux agriculteurs en activité principale ou partielle et notamment de nombreux jeunes. Ceux-ci peuvent démarrer cette activité sans trop d'investissement (**Emmanuel Pruvost, Technique animale 2018**).

En R.D.C, des infrastructures aquacoles sont présentes dans toutes les provinces du pays sous forme de centres d'alevinage principaux (C.A.P) et de centres d'alevinage secondaire (C.A.S). Par contre les ressources humaines et matérielles font énormément défaut, très peu de cadres formés en aquaculture étant disponibles.

Au cours de ces dernières années, la production nationale a varié entre 2000 et 3000 tonnes par an, pour une valeur totale de 5 à 7, 5 millions de dollars des États-Unis, (**https://www.fao.org/fishery/fr/countrysector/cd/fr**).

Il y a beaucoup de choses dont le *Tilapia nilotica* peut se nourrir. Ci-dessous vous trouverez la liste de ce qu'il aime manger. Choisissez ce que vous pouvez trouver. Il n'est pas dit que vous devez leur donner tout ce qui se trouve sur cette liste, mais il est toujours mieux de varier les aliments. Un régime alimentaire varié donne au poisson tous les éléments nutritifs nécessaires. Tant mieux si vous pouvez vous même planter près de vos étangs, par exemple, des papayers, des patates douces, ou bien encore avoir vos champs situés près de vos étangs. Comme ça vous aurez des feuilles de manioc en permanence pour vos poissons. Les aliments de *Tilapia nilotica* sont : les termites, le son du riz, les tourteaux de coton, les feuilles de manioc, les feuilles de papayers, les feuilles de patates douces, les feuilles de taro, les feuilles d'ignames, les avocats, les restes de brassage de la bière, la farine de maïs, millet et manioc, ... (**Peace Corps, Comment élever le *Tilapia nilotica*, 1985, p63**). Le poisson-chat d'eau douce (*Clarias gariepinus*) est omnivore, il mange toutes les petites proies qu'il peut trouver au fond : larves, crustacés, mollusques, frai et alevins de poissons (**www.vallee-dordogne.com**).

Le Sud-Kivu est fortement influencé par les chaînes d'approvisionnement et les sources de connaissances de l'Afrique de l'Est, l'importation d'intrants et des poissons d'élevage d'Afrique de l'Est et d'Asie. Cela contribue à une production efficace et à un accès au marché pour les consommateurs (**http://bit.ly.aquaculture**).

L'analyse des contenus stomacaux de *Clarias gariepinus* échantillonnés montre que cette espèce est un omnivore à tendances carnivores. Cet éclectisme alimentaire indique que *Clarias gariepinus* ne constitue pas un danger pour les peuplements piscicoles du lac Kivu. Cette prédation serait une réaction au développement d'une population qui tend à dépasser la charge biotique maximale (**googleweblight.com**).

Les tilapias du Nil, du Mozambique et bleus sont les espèces les plus utilisées en aquaculture. Ayant un petit estomac, ils sont nourris en petite quantité jusqu'à quatre fois par jour, notamment de sous-produits agricoles (tourteaux de plantes oléagineuses, de coton, de maïs), d'engrais organiques (lisier) ou de granulés. Les alevins nécessitent plus de protéines que les adultes et reçoivent en complément des sous-produits d'origine animale (farine de viande, de sang, farine de poisson, huile de poisson) et des vitamines (**www.alimentarium.org**).

1.2 PROBLEMATIQUE

Très peu d'informations sont connues sur les relations intra et interspécifiques entre le *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus* entre-eux à Kalengera mais aussi avec d'autres espèces comme les crabes, les crevettes, *Limnothrissa miodon*, *Stholothrissa tanganicanus*, au niveau littoral, dans les zones de frayères, au niveau pélagique, à l'épilémnion, hypolémnion et métalemnion. À cet effet, notre curiosité s'est clouée sur la détermination des relations écologiques, réciproques des *Tilapias niloticus* et d'autres espèces des *Tilapias* dans le biotope du lac Kivu précisément à Kalengera, définir les relations réciproques des *Clarias gariepinus* et d'autres espèces de *Clarias*, tout en précisant également les relations réciproques entre le *Tilapia niloticus* et le *Clarias gariepinus* car l'une est prédatrice et l'autre est une proie. Cependant, il a été signalé un problème alimentaire de ces deux espèces au niveau de la zone des frayères et la zone benthique qui est dû par le manque des suppléments d'aliments et permet quelques conséquences au niveau de la chaîne alimentaire où les poissons marchands mangent les alevins et diminuent la croissance et le rendement économique ainsi que scientifique sur le plan local, international et phylogénétique. Et tout ceci suscite aux individus de l'espèce *Clarias gariepinus* d'être prédateurs des alevins de *Tilapia niloticus* surtout au niveau de la zone littorale du lac Kivu à Kalengera qui limitent la croissance des *Tilapias* et constituent un impact négatif sur la rentabilité et la consommation par la population riveraine. Un autre aspect montre que, en cas de la pollution des zones littorales à Kalengera, l'appareil digestif qui comporte un tube reliant la bouche à l'anus et un certain nombre des glandes digestives qui y déversent des produits de leurs activités ; lors de l'écologie alimentaire présentent des maladies qui amènent la mort de certains individus. Mais également, lorsqu'on fait la dissection des poissons, les déchets toxiques jetés au littoral déséquilibrent l'écologie des poissons au niveau des branchies, car c'est à travers les parois très minces des lamelles branchiales que le sang laisse diffuser dans l'eau le gaz carbonique dont il s'est chargé dans les tissus et fixe l'oxygène nécessaire.

Partant de cette constatation, nous nous sommes posé quelques questions qui ont attiré notre curiosité comme suit :

- Quelle est l'alimentation appropriée dans l'élevage des poissons (*Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus*) au niveau du bassin de lac Kivu, site de Kalengera ?
- Quelle est la motivation de pisciculteurs du bassin de lac Kivu, cas de Kalengera dans l'élevage de ces deux espèces (*Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus*) au détriment des autres espèces aquatiques ?
- Comment se fait l'élevage de ces deux espèces (*Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus*) dans le bassin du lac Kivu, site de Kalengera ?
- Pourquoi doit-on administrer une alimentation accrue dans l'élevage des poissons ?
- Quelles sont les relations écologiques entre les deux espèces au lac Kivu ?

Ces préoccupations posées ci-haut feront la constitution de la thématique de notre œuvre et nous aideront à éclaircir au fil des pages.

1.3 HYPOTHESES

Pour notre travail, les hypothèses sont résumées de la manière suivante :

- Les fientes des poules, farines des riz, Farine des tourteaux et fumiers des porcs seraient l'alimentation de meilleure qualité pour le Tilapia niloticus et le Clarias gariepinus à Kalengera.
- La production accrue et les activités commerciales seraient à la base de l'option/choix fait par les pisciculteurs de Kalengera pratiquant l'élevage de ces deux espèces.
- La prédation et la proie seraient les principales relations écologiques de ces deux espèces à Kalengera.

1.4 OBJECTIFS DU TRAVAIL

1.4.1 OBJECTIF GLOBAL

Notre objectif global est de connaître les relations entre Tilapia niloticus et Clarias gariepinus au lac Kivu, précisément à Kalengera sur le plan de l'alimentation et leur écologie dans les écosystèmes aquatiques pour les aires protégées.

1.4.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- Comprendre les relations intra et interspécifiques des Tilapia niloticus et Clarias gariepinus au lac Kivu dans le site de Kalengera.
- Déterminer les types d'aliments que consomment les deux espèces au lac Kivu et spécialement à Kalengera.
- Connaître comment et quand on donne la nourriture aux poissons dans le site de Kalengera.
- Démontrer les proies et les prédateurs qui interviennent dans l'alimentation de ces deux (T. niloticus et C. gariepinus) à Kalengera au lac Kivu.
- Montrer l'importance et l'impact du maintien stable de l'écologie alimentaire de ces deux espèces au lac Kivu précisément à Kalengera sur le plan de la rentabilité.

2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

2.1 MORPHOLOGIE EXTERNE DES POISSONS

2.1.1 FORME GÉNÉRALE DU CORPS

Les Poissons forment un groupe hétérogène de vertébrés anallantoïdiens, généralement ovipares, respirant toujours par des branchies; seuls les Dipneustes possèdent également des poumons. Ce sont des animaux à cœur simple placé sur le trajet du sang veineux, à circulation simple, à température variable, à tégument couvert d'écailles ou de pièces osseuses, à nageoires paires (0 ou 2 ou 4) et à nageoires impaires; pas de vessie urinaire antérieure.

« La classe des Batraciens, par les plus dégradés d'entre ces animaux, est si intimement unie à celle des Poissons que, si l'ensemble des caractères à l'aide desquels on définit les Poissons est vrai dans sa généralité, il n'est pas un de ces caractères qui ne puisse ou faire défaut, ou être appliqué à des êtres placés sur les confins qui limitent les deux classes » (Sauvage). D'autre part, l'Amphioxus (Céphalocordés) établit nettement la transition entre les Poissons, qui sont les plus inférieurs des Vertébrés, et les Invertébrés.

Essentiellement aquatiques, les Poissons possèdent une conformation extérieure bien adaptée à leur rapide progression dans les milieux liquides : la tête se continue sans ligne de démarcation avec le tronc, le corps est en général comprimé latéralement, il y a des nageoires paires et impaires, les écailles sont imbriquées d'avant en arrière. La bouche est en général placée à la partie antérieure de la tête, parfois à la face ventrale (Raie, Requin, etc.). L'anus est placé en avant de la nageoire anale et de l'orifice des organes génito-urinaires. Cette forme fondamentale présente des exceptions, chez les Raies, les Torpilles, etc., dont le corps est comprimé et étalé en disque, chez les Poissons plats dont le dos est bombé par suite d'une compression latérale, chez les Taonioïdes qui ont le corps rubané, chez les Orbes épineux dont le corps se gonfle comme un ballon et est disposé pour flotter. La bouche est munie de mâchoires, et disposée pour la mastication, sauf chez un petit nombre d'espèces, où elle est disposée pour la succion. Le cœur est composé seulement d'une oreillette et d'un ventricule, et il est placé sur le trajet du sang veineux.

La respiration branchiale se fait pour les uns dans l'eau douce, pour les autres dans l'eau salée, quelques espèces pouvant alternativement vivre dans l'eau douce ou l'eau salée. Beaucoup de Poissons, auxquels la respiration aquatique ne fournit pas assez d'oxygène, viennent souvent à la surface de l'eau respirer l'air en nature. Un grand nombre de Poissons ont une vessie

aérienne ou vessie natatoire ; on appelle ainsi une poche remplie de gaz, de forme variable, située au-dessous de la colonne vertébrale ; c'est un organe accessoire de respiration. Les gaz de la vessie natatoire ne proviennent pas du dehors ; ils se dégagent du sang. Le Poisson n'a aucune action sur sa vessie ; celle-ci augmente ou diminue de volume suivant la pression ; quand le poisson monte, il est soumis à une pression moindre, et sa vessie se gonfle ; le contraire se produit quand le poisson descend. La vessie natatoire manque chez un grand nombre de Poissons, qui alors sont toujours plus lourds que l'eau et ne peuvent rester immobiles sans descendre ; la plupart de ces poissons reposent sur le fond de la mer (raies, soles), ou sont des poissons de rapine (requins) effectuant des mouvements brusques de montée ou de descente (<http://aquafish.free.fr/morphologie/morphologie.htm>) .

2.1.2 LES NAGEOIRES

Une nageoire est un membre en général large et plat permettant le mouvement et le soutien dans le milieu aquatique. Différents animaux ont développé des nageoires, notamment la plupart des poissons, ainsi que certains mammifères marins (cétacés, pinnipèdes), les reptiles (les tortues de mer, les plésiosaures aujourd'hui disparus, les mosasaures, les ichthyosaures et metriorhynchidés), les calmars et certains oiseaux (les manchots). Les nageoires des poissons sont des appendices composées d'épines osseuses saillant du corps couvertes et reliées ensemble par une fine peau chez la plupart des poissons osseux, et plus semblable à des palmes chez les poissons cartilagineux. Elles permettent au poisson de nager, mais elles peuvent également être utilisées pour le vol ou la marche, comme chez les poissons volants et les antennaires. Les nageoires sont situées à différents endroits sur le poisson et ont chacune une forme appropriée à leur utilité, comme avancer, tourner, ou garder une position verticale.

2.1.3 TYPES DE NAGEOIRES

- a. **Les nageoires dorsales** : sont situées à l'arrière. Un poisson peut en avoir jusqu'à trois. Les nageoires dorsales servent à protéger les poissons contre le roulement, et les aide à se tourner et à s'arrêter brusquement. Chez les Lophiiformes, la partie antérieure de la nageoire dorsale est modifiée en un Illicium, équivalente à une canne à pêche et un leurre. Les os qui soutiennent la nageoire dorsale sont appelés « pterygiophore ». Il y a deux à trois d'entre eux: «proximal», «moyen» et «distal». Chez les nageoires apophysées épineuses, le distal est souvent fusionné au moyen, ou pas du tout.
- b. **La nageoire caudale** : est la queue du poisson, située au bout du pédoncule caudal. Les types de nageoire caudale: **(A)** - hétérocerque, **(B)** - protocerque, **(C)** - homocerque, **(D)** - diphycerque. La queue peut être **hétérocerque**, ce qui signifie que les vertèbres s'étendent dans un lobe de la queue ou que la queue est asymétrique.

Epicerque signifie que le lobe supérieur est plus long (comme chez les requins).

Hypocerque signifie que le lobe inférieur est plus long (comme chez les poissons volants).

Protocerque signifie que la nageoire caudale s'étend autour de la colonne vertébrale, présents chez l'embryon des poissons et les myxines. Il ne doit pas être confondu avec une nageoire caudale qui a fusionné avec la dorsale et anale pour former une nageoire contiguë.

Diphycerque signifie que la nageoire caudale possède trois lobes, comme chez le coelacanth et les protoptères où les vertèbres s'étendent tout jusqu'à l'extrémité de la queue. La plupart des poissons ont une queue homocerque, les vertèbres ne s'étendent pas dans un lobe et l'aileron est plus ou moins symétrique. Il existe une grande variété de formes :

- La nageoire caudale peut être arrondie au bout.
- La nageoire caudale peut être tronquée ou débouche sur un plus ou moins à la verticale de bord (comme chez le saumon).
- La nageoire caudale peut être fourchue, ou en deux branches.
- La nageoire caudale peut être échancrée, ou avec une légère courbe vers l'intérieur.
- La nageoire caudale peut être semi-lunaire, ou en forme de croissant de lune.

- c. **La nageoire anale** : est située sur la face ventrale devant l'anus. Cette nageoire permet de stabiliser le poisson lorsqu'il nage.
- d. **La paire de nageoires pectorales** : elles sont situées de chaque côté, en général juste derrière l'opercule, elles sont homologues aux membres antérieurs des tétrapodes. Une fonction particulière des nageoires pectorales, très développé chez certains poissons, est la création de la force de levage dynamique qui aide certains poissons, comme les requins, dans le maintien en profondeur et permet également la «fuite» des poissons volants. Les poissons volants ne battent pas des ailes, mais planent. Chez de nombreux poissons, les nageoires pectorales permettent de marcher, particulièrement chez certaines baudroies et chez les Périophthalmes.

Certains rayons des nageoires pectorales peuvent être en forme de doigts, comme les Triglidés et Dactylopteridés. Les «cornes» des raies manta et leurs proches, sont appelées nageoires céphaliques, ce qui est en fait une modification de la partie antérieure de la nageoire pectorale.

e. La paire de nageoires pelviennes ou nageoires ventrales : est située sous les nageoires pectorales, sur le ventre. Ils sont homologues aux membres postérieurs des tétrapodes. Les nageoires pelviennes assistent le poisson lorsqu'il va vers le haut ou vers le bas en pleine eau, se tourner brusquement, et s'arrêter rapidement.

Chez les gobies, les nageoires pelviennes sont souvent fondus en un disque servant de ventouse. Il peut être utilisé pour s'attacher aux objets.

f. La nageoire adipeuse ou nageoire molle : elle est en rayons mous, cette nageoire charnue se situe sur le dos, derrière la nageoire dorsale et juste avant la nageoire caudale. Elle est absente dans de nombreuses familles de poissons, mais se retrouve chez les Salmonidés, les characins et les poissons-chats.

Certains types de poisson rapide ont une quille caudale horizontale juste avant la nageoire caudale. Il s'agit d'une arête latérale sur le pédoncule caudal, généralement composée d'écailles, qui offre une stabilité et un soutien à la nageoire caudale. Il peut y avoir une quille unique jumelée, une de chaque côté, ou deux paires au-dessus et au-dessous.

g. Les pinnules : sont de petites nageoires, en général derrière les nageoires dorsale et anale (chez les Polypteridés, il ya des pinnules seulement sur la surface dorsale et pas de nageoire dorsale). Chez certains poissons comme le thon ou le balaous, n'ont pas de rayons, non rétractable et trouvés entre la dernière dorsale et/ou de la nageoire anale et la nageoire caudale.

Il y a un certain nombre d'espèces de poissons chez lesquels cette nageoire particulière a été perdu durant l'évolution (www.techno-science.net).

2.1.4 LES TÉGUMENTS

La peau des Poissons présente un épiderme sans couche cornée et un derme conjonctif avec des vaisseaux et des nerfs, sans muscles ni glandes, et entre les deux les formations de l'exosquelette. Les cellules de l'épiderme offrent de nombreuses assises ; elles sont vivantes et nucléées et entremêlées de cellules mucipares caliciformes qui sécrètent une matière huileuse protectrice (Téléostéens, etc.). L'exosquelette est constitué par des écailles qui couvrent le corps, par des os de recouvrement qui garnissent le crâne et parfois le corps tout entier, et par la ceinture scapulaire. Phylogéniquement il est plus ancien que le squelette interne, car les Poissons du Silurien et du Dévonien étaient tous cuirassés.

Quelques Poissons actuels, les Syngnathiformes (Hippocampes, etc.) et les Ostracion (= Poisson-coffre), Diodon (Poisson porc-épic), Trétraodon (Poisson-globe) et autres Plectognathes (Balistes, Poissons-lune) ont encore tout le corps couvert de plaques osseuses.

Les écailles existent chez tous les Poissons, à l'exception de certaines Anguilles et de quelques Poissons électriques. Elles sont implantées dans des cavités formées par le tissu conjonctif du derme et recouvertes par l'épiderme soit pendant toute la vie (Téléostéens, Dipneustes), soit pendant la vie embryonnaire seulement (Holostéens, Sélaciens). Leur développement est analogue à celui des dents : une papille dermique pénètre comme une cheville dans l'épiderme et se coiffe d'un capuchon épidermique; puis elle se sclérifie et se transforme en os ou en ivoire, pendant que la coiffe épidermique fournit l'émail. Les écailles ont fourni des caractères importants au point de vue de la classification des Poissons :

1° Les écailles placoïdes, spéciales aux Sélaciens, analogues aux dents par leur structure, offrant en leur milieu un tubercule saillant ou une épine; la substance fondamentale est l'ivoire; il y a une pulpe abondante, très vasculaire et riche en nerfs;

2° Les écailles ganoïdes, ce sont des plaques losangiques, sans cavité bulbaire, formées de tissu osseux recouvert d'une épaisse couche d'émail qui lui donne un aspect brillant. On les retrouve dans deux groupes : les Holostéens et les Chondrostéens.

3° Les écailles cténoïdes et 4° écailles cycloïdes, caractéristiques des Téléostéens et des Dipneustes; elles sont minces, et l'émail qui les recouvre, cessant de s'accroître, se dissocie en lames concentriques à leur surface.

Le derme, et pour certains ailleurs également l'épiderme, renferment des cellules pigmentaires étoilées ou chromatophores en rapport avec des filets nerveux, et susceptibles de modifier la coloration de la peau selon la couleur du fond de l'eau (Epinoches, Soles, Limandes, etc.). Le dépôt de pigment augmente au moment de la reproduction, du moins chez les mâles (robe de noce). Ajoutons que chez beaucoup de Poissons l'éclat nacré du tégument est dû à de nombreux cristaux de guanine juxtaposés et donnant lieu à un jeu de lumière analogue à celui produit par les réseaux; chez les Ablettes cet enduit est si abondant qu'on s'en sert pour la fabrication des perles artificielles (www.cosmovisions.com).

2.1.5 LA PIGMENTATION

Les pigments possèdent de très nombreuses fonctions. Nous ne les envisagerons pas toutes ici, renvoyant le lecteur à d'autres articles pour le cas des pigments respiratoires et visuels, qui peuvent participer à la pigmentation du corps, mais dont la fonction principale est tout autre.

Il est possible de distinguer deux niveaux parmi les rôles de la pigmentation, un premier niveau qui concerne les animaux eux-mêmes, un second niveau qui concerne leurs relations avec les autres animaux (appartenant à la même espèce ou à des espèces différentes).

Les pigments d'un animal jouent certainement un rôle photoprotecteur. En absorbant les rayons ionisants, en particulier les rayons ultraviolets, ils évitent que ceux-ci provoquent des dommages dans les cellules sous-jacentes. Il est significatif à cet égard que l'exposition au soleil stimule la production de mélanine dans la peau humaine, et que de nombreux animaux (poissons, reptiles) présentent une pigmentation noire de la membrane périspéciale ou de membranes entourant les nerfs, structures particulièrement sensibles. On peut également penser que la pigmentation des œufs de nombreux animaux marins joue également ce rôle photoprotecteur. À côté de cette fonction, les pigments tégumentaires peuvent posséder une fonction thermorégulatrice, tout particulièrement chez les espèces qui présentent des changements de couleur physiologiques. En effet, une pigmentation sombre permet une absorption efficace des rayons solaires, alors qu'une pigmentation claire les réfléchit. On conçoit dès lors que les changements de couleur permettent de contrôler l'absorption de l'énergie lumineuse, et participent à la régulation thermique chez les poïkilothermes. La présence de pigments (mélanines) peut également dans certains cas assurer une protection mécanique : ainsi, on a pu montrer que, chez les oiseaux, les plumes noires sont plus résistantes à l'abrasion que les plumes blanches, et il semble que cela soit lié à la présence des pigments qui renforcent la structure de la plume.

Outre ces fonctions physiologiques, la pigmentation joue un rôle fondamental dans les relations de l'animal avec les autres animaux (fonction écologique). La pigmentation peut servir à rendre l'animal moins visible dans le milieu environnant. On parle alors de coloration cryptique, ou de camouflage, ce qui correspond soit à une coloration homogène, par exemple une couleur verte pour des animaux posés sur des feuilles (homochromie), soit à une livrée bigarrée, qui masque la forme de l'animal. La similitude entre l'aspect de l'animal et le milieu peut être très poussée, comme chez les poissons plats posés sur un fond sableux, et renforcée par la forme particulière de l'animal (homotypie des phasmes, papillons-feuilles...). La coloration/pigmentation peut au contraire être très voyante ; l'animal paré de couleurs vives attire alors l'attention. On parle dans ce cas de coloration sématique. On la rencontre par exemple chez des animaux non comestibles pour d'éventuels prédateurs, elle sert alors de signal avertisseur, facilement reconnaissable, à rôle répulsif (coloration aposématique). Il arrive qu'un animal comestible présente la même pigmentation qu'une espèce non comestible. Ce phénomène de mimétisme protège l'animal comestible, pour lequel on parle de coloration pseudosématique (plus précisément pseudoaposématique). Cette coloration voyante peut au contraire avoir un rôle attractif (coloration épisématique), dans deux cas bien distincts, soit pour favoriser le rapprochement des sexes par exemple chez les oiseaux et les poissons, dont les mâles ont des livrées aux couleurs vives en période de reproduction (coloration épigamique), soit chez des prédateurs ou des parasites, qui simulent ainsi un partenaire sexuel ou une proie (coloration épisomatique), (**Alain BOUTHER, René LAFONT, « PIGMENTATION ANIMALE », Encyclopædia Universalis ou <https://www.universalis.fr/encyclopedie/pigmentation-animale/Encyclopædia Universalis - Contact - Mentions légales - Consentement RGPD>**).

La peau est constituée de denticules (ou écailles placoïdes) dont la dureté a été utilisée déjà par les anciens pour polir toute sorte de matériaux. Ces écailles sont fermement implantées jusqu'au derme, se sont de véritables dents épidermiques avec une surface d'émail recouvrant une pulpe de dentine. Elles peuvent revêtir les formes les plus diverses, y compris chez une même espèce, selon la partie du corps qu'elles protègent. À ce côté du rôle de défense, la peau hérissée de milliers de denticules favorise l'écoulement de l'eau. Cet aspect de la mécanique des fluides a été par l'homme pour réduire la traînée sur les avions, bateaux et sous-marins, (**www.spa-rac.org**).

2.1.6 LA PEAU ET LES ÉCAILLES

La peau est une couche de tissus protecteurs (de tégument) contre les multiples influences du milieu extérieur. Chez nous, c'est aussi un organe excréteur de sueur. Les poissons ne transpirent pas, mais leur peau sécrète un abondant mucus, enduit visqueux, « glu », qui contribue à favoriser leur glissement dans l'eau et qui constitue un préservatif, en particulier contre les infections et les parasites.

Il suffit d'observer le développement de la « mousse », sur le corps des poissons affaiblis ou trop manipulés, pour s'en convaincre. On voit parfois des places attaquées par le champignon correspondre exactement à la marque des doigts qui ont saisi et serré l'animal. L'intégrité de cette enveloppe muqueuse est également essentielle à la régulation aqueuse du corps. On sait, par exemple, que l'anguille prise en eau douce supporte bien l'eau de mer, mais qu'essuyée pour enlever la couche de mucus, elle meurt rapidement par l'effet de la salure. La plupart des poissons sont couverts d'une carapace souple, formée de

plaques minces imbriquées comme les tuiles d'un toit. Le plus souvent ces écailles sont lisses, ce sont des écailles cycloïdes, parfois elles sont plus ou moins couvertes d'aspérités fines qui les rendent rugueuses, ce sont alors des écailles cténoïdes, celles des perches, par exemple. L'esturgeon porte des plaques spéciales couvertes d'émail, qui ont la consistance des dents, ce sont des écailles ganoïdes.

Le nombre et la disposition des écailles sont sensiblement constants dans une espèce donnée. Ces caractères sont souvent employés dans la détermination. On compte par exemple les écailles le long de la ligne médiane des flancs.

Comme ces écailles sont d'habitude perforées, formant ensemble la ligne latérale, elles sont faciles à reconnaître. Pour dénombrer les rangées au-dessus et au-dessous de cette ligne, il est préférable de compter en suivant une oblique.

Les écailles sont des formations de la peau l'épiderme les recouvre. Leur intégrité est importante pour la santé du poisson. Quand elles sont accidentellement arrachées, elles se reconstituent si le poisson guérit. Le nombre des écailles ne varie guère au cours de l'existence, elles s'accroissent au fur et à mesure que le poisson grandit, puisque l'écaillage garde son aspect. Cet accroissement est saisonnier et fort ralenti en hiver. On l'observe aisément à la loupe sous forme de stries concentriques, nettement plus serrées quand elles se forment pendant la mauvaise saison. Une écaille se présente ainsi comme la coupe d'un tronc avec des anneaux d'accroissement annuels, chaque anneau correspondant à une année. L'évaluation de l'âge d'un poisson par ce genre d'examen s'appelle **la scalimétrie**.

La technique exige une grande habitude, les causes d'erreurs étant multiples; c'est pourquoi on parle de la « lecture » des écailles. Par exemple, une maladie, une blessure assez grave, en diminuant la vitalité de l'individu, ont pu arrêter sa croissance normale et il peut en résulter un anneau de plus. Ou bien le boril des écailles actées entamer par les frottements (www.cosomovisions.com).

Les écailles jouent à la fois un rôle protecteur contre les agressions extérieures (physiques, infections, parasites) et un rôle de lubrifiant permettant d'améliorer la vitesse du poisson grâce au mucus sécrété par des glandes dont elles sont recouvertes. Elles sont imbriquées à la manière des tuiles d'un toit.

Le mucus, la substance gluante et collante qui recouvre les écailles du poisson, agit en tant que barrière contre les bactéries et les parasites, en les engluant littéralement afin de les empêcher de pénétrer sous la peau. Certaines matières dangereuses peuvent aussi partiellement être bloquées grâce au mucus : mais si le poisson est très irrité (parasite, pollution de l'eau), on voit alors se manifester une hypersécrétion de mucus, stratégie visant à le débarrasser de ces irritants en les rejetant en dehors du cuticule. Chez quelques espèces, les écailles sont très épaisses et forment des plaques osseuses alors que chez d'autres elles sont minuscules (anguilles) ou ont même disparu. Les écailles grandissent avec le poisson mais leur nombre n'augmente pas (www.aquariophilie-pratique-net).

2.1.7 LES DENTS

La denture occupe une place capitale dans l'alimentation de la majorité des espèces animales, car c'est cette dernière qui est chargée de couper et de triturer la nourriture qui sera ensuite digérée. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'il existe également des poissons avec des dents, mais, il est plus fréquent que les poissons avec des dents se nourrissent de viande ou de matière végétale car ils utilisent leur denture afin d'attraper leurs proies ou pour arracher certaines espèces de plantes. Même si la dentition est propre des poissons gnathostomes, ou poisson à mâchoire, il convient de souligner le fait que ce sont les poissons agnates, ou poissons sans mâchoires, comme la lamproie, qui ont été les premiers à développer des petites structures cornées qu'ils utilisaient pour attraper leurs proies et leur sucer le sang.

2.1.7.1 LES DIFFÉRENTS TYPES DE DENTS DES POISSONS

Selon la forme et la localisation des dents, celles-ci peuvent être classées en trois grands groupes :

- **Dents pharyngiennes** : elles se trouvent dans l'arc branchial du poisson et leur principal objectif est de protéger les branchies contre l'entrée de toute matière étrangère qui pourrait causer des dommages à l'animal.
- **Dents buccales** : elles sont localisées juste à l'intérieur de la cavité buccale. Selon l'espèce elles peuvent adopter différentes formes et certains poissons ont des dents de vomériens, qui sont situées sur le palais supérieur et qui permettent de triturer la nourriture.
- **Dents mandibulaires** : à la différence des précédentes, ces dents sont externes et on les retrouve sur le bord de la mâchoire des poissons. Selon les espèces de poissons, les dents mandibulaires peuvent présenter différentes formes. Ainsi, il est possible de distinguer **les dents viliformes**, qui sont caractérisées pour leur forme pointue et fine ; **les dents cardiformes**, similaires aux précédentes mais plus courtes ; **les dents canines**, de forme conique et pointue ; **les incisives, aplaties et biseautées** afin de pouvoir couper ; et **les dents molariformes**, plus plates, dont le but est de broyer et d'écraser les aliments.

2.1.7.2 EST-CE QU'IL EXISTE UN POISSON AVEC DES DENTS HUMAINES ?

Comme il existe de nombreux types de poissons dans les grandes mers et les océans, il est normal que vous vous demandiez s'il existe une espèce de poisson avec des dents humaines, et, de fait, sachez que OUI, il existe des poissons avec des dents humaines. Parmi ces nombreuses espèces il est possible de distinguer le Rondeau mouton (*Archosargus probatocephalus*), un poisson endémique du golfe du Mexique et de la côte occidentale de l'Atlantique. Ces animaux, appartenant à la famille Sparidae, mesurent environ 80 cm, ils peuvent peser jusqu'à 14 kg et ils ont un corps grisâtre et plat sur les côtés avec quelques bandes plus sombres. Néanmoins, ce qui attire l'attention chez le Rondeau mouton sont ses dents, car ces dernières sont grandes et plates et elles ressemblent à celles de l'être humain. Cette denture leur permet de se nourrir aussi bien de matière végétale (algues) que de petits animaux (mollusques et crustacés) car il s'agit de poissons omnivores. Il est inoffensif pour l'être humain et il est pêché dans certaines régions du globe afin d'être mangé. *Archosargus probatocephalus* n'est pas le seul poisson avec des dents humaines, car on sait qu'il existe d'autres poissons avec des dents aussi particulières. Parmi eux se trouve le célèbre poisson-baliste, qui vit dans de nombreuses mers et océans de la planète.

2.1.7.3 LISTE DE POISSON AVEC DES DENTS

Bien qu'il existe de nombreuses espèces de poissons filtreuses qui n'ont pas besoin d'une dentition pour se nourrir, il existe de nombreux spécimens de poissons avec des dents et avec différentes dentures. Voici une petite liste non exhaustive de poissons avec des dents :

- *Requin blanc (Carcharodon carcharias)*

Quand on pense à un poisson avec des dents, on pense directement aux requins blancs. Ce sont des gigantesques et incroyables poissons équipés de plusieurs rangées de dents surpuissantes. Les dents des requins blancs sont des canines, car elles sont coniques, pointues et capables de déchirer toutes leurs proies. Il convient de surligner le fait que la denture des requins a la capacité de se remplacer quand les dents sont usées ou quand elles tombent.

- *Potamotrygon brachyurus*

Ces rajiformes sont répartis, principalement, dans les rivières de l'Uruguay et du Paraguay. Ils ont une très petite bouche au niveau de leur ventre où se trouvent environ 25 rangées de petites dents. Ce sont des poissons benthiques et, grâce à leurs dents, ils peuvent capturer leurs proies.

- *Micropogonias furnieri*

Ce poisson d'eau salée à l'apparence commune se caractérise par une mâchoire forte et des molaires avec lesquelles il peut écraser les coquilles de ses principales proies, les mollusques benthiques. Il possède également de fortes dents pharyngées qui lui permettent d'écraser la nourriture et d'empêcher l'entrée de corps étrangers dans les branchies.

- *Le granulé (Pterodoras granulosus)*

Cette espèce de poisson avec des dents d'eau douce se caractérise par sa grande bouche dans laquelle se trouvent des petites dents buccales très fines et ordonnées en rangées qui leur permettent de se nourrir de nombreux crustacés, algues, mollusques, fruits, etc. Il a également une plaque au fond de la gorge constituée de dents pharyngiennes.

- *Carpe commune (Cyprinus carpio)*

Cette espèce d'eau douce originaire d'Asie est connue pour ses lèvres charnues avec deux barbillons de chaque côté. Elles possèdent des petites dents buccales et de remarquables dents pharyngées qui, comme la *Micropogonias furnieri*, leur permettent d'écraser la coquille de nombreux mollusques. La carpe commune est un poisson omnivore, puisqu'elle se nourrit à la fois de matières végétales et de nombreux petits invertébrés qui se trouvent dans les fonds.

- *Bagre blanc (Pimelodus albicans)*

Ce type de poisson avec des dents est caractérisé pour sa grande bouche où se trouvent des dents orales, des petites dents vomériennes qui forment deux plaques et des grandes maxillaires formant une seule rangée. Bien qu'il s'agisse d'un poisson omnivore, il a tendance à se nourrir d'autres poissons (ictiofagia).

- *Mandi (Pimelodus maculatus)*

Ce poisson est endémique des fleuves d'Amérique du Sud et il est caractérisé pour son corps aux couleurs jaunes. Il compte sur de nombreuses dents orales et mandibulaires, ces dernières étant viliformes et légèrement incurvées. Ces dents lui permettent seulement de capturer leur nourriture, car elles sont inutiles pour la broyer. Cependant, ces poissons ont aussi des dents pharyngiennes avec lesquelles ils aident à broyer les matières végétales et animales, car ce sont aussi des poissons omnivores.

- *Schizodon borellii*

Sa bouche est petite et elle présente juste 8 dents orales incapables de broyer leur nourriture. Dans la zone de l'arc branchial on retrouve également des dents pharyngées. Cette denture est adaptée à la consommation de matière végétale, car il s'agit d'un poisson herbivore qui consomme une grande quantité d'algues.

- *Tête-en-bas (Chilodus punctatus)*

Ce poisson avec des dents est endémique du fleuve Amazone, il est connu pour son corps aplati sur les côtés et pour ses tonalités grisâtres avec des petites taches noires sur toute la longueur de son corps. Le tête-en-bas a, principalement, des incisives qu'ils utilisent pour gratter les fonds marins afin de se nourrir.

- *Sparaillon (Diplodus annularis)*

C'est un poisson marin qui raffole des environnements rocheux à la dense végétation. Il présente un corps aplati et brillant avec une petite bouche où se trouvent des dents de type incisives et molaires. Grâce à ces dernières, le Sparaillon peut se nourrir de certains poissons, échinodermes, de vers, etc...

2.1.7.4 D'AUTRES POISSONS AVEC DES DENTS

La liste des poissons carnivores, herbivores ou omnivores est très longue, de sorte qu'il existe de nombreuses espèces de poissons avec des dents. Parmi elles on retrouve :

- Poisson-chat (*Acanthodoras spinosissimus*)
- Piranha (*Serrasalmus brandtii*)
- Poisson-perroquet bicolore (*Cetoscarus bicolor*)
- *Corydoras areio*
- Requin-taureau (*Carcharias taurus*)
- *Leporinus obtusidens (Leporinus obtusiden)*
- *Chauliodon*
- *Rhinodoras dorbignyi*
- Raie léopard (*Aetobatus narinari*)
- Requin-baleine (*Rhincodon typus*),...(www.planeteaniamal.com).

2.2 ANATOMIE INTERNE DES POISSONS

2.2.1 LE SQUELETTE

Le squelette interne reste cartilagineux chez les Poissons les plus archaïques, Sélaciens, Dipneustes, Chondrostéens; il est ossifié chez les Holostéens et surtout chez les Téléostéens.

2.2.1.1 COLONNE VERTÉBRALE

Chez les embryons de Poissons on observe une corde dorsale ou notocorde, entourée d'une gaine fibreuse ou couche squelettogène. La notocorde persiste toute la vie, mais la couche squelettogène ne se transforme que partiellement en cartilage et en tissu osseux. Chez les Chondrostéens et les Dipneustes, la gaine figure déjà le corps vertébral, toujours encore cartilagineux, de consistance fibrillaire; il existe ici un arc neural fermé de trois pièces dont la médiane est la neurépine, et un arc hiémal dont les pièces sont soudées dans la région caudale avec une hémépine sur la ligne médiane. Dans la région du tronc, les arcs inférieurs divergent et restent inclus dans la paroi dorsale de la cavité générale, tandis que dans la région caudale ils convergent, comme nous venons de le voir.

La réunion de ces arcades hémales forme un canal où passe l'aorte caudale. Chez quelques autres Chondrostéens et chez les Sélaciens, des pièces intercalaires réunissent les deux arcs neural et hémal, la notocorde se chondrifie et se divise en segments vertébraux; le corps vertébral est devenu alors biconcave et commence à se calcifier. Chez les Holostéens et les Téléostéens, la soudure est complète, tout est calcifié : les vertèbres sont toujours biconcaves ou amphicoeliques, la corde est étranglée à leur niveau, mais se dilate dans les espaces intervertébraux, et l'ensemble figure une sorte de chapelet. Il y a cependant un Holostéens, le Lépidostée, qui a les vertèbres opisthocoeliques, c.-à-d. concaves en arrière et convexes en avant. La cavité des corps vertébraux est remplie d'une substance demi-fluide, à grandes cellules, restes de la corde dorsale. A tous ces Poissons s'applique ce que nous avons dit plus haut au sujet de la distinction à faire entre la région du tronc et la région caudale, c.-à-d. sur la manière dont se comporte l'arc hémal dans ces deux régions. Ajoutons que la région caudale du rachis présente, des aspects divers. Chez les Dipneustes, la notocorde s'étend en droite ligne jusqu'à l'extrémité du corps et s'y trouve entourée symétriquement par la nageoire caudale, formant la queue homocercue.

Chez tous les autres Poissons, le rachis subit une inflexion du côté dorsal, la nageoire caudale n'étant plus symétrique, et la queue est dite hétérocercue, et l'hétérocercie est extérieure (Esturgeon) ou intérieure (Brochet, Saumon, etc.), masquée quelle est alors par une symétrie apparente de la nageoire caudale. Enfin, dans le tissu conjonctif des myocommes, on observe la production de formations squelettiques, appelées arêtes, qui sont les unes l'analogue des côtes, s'articulant avec les arcades hémales, les autres des pièces accessoires produites par l'ossification des expansions aponévrotiques intermusculaires. Le sternum manque toujours, et lorsque les côtes se réunissent sur la ligne médiane, c'est au moyen de pièces qui dépendent de l'exosquelette (ceinture scapulaire).

2.2.1.2 SQUELETTE DE LA TÊTE

Le squelette de la tête existe toujours chez les Poissons.

En somme, « chez tous les Poissons cartilagineux, le crâne est une boîte complète présentant un plancher et une voûte tout à fait continus et d'une seule coulée, sans aucune suture ni interruption. C'est à cet état qu'il se trouve chez les Cyclostomes [=Agnathes], chez les Sélaciens et même chez les Chondroganoïdes [=Chondrostéens]. Mais chez ces derniers apparaissent des formations nouvelles; ce sont des plaques osseuses, qui se développent dans le derme et forment un second plafond protecteur au-dessus du plafond cartilagineux. Ces os, à partir des Ganoïdes, vont se former partout. Il est clair que cette double protection est superflue, le plafond cartilagineux devient inutile, et, en effet, à partir des Poissons osseux, il ne se forme plus : quand, dans l'embryon des Téléostéens, le crâne, est encore à l'état cartilagineux, il se réduit à une cuvette, qui deviendra la base du crâne osseux; à cette période, le cerveau est uniquement protégé en dessus par une membrane qui fait corps avec le derme. Au moment de l'ossification, des centres d'ossification apparaissent en grand nombre, aussi bien dans la base cartilagineuse que dans la voûte membraneuse dermique et déterminent la formation d'un crâne osseux complet, mais il importe de bien mettre en relief la double origine des os du crâne, dont l'histoire des Poissons nous a révélé la raison d'être. Chez tous les Vertébrés, jusqu'aux Mammifères, la base du crâne est formée d'os de cartilage, la voûte d'os de membrane. Ce qui caractérise le crâne des Poissons osseux, c'est la multiplicité des os qui le forment; les îlots osseux provenant des divers centres d'ossification, au lieu de se sonder en larges pièces osseuses, comme chez les Vertébrés supérieurs, restent isolés, à l'état d'os séparés les uns des autres par des sutures. » (Rémy Perrier, Cours de zoologie).

Le squelette viscéral de la tête est formé par une série d'arcs destinés à soutenir les parois de la bouche et des fentes branchiales; au point de vue phylogénique, ce système est plus ancien que le crâne, puisqu'on le trouve déjà chez l'Amphioxus, qui est acranien.

Enfin, chez les Poissons supérieurs, on distingue sept arcs viscéraux: 1° l'arc mandibulaire; 2° l'arc hyoïdien; 3° les arcs branchiaux, au nombre de cinq (sauf chez deux Sélaciens, l'Hexanchus, qui en a six, et l'Heptanchus, qui en a sept).

2.2.1.3 SQUELETTE DES MEMBRES

Chez l'embryon on trouve un repli cutané ininterrompu qui entoure la queue et se termine derrière l'anus. Dans le cours du développement, ce repli s'atrophie et disparaît sur certains points, tandis que sur d'autres, il forme des nageoires séparées les unes des autres et soutenues par des rayons; ce sont la ou les dorsales, la caudale et l'anale, nageoires impaires. Les rayons peuvent manquer dans la dorsale postérieure (Saumons); et peuvent être des stylets osseux, durs, épineux (Acanthoptérygiens), ou être composés d'une série d'osselets ramifiés par dichotomie, mous, flexibles.

Chez les Baudroies, les rayons antérieurs sont insérés sur le crâne et se prolongent en filaments; chez les Rémoras ou Echenois, les rayons sont déjetés de chaque côté et forment un disque aplati, porté par la tête, et qui, grâce à ses lames mobiles, petit adhérer aux corps étrangers. Les nageoires impaires sont soutenues par une série de pièces osseuses (os interépineux). Les pectorales, membres pairs, sont soutenues par deux os qui sont les analogues de l'avant-bras et sont eux-mêmes supportés par une ceinture osseuse suspendue au crâne par la clavicule, la supraclavicule et la postclavicule, ce qui assure aux pectorales une certaine constance dans leur position. Il n'en est pas de même des nageoires abdominales ou ventrales, parce que la

ceinture abdominale n'a de connexion fixe avec aucune autre partie du squelette. Placées primitivement dans la partie postérieure du corps, elles peuvent se rapprocher plus ou moins des pectorales, et même se placer au-devant d'elles. Le bassin est généralement formé d'une pièce unique. Quant aux nageoires mêmes, elles comprennent une partie basilaire, cartilage ou os, formant le squelette du membre, et une partie terminale constituée par des filaments cornés, rayonnants, disposés en éventail comme dans les nageoires impaires. Chez les Téléostéens, l'ossification de ces rayons est plus ou moins complète.

2.2.2 SYSTÈME MUSCULAIRE

Il se compose essentiellement d'une grande masse placée de part et d'autre du tronc et de la queue, formée de deux faisceaux entre lesquels se trouve un muscle grêle; de petits muscles comblent les intervalles que présentent les muscles latéraux.

Le mode de locomotion diffère selon la forme du corps; le principal agent de la natation, c'est la nageoire caudale qui fait office d'hélice; les pectorales et les abdominales servent plus au maintien de l'équilibre qu'à la propulsion; enfin, les nageoires dorsale et anale jouent le rôle de gouvernail et déterminent la direction du mouvement. La vessie natatoire, sur laquelle nous reviendrons, et qui manque généralement chez les Poissons qui vivent au fond de l'eau, contribue au maintien de l'équilibre en sa qualité d'appareil hydrostatique.

Les muscles du corps du poisson sont sur les côtés, le long du tronc et de la queue. La plus grande masse musculaire court le long du dos, de chaque côté de la moelle épinière. Des petits muscles commandent les mouvements de la bouche, des branchies, des nageoires et des yeux. Certains poissons se propulsent par l'action de leurs nageoires, sans beaucoup de mouvements du corps.

Les muscles d'un poisson sont ordonnés en séries simples, emboîtées les unes dans les autres comme des cornets à sorbets. Cet emboîtement se remarque fort bien dans les conserves de thon ou de saumon. Leur jeu est peu compliqué. Il s'agit surtout de contractions alternatives à gauche et à droite, qui sont naturellement commandées par le système nerveux. A part les grosses masses musculaires, on observera les petits muscles insérés sur les baguettes osseuses qui supportent les nageoires; ils provoquent le redressement, l'écartement ou encore les mouvements souples et complexes, plus ou moins hélicoïdaux, des pectorales, par exemple.

Naturellement, des muscles relativement compliqués permettent les mouvements des mâchoires, le jeu de l'appareil respiratoire, le déplacement des yeux dans les orbites...

2.2.3 SYSTÈME NERVEUX

Le cerveau des Poissons est loin d'occuper toute la boîte crânienne; il est relativement petit et le tiers au moins de la cavité est occupé par du tissu conjonctif. D'ailleurs, les hémisphères cérébraux sont plus ou moins rudimentaires ; sauf chez les Sélaciens, dont le système nerveux est en général mieux développé que chez tous les autres Poissons, ils n'existent pour ainsi dire qu'à l'état d'indication, sous la forme d'une membrane épithéliale mince, qui n'a rien de la structure nerveuse et qui, sous le nom de manteau ou de pallium, forme le plafond du cerveau antérieur. En revanche, les corps striés, qui forment le plancher du cerveau, sont volumineux et constituent les ganglions dits basilaires. « Longtemps le manteau a passé inaperçu, et on décrivait alors les hémisphères cérébraux des Poissons qu'on confondait avec les ganglions basilaires » (**Rémy Perrier**).

Au-devant des hémisphères sont situés les lobes olfactifs très développés, soit ovoïdes, soit allongés en tractus, et qui constituent avec les organes précédents le protencéphale. Les couches optiques présentent un faible développement; les organes les plus importants de cette région, qui est le thalamencéphale, sont l'épiphyse et l'hypophyse, cette dernière accompagnée d'organes spéciaux aux Poissons et appelés lobes intérieurs ou latéraux et sacs vasculaires (sanguins). Le thalamencéphale est relativement développé chez les Sélaciens et les Téléostéens. Chez les Torpilles, les lobes latéraux font saillie sur la paroi du quatrième ventricule et constituent les lobes électriques. Le cerveau moyen ou mésencéphale offre deux tubercules bijumeaux, très nets chez les Sélaciens, énormes chez les Téléostéens; l'aqueduc de Sylvius y est toujours plus ou moins élargi. Le cervelet, qui constitue le métencéphale, est en général volumineux, lisse et non lobulé chez les Téléostéens, muni de circonvolutions et lobulé chez les Sélaciens. Chez ces derniers, le quatrième ventricule communique avec le myélocéphale ou fosse rhomboïdale, située au-dessous du cervelet et qui existe chez tous les Poissons. Notons encore que chez les Dipneustes et les Holostéens, le cerveau présente des rapports étroits avec celui des Batraciens : l'ensemble est allongé, le protencéphale et les lobes olfactifs prédominent (indice net de perfectionnement), les lobes inférieurs et les sacs vasculaires sont plus ou moins dégradés, le cervelet se réduit à une commissure transversale en avant de la fosse rhomboïdale, le mésencéphale et le cervelet forment un angle, une courbure à concavité centrale (flexion nucale) au niveau du point d'union du myélocéphale et de la moelle, et se trouvent placés à un niveau plus élevé que le reste de l'encéphale.

La moelle est généralement bien développée relativement à l'encéphale; elle est cependant très courte chez quelques espèces telles que la Baudroie et le Poisson-lune. Les nerfs cérébraux sont d'ordinaire séparés, à l'exception du glosso-pharyngien et du spinal; le nerf moteur oculaire externe (Lamproie), le nerf facial (beaucoup de Téléostéens) peuvent n'être que des branches du trijumeau. Chez les Holostéens et les Sélaciens, les deux nerfs optiques forment un chiasma.

2.2.4 ORGANES DES SENS

2.2.4.1 ORGANES OLFACTIF

En général, les fosses nasales sont doubles et ne communiquent pas avec la bouche; chaque fosse possède deux orifices s'ouvrant tous deux à l'extérieur, sauf chez les Dipneustes dont les fosses nasales traversent la voûte palatine en arrière de l'extrémité du museau. Chez les Sélaciens, l'un des orifices est placé sur la commissure des lèvres.

2.2.4.2 OEIL

Sauf chez les Poissons les plus archaïques, l'oeil est très visible. Le cristallin est sphérique et la cornée presque plate ; il n'existe pas de muscle ciliaire et l'accommodation se fait par un mécanisme spécial : la chambre postérieure de l'oeil est traversée par un repli de la choroïde, le ligament falciforme, qui s'avance au milieu du cône vitré et s'y épanouit en forme de cloche (campanule de Haller) ; le ligament falciforme, très vascularisé, sert à la nutrition du corps vitré; la campanule de Haller, musculueuse, détermine par ses contractions les changements de courbure du cristallin. La sclérotique est généralement incrustée d'os ou de cartilage. Les paupières manquent presque toujours; on trouve cependant chez les Sélaciens deux paupières et fréquemment une membrane clignotante ou nictitante, ainsi qu'un tapis.

2.2.4.3 ORGANES AUDITIF

Chez tous les Poissons l'organe de l'ouïe se réduit à l'oreille interne.

Celle-ci prend naissance, comme chez les autres Vertébrés, « par une invagination de l'exoderme, qui s'enfonce dans la profondeur, se renfle à son extrémité et modifie sa forme de façon à donner les diverses parties de labyrinthe membraneux. Primitivement ce labyrinthe est en communication avec l'extérieur par un petit canal, vestige de l'invagination première; mais à peu près toujours il se ferme; toutefois, chez les Squalés, il reste ouvert à l'extérieur et garde sa disposition primitive. L'oreille reste très peu différenciée chez les Cyclostomes [= Agnathes], où il n'existe qu'un vestibule indivis et un canal semi-circulaire; partout ailleurs il existe un utricule avec trois canaux semi-circulaires, et un saccule, présentant déjà un petit diverticule, qui est le rudiment du limaçon. L'oreille interne est donc pour ainsi dire complète » (R. Perrier).

2.2.4.4 SENS DU GOÛT

Très peu développé, le goût a peut-être pour organe l'appareil très curieux que l'on désigne sous le nom de ligne latérale et qui est absolument spécial aux Poissons.

« C'est, dit R. Perrier, un sillon, courant tout le long du corps, sur-chacun des côtés, et se ramifiant sur la tête ; quelquefois le sillon se transforme en un canal qui communique avec l'extérieur par de nombreux orifices. Dans ce canal se trouvent des boutons nerveux qui sont innervés par une branche du nerf pneumogastrique, le nerf latéral. Bien qu'on ne puisse émettre à cet égard que des hypothèses, il est probable que ces organes de la ligne latérale servent à apprécier les qualités de l'eau ambiante. »

2.2.4.5 SENS DU TOUCHER

Il est certain que les barbillons qui parfois existent autour de la bouche sont en rapport avec le sens du toucher; il en est de même des filaments pêcheurs de la Baudroie, des lambeaux charnus des Rascasses, des doigts des Grondins, des barbillons jugulaires des Mullus, qui dépendent de l'appareil hyoïdien, enfin des divers appendices cutanés disséminés sur le corps.

2.2.5 APPAREIL DIGESTIF

Les Poissons sont pour la plupart carnivores, mais leurs dents sont loin de répondre à un même type. Elles sont extrêmement variables de siège, de forme et de nombre. Chez les Sélaciens, elles n'existent que sur les mâchoires. Dans d'autres groupes, elles peuvent siéger sur les os pharyngiens, sur le palais, sur les points les plus divers des parois de la bouche, et même sur la langue. En général, elles sont fixées à l'os sous-jacent par un os de rattachement. Absentes chez les Esturgeons

et les Lophobranches, elles peuvent se souder en plaques (Chimères, Myliobates), être disposées en mosaïques (certaines Raies), etc.

Les formes des dents varient à l'infini, depuis la dent large et plate jusqu'à la dent pointue et acérée ou fine et presque filiforme. Même variabilité quant à leurs dimensions et à leur nombre. De plus, les dents des Poissons ne servent pas toujours à la mastication; souvent elles ont pour but de retenir les aliments ou de les couper. Elles peuvent être remplacées quand elles sont hors d'usage, témoin les Requins qui ont derrière leurs dents robustes et coniques des séries de dents de remplacement couchées contre les maxillaires. La forme et la position de la bouche sont également très variables. La langue se présente comme un simple épaissement du plancher de la bouche, auquel elle est généralement soudée ; on ne la voit individualisée que chez les Sélaciens. Les diverses parties du tube digestif sont peu différenciées ; l'estomac, l'oesophage et l'intestin ne se reconnaissent guère que par leur structure histologique. La longueur de l'intestin est variable ; généralement assez court, il ne présente de circonvolutions que chez les Téléostéens. Chez les Sélaciens et quelques Holostéens existe une valvule spirale, comparable à un escalier tournant dans une tour de faible diamètre et destinée à multiplier la surface d'absorption. Quand ce repli fait défaut, il y est suppléé par le développement d'appendices pyloriques (un chez le Polyptère, jusqu'à 190 chez les Scomber), digitiformes et sécrétant un liquide analogue au suc pancréatique ; cependant le pancréas existe le plus souvent et s'observe nettement, surtout chez les Elasmobranches.

En revanche, il n'existe pas de glandes salivaires, mais le foie est constant et volumineux. « Chez les Cyclostomes [Agnathes] et les Dipneustes, chaque cellule de l'épithélium digestif est doué de la faculté de sécréter ; c'est une petite glande. Groupées en tubes dans l'estomac chez les Sélaciens, ces cellules forment des régions glandulaires plus distinctes encore dans le tube digestif des Poissons supérieurs » (**Aubert, Histoire naturelle des êtres vivants**). Chez les Sélaciens, les Dipneustes et certains Holostéens le rectum débouche, en avant des conduites de l'appareil génito-urinaire, dans une cavité commune, le cloaque. L'anus est distinct chez les Téléostéens et la plupart des Holostéens et Chondrostéens. La vessie natatoire est une dépendance du tube digestif; nous y reviendrons plus loin.

2.2.6 APPAREIL RESPIRATOIRE

Les Poissons respirent au moyen de branchies : l'eau entre par la bouche, va baigner les branchies qui, grâce à leur structure lamelleuse, présentent une grande surface pour l'hématose, puis sort par les orifices branchiaux. La disposition est la plus simple chez les Sélaciens; l'appareil branchial comprend cinq paires de fentes branchiales, s'ouvrant au dehors de chaque côté du cou ; les cloisons qui les séparent sont soutenues par des arcs branchiaux ; sur les parois de chaque fente se développent les feuillets branchiaux, où viennent se ramifier les vaisseaux. Chez les Holostéens et les Téléostéens, les cloisons de séparation des fentes branchiales ont presque entièrement disparu, et il ne reste que les arcs branchiaux transformant le plancher buccal en une sorte de claire-voie ; sur ces arcs sont insérées de doubles rangées de longues lamelles branchiales, disposées comme les dents d'un peigne, et qui se trouvent ainsi à nu dans un espace largement ouvert, la chambre branchiale ou respiratoire. Cette chambre est protégée extérieurement par un opercule, formé par un repli cutané, libre en arrière, ossifié dans sa partie supérieure (battant osseux) qui s'attache à l'hyomandibulaire, membraneuse dans sa partie inférieure et soutenue par une série d'arcs (rayons branchiostège), dont la base s'articule avec l'hyoïde.

« L'espace compris entre l'arc hyoïdien peut, lui aussi, être percé d'une fente qui est l'homologue d'une fente branchiale ; on lui donne le nom d'évent ; elle n'existe que chez les Ganoïdes [Holostéens et Chondrostéens] et les Sélaciens ; encore ne présente-t-elle, pas le plus souvent de lamelles branchiales, et ne reçoit-elle que du sang artériel; elle n'est donc jamais fonctionnelle » (**R. Perrier**).

Chez les Dipneustes existe une respiration pulmonaire en même temps que la respiration branchiale. Chez eux la vessie natatoire est transformée en un véritable poumon qui communique avec le pharynx par une trachée munie d'une glotte.

La vessie natatoire, surtout fréquente chez les Holostéens et les Téléostéens, nulle chez les Sélaciens et quelques Poissons osseux, est, comme nous l'avons dit, une dépendance, un diverticule, du tube digestif et, au point de vue du développement, est l'analogue d'un poumon. Cependant sa situation est le plus souvent dorsale; à cet égard, le Polyptère fait exception ; chez lui elle est ventrale. Le sang qui y arrive artériel, en ressort veineux; elle ne joue donc aucun rôle dans la respiration. En revanche, elle est sans contredit un organe hydrostatique.

« Dans son état primitif, dit R. Perrier, elle communique avec l'oesophage par un canal, et cette disposition reste permanente chez les Ganoïdes et chez un certain nombre de Poissons osseux (Physostomes). Mais ce canal ne sert ni à la pénétration, ni à la sortie des gaz ; il n'est pas fonctionnel, et chez un grand nombre de Poissons osseux (Physoclistes), il se ferme et se transforme en un cordon plein ; la vessie natatoire est alors close.

On peut considérer les poumons des Dipneustes comme homologues de la vessie natatoire. Quand les branchies fonctionnent, ils sont placés exactement dans les mêmes conditions que cette dernière, au point de vue du circuit sanguin.

Chez quelques Ganoïdes ([Holostéens :] Lepisosteus, Amia) la vessie natatoire peut aussi servir exceptionnellement à la respiration. »

2.2.7 APPAREIL CIRCULATOIRE

Chez les Poissons, le coeur situé dans la région jugulaire est entouré d'un péricarde . qui peut communiquer avec la cavité viscérale (Sélaciens, Chondrostéens) et il est protégé par la ceinture scapulaire. Il est veineux, formé d'un ventricule et d'une oreillette qui a la tendance à se diviser en deux et se dédouble effectivement chez les Dipneustes, qui par là se rapprochent des Batraciens. L'oreillette communique avec le ventricule par un orifice valvule. Le ventricule se continue par un bulbe ou cône artériel élastique, musculeux (Sélaciens, Chondrostéens, Holostéens, Dipneustes) ou par un court bulbe aortique (Téléostéens). Le bulbe aortique est muni chez le Protoptère et le Lepidosiren de valvules semi-lunaires disposées en spirales à l'instar des Batraciens. Au bulbe fait suite l'aorte ou mieux l'artère branchiale qui fournit les artères hypobranchiales par paires correspondant aux fentes branchiales et amenant du sang veineux dans les branchies.

A la sortie de celles-ci le sang est artérialisé et amené par les artères épibranchiales dans une paire de gros vaisseaux, les racines aortiques, qui s'anastomosent en avant en fournissant les vaisseaux de la tête et se fusionnent en arrière pour constituer l'aorte dorsale, qui fournit les vaisseaux du corps. Le système veineux se termine par quatre grandes veines, deux veines cardinales antérieures, qui ramènent le sang de la tête, et deux veines cardinales postérieures qui ramènent le sang du corps; les deux veines antérieure et postérieure de chaque côté se réunissent pour former le canal de Cuvier; enfin, les deux canaux de Cuvier débouchent dans le sinus veineux précardiaque, qui communique avec l'oreillette. Ce même sinus reçoit, en outre, la veine de Duvernoy et la grande veine hépatique, à la formation de laquelle concourt, avec d'autres, la veine porte hépatique. Un autre système porte est celui des reins, qui ne fait défaut que chez les Sélaciens; la veine porte rénale, de chaque côté, se jette dans les veines cardinales postérieures. On trouve parfois des coeurs accessoires sur la veine caudale (Anguille).

2.2.8 L'APPAREIL LYMPHATIQUE

En général, la lymphe suit les gaines périvasculaires des gros troncs sanguins, du bulbe aortique et du ventricule, Il existe, entre autres sinus, un sac lymphatique sous-vertébral qui entoure l'aorte et un autre sac mésentérique où débouchent les lymphatiques de l'intestin; ces deux sacs communiquent ensemble. On ne trouve de canaux fermés que sous les téguments. Il existe des replis valvulaires aux points où les veines reçoivent la lymphe; il y a des sinus lymphatiques pulsatiles, entre autres chez l'Anguille un véritable coeur lymphatique formé aux dépens du sinus postérieur et qui lance de la lymphe dans la veine caudale. La rate est constante chez les Poissons, quoique chez les Pleuronectes, les Sturioniens et les Sélaciens elle soit fragmentée. Le corps thyroïde et le thymus sont presque constants.

2.2.9 APPAREIL URO-GÉNITAL

Les reins des Poissons sont représentés tantôt par une portion du pronephros, qui persiste plus ou moins longtemps après la naissance (Téléostéens), tantôt par le mésonéphros qui constitue le rein primitif permanent (Sélaciens, Holostéens, Téléostéens). Chez les Holostéens et Chondrostéens, la partie antérieure du rein, correspondant au pronephros, disparaît rapidement et le rein véritable répond seulement au mésonéphros.

Chez les Sélaciens, les embryons présentent un appareil excréteur analogues aux néphridies ou organes segmentaires des Vers. Plus tard, les tubes segmentaires antérieurs se mettent en rapport, chez le mâle, avec le testicule et servent à l'évacuation des spermatozoïdes; la partie postérieure du rein conserve son rôle urinaire. Il résulte de là que les canaux de Wolf sont à la fois uretères et canaux déférents du mâle. Il faut remarquer que chez la femelle, la glande génitale est indépendante de l'appareil urinaire, et chaque canal de Wolf se trouve longitudinalement dédoublé en deux canaux parallèles, l'un servant d'uretère, l'autre d'oviducte qui a été appelé **canal de Müller**. Le rein des Téléostéens peut, avons-nous dit, représenter à la fois le pronephros et le mésonéphros ; le premier disparaît dans la majorité des cas. Les reins sont généralement volumineux et s'étendent de la région abdominale jusqu'à la base du crâne; les deux reins peuvent se fusionner dans toute leur longueur (Truite) ou par places (Sardine) ; les reins présentent encore d'autres particularités de conformation sur lesquelles nous n'insisterons pas.

« Considérés dans leur structure, les reins sont caractérisés par le diamètre de leurs tubes urinaires, plus gros que chez les Vertébrés supérieurs. En outre, les glomérules de Malpighi sont moins nombreux et le peloton vasculaire s'y montre beaucoup plus simple. Des amas pigmentaires s'observent fréquemment dans la substance propre des reins. Les uretères naissent de la face ventrale et se réunissent généralement en un urètre; ce tronc commun peut porter une vessie urinaire qui ne saurait être assimilée à celle des Amniotes, car elle figure une simple dilatation des conduits urinaires (Tanche, Plie, etc.). Dans la plupart des types, l'orifice urinaire est distinct de l'orifice génital qui est placé en avant; parfois il existe une ouverture commune, urogénitale (Murènes, etc.) » (**Chatin**).

2.2.10 LE SYSTÈME EXCRÉTEUR

Ce système possède 3 parties essentielles :

- L'anus qui sert à évacuer les excréments.
- Le pore urinaire servant à la sortie de l'urine.
- Les branchies qui évacue les substances azotées.

Dans tout être vivant, les produits de déchets du fonctionnement organique sont évacués, soit par les excréments, soit par les organes excréteurs qui sont principalement les reins et la peau. Les reins sont des bandes de tissus rouges sombres. Les produits solubles entraînés par le sang et destinés à être évacués (ce sont des dérivés de l'urée surtout) sont filtrés au niveau des pelotes de canalicules, appelées **glomérules de Malpighi**, et elles passent ainsi du sang dans l'urine.

Les glomérules des reins des poissons ont aussi et surtout pour fonction de régulariser la teneur en eau des tissus.

Chez le poisson d'eau douce, l'eau pénètre constamment à travers les tissus perméables (peau, branchies etc.) par le phénomène physique de l'osmose, qui est le passage du liquide du milieu où les sels sont le moins concentrés dans celui où la concentration est la plus forte. Cet apport d'eau constant est compensé par une extraction équivalente au niveau des reins. Le corps du poisson et les reins sont donc traversés par une sorte de lent courant d'eau et l'urine est abondante, beaucoup plus, relativement que celle d'un mammifère. Remarquons en passant que le sel ordinaire (chlorure de sodium) indispensable à l'organisme, peut pénétrer au niveau des branchies aussi bien qu'avec les aliments. Inversement, les poissons de mer plongés dans une eau beaucoup plus salée que leur sang, rejettent du sel et justement par les branchies. Les poissons capables de supporter les deux milieux (on les dit euryhalins) absorbent le sel par les branchies quand ils sont en eau douce et l'excrètent par les mêmes organes, en eau salée. Il est d'ailleurs probable que les poissons qui ne supportent pas ce passage (les sténohalins), meurent en partie par asphyxie consécutive aux désordres causés dans les tissus des branchies, tout autant que par leur incapacité physiologique de régler leur hydratation dans le milieu inaccoutumé.

Nous avons dit que la peau est aussi un organe excréteur. Les poissons ne transpirent pas, ils n'ont pas de glandes sudoripares. Mais l'excrétion peut se produire aussi sous forme de substances insolubles ou de cristaux, qui sont déposés et mis ainsi hors circuit, si on peut dire.

Si surprenant que cela paraisse, les couleurs des poissons et spécialement leur aspect argenté, résultent en partie du dépôt à la périphérie de telles substances dans des cellules appelées chromatophores. Ces cellules ne sont pas de vulgaires dépotoirs. Par un phénomène comparable à l'utilisation des restes ou des sous-produits dans l'industrie, ces déchets colorés qui sont des pigments, acquièrent des fonctions importantes. Les cristaux de guanine, par exemple, qui chargent certaines cellules et donnent aux poissons leur argenture, sont surtout abondants chez les espèces pélagiques et sont en rapport avec l'éclairage des couches superficielles de l'eau. Ils forment dans la peau des écrans protecteurs dans certains cas, ou font office de miroirs réfléchissants. Un autre pigment, la mélanine, qui est foncée, ou même noire, forme des écrans, absorbant peut-être les radiations utiles.

Les pigments colorés disposés en bandes ou en taches peuvent jouer un rôle analogue au camouflage. Les chromatophores bruns, jaunes ou rouges, sont des cellules en rapport avec des filets nerveux qui déclenchent l'étalement ou la condensation des pigments. Le poisson, selon les conditions, change ainsi de ton en quelques instants.

Les couleurs des poissons dépendent aussi de la sécrétion d'hormones qui, conjointement avec le système nerveux, provoquent l'étalement ou la condensation des pigments dans les chromatophores. C'est pourquoi, au moment de la reproduction, certains mâles surtout, mais aussi les femelles dans certaines espèces, présentent de si somptueuses « parures nuptiales ». On déclenche des parures passagères, au laboratoire, en injectant des hormones sexuelles ou même certains produits chimiques à des poissons au repos. A propos des couleurs chatoyantes des poissons, rappelons qu'ils ne possèdent pas de pigments bleus, ni de verts, ni violets.

Leurs teintes bleues résultent de la dispersion des rayons lumineux dans l'épiderm : sur un fond de mélanine noir, l'effet produit peut être un bleu intense ou un violet. Le vert, couleur si fréquente, résulte de la combinaison de ce bleu avec le pigment des chromatophores jaunes. Les irisations sont causées par le jeu des rayons lumineux sur les cristaux de guanine. C'est un phénomène physique identique à celui des irisations d'une bulle de savon ou d'une tache d'huile répandue sur une route mouillée.

2.2.10.1 LA RECHERCHE DE LA NOURRITURE

Les modalités de cette recherche sont très variables et les observations faites sur une espèce donnée ne sont pas directement valables pour une autre espèce, même voisine. On pourrait même signaler des écarts entre des races. On nourrit facilement les truites arc-en-ciel avec des aliments artificiels ; l'élevage des truites fario est considérablement plus malaisé. Un brochet ne chasse pas comme une anguille. Le premier chasse à vue, la seconde à l'odorat. Le brochet s'élance sur un vif ou sur un leurre mobile. Aveuglé, il se précipite encore sur une proie qui se déplace, mais il est incapable de s'en saisir tant qu'elle reste immobile. Son attaque peut encore être déclenchée si on agite un appât près de lui; donc, il peut être guidé par les ébranlements de l'eau, mais aveugle, il mourra de faim à côté d'une abondance de proies inertes. L'anguille aveuglée, au contraire, découvre sans peine un appât immobile, parce que, comme un chien, elle chasse surtout à l'odorat. C'est en général l'odorat et le goût qui guident principalement les poissons de fond.

La plupart des alevins en eau calme en tout cas, se nourrissent de plancton, même si plus tard ils deviennent des rapaces. Mais tous les individus d'une même espèce qui ont subi les mêmes influences, se comportent sensiblement de la même façon.

2.2.10.2 LA VORACITÉ DES POISSONS

C'est presque un mythe, c'est en tout cas une exagération. Un animal a besoin de nourriture pour :

- Subsister.
- Conserver sa chaleur.
- Augmenter de taille.
- Mûrir ses organes reproducteurs.

De ces termes, le deuxième est quasi nul chez les poissons qui conservent sensiblement la température du milieu et le quatrième, qui est saisonnier, ne semble pas important.

Au contraire du poisson, un animal à sang chaud, un oiseau surtout dont la température reste voisine de 40 degrés, « brûle » beaucoup de combustible pour maintenir cette chaleur. Il faut donc logiquement s'attendre à ce que la ration alimentaire d'un poisson soit relativement faible : il n'y a guère de raison qu'il soit vorace. La ration quotidienne pour un homme normal représente 0,7 à 0,8% de son poids. On a calculé qu'elle n'est que de 4,5% en été, chez des carpes à l'engrais.

Un tel résultat est bien conforme à ce qu'on pouvait supposer, sachant que les besoins d'énergie des animaux sont inversement proportionnel à leur taille, et que la croissance des carpes d'élevage est fort accélérée. Pour un brocheton d'une année, la ration quotidienne s'est élevée à 3 ou 5 % quand la nourriture était du poisson blanc, à 11 ou 12% avec des gammars comme aliments. Douze pour cent pour un brocheton en pleine croissance, nous voilà bien loin du brochet qui mange son propre poids par jour. Pourtant, les recherches expérimentales ont établi la réelle voracité des alevins, dont les rations sont de l'ordre de 10 à 12 %. L'appétit des poissons dépend assez étroitement de la température de l'eau et augmente avec elle jusqu'à un certain point.

A 18 degrés l'appétit des truites atteint un maximum, leur ration à ce moment peut représenter 10 %, leur croissance est alors remarquable.

Dans la nature, les poissons trouvent toujours dans leur nourriture les vitamines dont ils ont besoin. En pisciculture, avec l'alimentation artificielle, il importe de leur assurer un apport de ces substances indispensables. On voit encore fréquemment des élevages qui périssent, tout au moins qui végètent, faute de cette précaution (www.aquablog.fr).

2.2.11 LES SENS D'UN POISSON

L'odorat est sans doute plus développé que la vue. Presque tous les poissons possèdent une ou deux paires de narines. A l'intérieur se trouvent de multiples petites cavités recouvertes d'une membrane extrêmement sensible. Les narines ne communiquent pas avec la bouche et ne servent pas à la respiration. Les yeux sont placés latéralement et ne possèdent pas de paupières. Des expériences prouveraient que les poissons ont une mauvaise vision de loin. Le regard fixe des poissons vient du fait que leur pupille ne peut pas se contracter. Cependant, cette fixité leur permet d'avoir un large champ de vision.

a. La vue

On a longtemps prétendu que les poissons étaient sourds, on a admis qu'ils étaient aveugles aux couleurs, on leur a attribué un sens chimique spécial, remplaçant ou combinant le goût et l'odorat, on a imaginé les fonctions les plus diverses et les plus fantaisistes pour la ligne latérale. C'est dire l'importance des études scientifiques de laboratoire, lorsqu'il s'agit de départager les opinions divergentes et souvent contradictoires des observateurs. Sans ces expériences, on discuterait encore à perte de vue, même chez les spécialistes... Comme chez les mammifères, on observe des espèces dont la vue est excellente et d'autres qui sont pratiquement aveugles.

Quand même on aurait établi que l'œil de l'anguille est très déficient et qu'elle voit fort mal, on n'aurait pas le droit, pour autant, de contester que la truite soit capable de discerner les infimes détails de structure ou de couleur qui différencient une mouche sèche d'une autre.

b. L'œil

L'œil du poisson fonctionnant dans l'eau, c'est dans l'eau qu'il faut étudier ses qualités optiques. Sa lentille, le cristallin, est pratiquement sphérique et concentre les rayons visuels au maximum. Les images des objets se forment donc en avant de la rétine, le poisson est myope. Ce cristallin n'est pas déformable comme le nôtre, l'accommodation se fait exactement comme dans un appareil de photographie où la mise au point résulte du déplacement de l'objectif. Les images sont au point pour des objets très rapprochés, puisque l'œil est myope, mais l'accommodation permet la vue à distance. Le cristallin pour cela est tiré en arrière et rapproché de la rétine par un muscle spécial, le muscle lenticulaire, Quand ce muscle se relâche, la lentille revient en avant sous l'action de son ligament suspenseur. La rétine comprend des cônes et des bâtonnets, les premiers sensibles aux couleurs, les seconds à la quantité de lumière. Sa structure est moins fine que celle de notre rétine, on pourrait la comparer à du film ordinaire, tandis que nous disposerions de film à grain fin. La figure 10 donne une idée schématique des modifications des cellules rétinienne selon la quantité de lumière qui les atteint.

Si la lumière est abondante, les cellules noires (P) s'allongent, les bâtonnets s'enfoncent en profondeur, les cônes restent à la surface. Dans la pénombre, les cellules noires se rétractent, les bâtonnets viennent en avant, les cônes se retirent en profondeur. Dans cette dernière situation, les bâtonnets sont disposés au mieux pour recevoir toute la lumière disponible. La vision des couleurs par les poissons est maintenant un fait bien établi. Les travaux de laboratoire ont confirmé que certains poissons, en tout cas, sont particulièrement sensibles aux radiations rouges ou orangées. Dans la lumière atténuée, la vision des couleurs diminue rapidement et en expérience les poissons ne discernent plus le rouge, par exemple, des diverses teintes de gris. On sait que la pénétration des diverses radiations dans l'eau est très différente.

Le rouge est absorbé le premier, c'est le violet qui pénètre le plus profondément. Cette pénétration des rayons varie considérablement, elle est très faible dans les eaux troubles ou chargées d'un abondant plancton. On sait que les rayons lumineux obliques sont réfractés au passage de l'air dans l'eau, et que les objets immergés ne sont pas exactement où on les voit de la rive, mais plus près qu'il ne semble et plus aplatis qu'en réalité. Passé une certaine obliquité, les rayons sont même réfléchis par la surface comme par un miroir et les objets dans l'eau deviennent invisibles.

Inversement, et pour la même raison, les objets sur la rive apparaissent au poisson aplatis, écrasés, déformés. A mesure que le poisson s'enfonce, une plus grande partie de ces objets lui deviennent invisibles. Pour un être aquatique, à une certaine profondeur, l'obscurité peut être complète alors que le soleil brille encore à l'horizon, parce que les rayons trop obliques ne pénètrent plus dans l'eau. Il convient peut-être d'observer encore que la plupart des poissons d'eau douce ont les yeux très latéraux et que leur champ de vision binoculaire est faible ; or, c'est par vision binoculaire que nous apprécions vraiment bien les profondeurs et que les objets s'individualisent.

En revanche, les poissons voient tout autour d'eux, leur angle de vue approchant du cercle complet, puisqu'il atteint au moins 300 degrés. S'accroupir sur la rive pour demeurer invisible est une bonne tactique, mais celui qui croirait surprendre un poisson en approchant par derrière se tromperait grossièrement.

c. L'audition d'un poisson

Entendre, c'est éprouver les impressions (les sons et les bruits) qui résultent de l'ébranlement de l'air, de l'eau ou d'une matière solide. Pour entendre dans l'eau une parole prononcée dans l'air, il faudrait que l'agitation minimale de l'air se transmette à la masse liquide, ce qui ne se produit qu'à peine. Au contraire, le bruit produit par les sabots sur le fond d'un bateau, ou même celui des pas sur une berge, se communique facilement à l'eau. Pour juger de l'ouïe des poissons, il importe donc de s'assurer que les ondes sonores parcourent réellement le liquide où ils baignent.

Moyennant cette précaution, il est facile de prouver que les poissons entendent, et même fort bien, et réagissent avec une grande vivacité, d'autant plus que les sons circulent dans l'eau trois fois plus vite que dans l'air. Les expériences de divers auteurs ont montré des différences sensibles, selon les espèces, et même des écarts notables entre les individus d'une même espèce. Les cyprinidés sont particulièrement doués: ils entendent les vibrations correspondant aux sons musicaux ordinaires d'un orchestre (de 16 à 5000 vibrations environ) et distinguent les écarts d'un ton ou même d'un demi ton, ce qui est remarquable.

Les poissons n'ont que des oreilles internes. La figure 11 montre l'aspect d'un de ces organes. Leur oreille comprend deux parties. En haut sur la figure, la partie triangulaire qui porte trois tubulures, représente l'utricule et ses trois canaux semi-circulaires. C'est l'organe essentiel de l'équilibre. En bas sur la figure, l'appendice inférieur ovale représente le véritable centre

de l'audition, c'est le saccule, avec à droite la lagena, comme une sorte de petit bourgeon. Ce bourgeon répond à ce que nous appelons le colimaçon dans notre propre oreille. L'appareil auditif est donc rudimentaire comparé au nôtre, aussi les poissons n'ont-ils pas la finesse de notre ouïe, notre capacité remarquable de discerner d'infimes écarts de tons et, surtout, de situer dans l'espace les bruits perçus. En revanche, leur organe équilibreur avec ses canaux semi-circulaires, atteint des dimensions relativement considérables.

C'est de cet organe que partent les influx nerveux qui règlent automatiquement les mouvements nécessaires à l'équilibre. Commandes nerveuses d'une précision et d'une rapidité remarquables, si l'on songe à l'instabilité d'un courant violent ou d'un remous.

d. Le sens de la pression

Nous sommes incapables d'imaginer en quoi consiste ces sensations, pour la même raison qu'un aveugle-né ne peut pas se représenter les couleurs. Certes, nous ressentons l'augmentation de la pression de l'eau en descendant en profondeur et surtout, nous éprouvons des bourdonnements d'oreilles et des malaises en remontant trop vite, mais alors ce sont déjà des troubles fonctionnels. Les poissons, au contraire, sont pourvus d'appareils qui enregistrent les variations de pression. Ce sont la vessie natatoire et chez les cyprinidés, chez les loches et quelques autres, l'appareil de Weber.

La vessie natatoire des poissons est un stabilisateur hydrostatique, comparable au ballon qu'un astronaute gonfle pour une ascension et dégonfle pour redescendre.

Chez les physoclistes, la vessie est close et le gaz qui la remplit est sécrété par une glande spéciale, la glande gazeuse. Quand l'air de la vessie est en excès, il peut être résorbé par un autre organe, l'oval, où cet air se dissout dans le sang. Glande gazeuse et oval sont faciles à observer chez la perche, par exemple. Chez les poissons physostomes, la vessie communique avec l'oesophage par un mince canal pneumatique. Au besoin, un poisson de ce groupe peut venir à la surface gober de l'air et en tout cas, si la pression de la vessie est excessive, il peut rejeter l'excès de gaz sous forme de bulles, par la bouche, ce qui a pour résultat de l'alourdir et de lui permettre de s'enfoncer. Mais la vessie n'est pas seulement un stabilisateur, c'est aussi un organe récepteur sensible à la pression. C'est du moins le cas chez les poissons qui possèdent les osselets de Weber.

L'appareil de Weber est constitué par une chaîne de petits os, par laquelle la vessie communique avec l'oreille interne. L'analogie entre ces osselets et ceux de notre oreille moyenne est frappante et malgré leur origine toute différente, on leur a donné les mêmes noms. Les cyprinidés, les siluridés, qui possèdent cet appareil ont l'ouïe particulièrement fine. Peut-être la vessie fonctionne-t-elle comme organe de résonance? En tout cas, par ce dispositif, la vessie transmet à l'oreille les variations de pression. Les loches ont aussi des osselets, mais leur vessie natatoire est très particulière. Elles sont réputées pour avoir un sens très délicat des variations de la pression atmosphérique, elles se tiennent en effet à des niveaux différents selon les fluctuations du baromètre, se rapprochant de la surface quand la pression baisse. Elles doivent certainement cette sensibilité à la constitution spéciale de leur vessie.

e. Le sens vibratoire

Encore des sensations dont nous ne pouvons pas plus imaginer la nature que celles fournies par la ligne latérale. Le système de la ligne latérale est une spécialité des poissons. Seules, parmi les vertébrés, les larves de batraciens les possèdent aussi. C'est un appareil d'animal aquatique. Il s'agit d'un système de canaux, dont le plus évident est celui qui court le long des flancs et qui s'ouvre par une série de pores creusés dans les écailles. C'est la rangée de ces orifices qui constitue de chaque côté du corps, la ligne latérale. Le canal latéral se prolonge dans la tête par un petit nombre de canaux, en particulier le long des mâchoires et au-dessus des yeux.

On peut facilement observer à la loupe les pores correspondant à ces canaux céphaliques. Tout le long des canaux, des cellules sensibles sont groupées en bourgeons sensoriels. Elles sont innervées par des rameaux du nerf latéral et, pour celles de la tête, du nerf facial.

La ligne latérale renseigne les centres nerveux sur la position du corps dans le milieu et par rapport aux obstacles situés à une certaine distance. C'est aussi grâce surtout à ce système que le poisson ressent les mouvements de l'eau, les courants, les vaguelettes, les ébranlements. C'est en quelque sorte un sens intermédiaire entre le toucher et l'ouïe; on l'a comparé à un toucher à distance. Chez les poissons sans écailles, les organes sensibles de la ligne latérale peuvent être à fleur de peau et, par conséquent, en contact direct avec l'eau. Il semble que dans ce cas, la sensibilité aux vibrations soit particulièrement fine. Cependant il y a aspect pouvant monter au microscope, des cils sensibles de la ligne latérale. Sollicités par les déplacements et les vibrations de l'eau, ils s'inclinent dans le sens du courant, provoquant de ce fait une excitation du nerf.

f. Le sens du toucher

La peau nue ou couverte d'écailles n'est pas insensible, bien au contraire, mais l'analyse des sensations cutanées est difficile. Si des terminaisons nerveuses spécialisées enregistrant des impressions de douleur existent, on ne les a pas mises en évidence. Affirmer que les poissons souffrent de leurs blessures est aussi gratuit que de prétendre le contraire. Tout ce qu'on peut dire, c'est qu'une lésion, même grave, ne provoque que des réactions défensives banales et peut ne pas couper le moins du monde l'appétit du poisson. En revanche, il y a une analogie frappante entre les déplacements éperdus d'un poisson dans l'eau formolée par exemple, et les gestes déments d'un individu brûlé et « fou de douleur ». Le sens du toucher existe à coup sûr chez les poissons. Il est probablement délicat sur les parties ventrales des espèces qui se posent sur le fond.

g. L'odorat et le goût

Contrairement à ce qu'on prétend encore souvent, les poissons, comme nous, sont doués de ces deux sens. C'est une erreur que de parler d'un unique sens chimique. Il s'agit bien, chez eux aussi, de deux ordres de sensations, preuve en soit la différence des organes qui les reçoivent et surtout la localisation cérébrale des centres qui les enregistrent. Le centre de l'odorat est logé dgé dans la partie la plus antérieure du cerveau, le lobe olfactif, qui représente chez eux l'essentiel du cerveau antérieur.

Comme nous sommes mal dotés quant à l'odorat, nous avons grand-peine à imaginer en quoi consistent ces sensations quand elles sont subtiles ; en tout cas, les poissons peuvent sentir les parfums solubles dans l'eau, mais nous sommes mal renseignés sur leurs capacités dans ce domaine. Elles varient certainement beaucoup selon les espèces, il suffit pour s'en convaincre de comparer leurs fosses nasales. Les espèces à l'odorat subtil ont des narines à double ouverture, dont un des orifices est parfois porté au sommet d'un appendice. Chaque narine dans ce cas s'ouvre dans une vaste loge occupée par un organe olfactif formé de nombreuses lamelles. Les poissons à vue aiguë n'ont au contraire que des fosses nasales simples, presque sans replis.

Les prédateurs chassant à l'odorat, possède en revanche de longues narines, dont le premier orifice est près de la pointe du museau et le second proche de l'œil. Notons que les poissons ont des fosses nasales closes, sans communication avec la bouche.

Quant au goût, il est chez nous localisé dans la bouche et surtout sur la langue. Rien de tel chez les poissons qui ont des bourgeons du goût sur les lèvres, sur les barbillons, autour de la bouche, sur la tête et même, pour certains d'entre eux qui ont la peau nue, jusque près de la queue. Nous ne pouvons goûter un aliment qu'en l'amenant à la bouche, les poissons goûtent à distance.

La raison en est simple : les poissons baignent dans un liquide où les substances sapides peuvent diffuser et les particules émanant d'une matière en dissolution peuvent atteindre à une certaine distance les bourgeons sensoriels de l'animal.

Les sensations gustatives peuvent donc venir des alentours. Pour analyser les différences entre le goût et l'odorat, on peut expérimentalement boucher les narines ou sectionner les nerfs olfactifs. On constate alors que les substances sapides n'attirent le poisson qu'à courte distance, les odeurs l'attirant de beaucoup plus loin. Les impressions de goût sont fort importantes chez certaines espèces, en particulier chez celles qui se nourrissent sur le fond. La preuve en est fournie indirectement par le développement considérable, chez ces espèces, des centres gustatifs situés au niveau du bulbe rachidien.

h. Interaction des organes des sens

Les réactions des poissons aux impressions multiples émanant du milieu sont extrêmement complexes et difficiles à analyser. C'est d'ailleurs ce qui rend la pêche si attrayante, malgré l'intelligence très limitée du poisson. Celui-ci, comme tout animal sauvage, conscient ou non, agit avec une extrême circonspection, étant toujours partagé entre des impulsions contraires. On peut admettre que, malgré les apparences, tous ses sens sont alertés au moment où il attaque ou quand il s'enfuit.

Une truite approchant d'une mouche noyée peut être attirée par sa couleur et sa forme, et retenue par l'allure insolite de son déplacement. Nous n'avons aucune idée de certaines des sensations qui peuvent, à l'occasion, entrer en ligne de compte, de raisons inanalysables peut-être. Les poissons goûtent souvent leurs aliments et rejettent ce qui ne leur convient pas. Ainsi, plusieurs sens interviennent conjointement ou successivement dans le choix de leur nourriture. Ces animaux ont des façons d'agir assez constantes pour chaque espèce (www.aquabase.fr).

2.3 CLASSIFICATION DES POISSONS

La science qui étudie les poissons s'appelle l'ichtyologie (du grec ichty = poisson et logos = étude). Les scientifiques ne considèrent pas les poissons comme un groupe naturel et les divisent en 4 groupes :

- Les poissons sans mâchoires : **1. agnathes** (~70 espèces)

- Les poissons avec mâchoires (gnathostomes) : **2. cartilagineux** (chondrichthyens) : (~700 espèces), les poissons osseux (ostéichthyens) : plus de 25 000 espèces. Parmi ces poissons osseux, on a : **3. sarcoptérygiens** (nageoires rayonnées) et **4. actinoptérygiens** (nageoires charnues).

2.3.1 LES POISSONS SANS MÂCHOIRES (AGNATHES)

Ce sont des poissons primitifs, dont ne subsistent plus que deux groupes :

- Les lamproies
- Les myxines

2.3.2 LES POISSONS AVEC MÂCHOIRES (GNATHOSTOMES)

Ils sont subdivisés en deux catégories :

a. Les poissons cartilagineux : (trois groupes), essentiellement marins et souvent prédateurs :

- Les requins
- Les raies
- Les chimères

b. Les poissons osseux :

Ils constituent le groupe de poissons le plus vaste et le plus varié, dont on distingue notamment :

- Les poissons à nageoires charnues : dipneustes et coelacanthes.
- Les poissons à nageoires rayonnées primitifs : esturgeons.
- Les autres poissons à nageoires rayonnées, à savoir :
 - Les poissons à langue osseuse : notoptère
 - Les anguilles et tarpons
 - Les harangs et alliés
 - Les poissons-chats, les carpes et alliés
 - Les poissons-dragons et alliés : poissons abyssaux
 - Les poissons-lanternes et alliés
 - Les morues et baudroies
 - Les poissons à rayons épineux : poisson-clown, poisson-ange, perche.

N.B : La classification des poissons a changé au cours des années : elle évolue en fonction des résultats des recherches scientifiques (**Daniel Thurre & Christiane Kurth**).

2.3.3 CARACTÉRISTIQUES DE LA FAMILLE DE CICHLIDAE

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

- Chair de bonne qualité ;
- Rusticité et résilience ⁽⁸⁾ ;
- Reproduction toute l'année en étang dès que la température est supérieure à 20°C ;
- La 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 (**Eric Lacroix, Pisciculture en zone tropicale**).

2.3.4 CARACTÉRISTIQUES DE TILAPIA NILOTICUS

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance rapide : de 1 et jusqu'à 3 g /jour /individu dans de bonnes conditions. Il peut atteindre 3,5 kg de poids total.
- 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.
- 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 (**Eric Lacroix, Pisciculture en zone tropicale**).

2.3.5 CARACTÉRISTIQUES DE LA FAMILLE DE CLARIDAE

Les poissons chats Siluriformes forment un groupe diversifié de poissons à nageoires rayonnées. Nommé pour leurs éminents barbillons, qui ressemblent à des moustaches de chat, l'ordre est particulièrement diversifié dans la taille des espèces et le comportement des trois plus grandes espèces, le poisson chat géant du Mékong, le panga, de l'Asie du Sud-Est, le silure de l'Eurasie... L'ordre des Siluriformes comprend 33 familles, environ 400 genres et plus de 310 espèces dont 1200 vivent en Amérique. Le régime alimentaire est très variable aussi : détritivore avec des espèces qui mangent la matière morte et détritique sur le fond, herbivore à carnivore, et la plupart sont algivores. Il existe plusieurs types de poissons chats "blindés" et il y a aussi des types nus, sans aucune écaille. La grande majorité des grandes espèces est constituée de redoutables prédateurs et leur introduction, accidentelle ou intentionnelle, dans un milieu naturel non indigène les amène souvent à devenir une espèce envahissante et indésirable.

Les membres de l'ordre Siluriformes sont définis par des caractéristiques du crâne et leur vessie, la vessie natatoire. Les poissons chats sont d'une importance commerciale considérable; bon nombre des plus grandes espèces sont d'élevage en aquaculture ou pêchés pour la nourriture. Beaucoup de petites espèces, en particulier le genre *Corydoras*, sont importantes en aquariophilie. Beaucoup de poissons chats sont nocturnes, mais d'autres sont crépusculaires ou diurnes (les Loricariidés *Loricariidae* ou les callichthyidés *Callichthyidae* par exemple). Ils vivent dans des environnements d'eau douce et la plupart habitent l'eau douce courante peu profonde.

En tant qu'adjectif, Siluriforme désigne une forme, une morphologie de poisson, essentiellement d'eau douce mais cela peut s'appliquer à des poissons marins, généralement des poissons tels que le silure, le loricaire, le poisson chat.

Les Siluriformes (avec majuscule et au pluriel) forment un ordre regroupant tout un ensemble de poissons vivant le plus souvent proche du substrat, sur le benthos (**[www.aquaportail](http://www.aquaportail.com)**).

Ces grands poissons Clariidae sont des Siluriformes, une forme de poisson chat, dont le premier enregistrement fossile date du Pliocène inférieur. Leur distribution géographique est étendue, en Afrique et dans le sud et l'ouest de l'Asie (Philippines à Java). La famille des clariidés comprend environ 100 espèces appartenant à 16 genres. Ils sont communs en Afrique et au Moyen-Orient, ainsi qu'en Asie du Sud et de l'Est. Une des caractéristiques morphologique de la famille est de présenter des poissons avec une nageoire dorsale s'étendant sur une grande partie de la longueur du corps. Une particularité de cette famille de poissons est constituée par les organes supra-ramifiés (élargissement superficiel bien perfusé de la muqueuse pharyngée au-dessus des arceaux branchiaux dans le but d'utiliser de l'air-oxygène). Cette adaptation leur permet de survivre même dans des habitats pauvres en oxygène. Certaines espèces peuvent parcourir de courtes distances par voie terrestre. En conséquence, et à travers l'air qui respire, le poisson-chat à branchies peut basculer d'un étang à l'autre. Les caractéristiques communes incluent : la longue nageoire dorsale, qui couvre presque tout le dos, l'absence d'une première épine saillante, les larges ouvertures des branchies et quatre paires de barbillons (**googleweblight.com**).

2.3.6 CARACTÉRISTIQUES DE CLARIAS GARIEPINUS

C'est le *Clarias gariepinus*, une espèce de la famille des Claridae.

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. La taille maximale observée personnellement : 1,2 mètres à Bouaké.
- 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), ainsi que les cages. 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 et au Sénégal. 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 (**Eric Lacroix, Pisciculture en zone tropicale**).

2.4 ÉCOLOGIE GÉNÉRALE DES POISSONS

2.4.1 REPRODUCTION

2.4.1.1 GONADES

Comme les autres Vertébrés, les Téléostéens sont typiquement unisexués. Pourtant, dans quelques groupes, existe un hermaphrodisme plus ou moins régulier. Par exemple chez les jeunes Anguilles, bien avant la maturité sexuelle, la gonade comporte dans des portions différentes de grosses ovogonies et des spermatogonies bien plus petites. Bientôt, une de ces catégories cellulaires régresse, tandis que l'autre poursuit son évolution. On a donc affaire à un hermaphrodisme transitoire, juvénile, qui n'est jamais fonctionnel. Dans quelques familles (Sparidés, Serranidés), l'hermaphrodisme est la règle, chez certaines espèces au moins. La gonade est un ovotestis comportant des portions mâles et des portions femelles distinctes. Chez certains Serranidés, la maturation simultanée des deux portions de la glande a été observée, et la possibilité d'autofécondation peut être envisagée.

L'appareil génital des Téléostéens est simple comparativement à celui des autres Vertébrés. Les gonades paires (testicules ou ovaires, exceptionnellement ovotestis) sont logées au plafond de la cavité générale et y occupent un volume très variable suivant les espèces et surtout suivant la période du cycle sexuel, contrôlé par des facteurs internes (hypophyse en particulier), mais soumis également à l'action de facteurs externes (température, photopériode...). Les conduits génitaux (cf. appareil génital) sont de simples prolongements des gonades, qui n'ont rien à voir avec les canaux de Müller (pour la femelle) ou de Wolff (pour le mâle) qui habituellement chez les Vertébrés donnent naissance aux oviductes et aux canaux déférents. Les deux canaux symétriques, comme les uretères, se réunissent avant de s'ouvrir par un pore génital médian ventral distinct ou confondu avec le pore urinaire en arrière de l'anus. Chez certaines espèces, les œufs ou les spermatozoïdes, libérés dans la cavité abdominale, sont recueillis par de courts entonnoirs génitaux qui débouchent au pore génital. Les gonades des Téléostéens, comme celles des autres Vertébrés, associent à leur fonction d'élaboration des produits génitaux une activité hormonogène qui contrôle la vie sexuelle et détermine éventuellement les caractères sexuels secondaires (www.universalis.fr).

2.4.1.2 SEXE-RATIO

Le sexe-ratio ou sex-ratio (nom masculin[1] ou féminin[2], souvent abrégé en « SR»), encore appelé rapport des sexes ou rapport de masculinité, est le rapport du nombre de mâles et de femelles au sein d'une espèce à reproduction sexuée, pour une génération, ou dans la descendance d'un individu. C'est un indice biologique important, car la proportion de mâles et de femelles peut affecter le succès reproductif. Chez certaines espèces, le sexe-ratio peut être un indicateur de la température du milieu d'incubation (par exemple, les tortues, chez lesquelles le sexe ratio est fortement influencé dans l'œuf par la température) ou de l'exposition à des polluants qui sont aussi des perturbateurs endocriniens.

On distingue le **sexe-ratio primaire**, rapport du nombre d'individus de chaque sexe à la conception, du **sexe-ratio secondaire**, de chaque sexe à la naissance (ou éclosion), et du sexe-ratio tertiaire, rapport du nombre d'adultes de chaque sexe ([wikipédia](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sexe-ratio)).

2.4.1.3 LE DIMORPHISME SEXUEL

Par définition simplifiée, le dimorphisme indique la coexistence de deux formes distinctes. Chez les poissons, il est fréquent que la femelle soit plus petite que le mâle et soit moins colorée, mais cela n'est pas toujours une règle exacte...

Le dimorphisme sexuel chez certains cichlidés est étonnant : Le dimorphisme sexuel chez ce couple de cichlidés *Pelvicachromis pulcher* montre une femelle plus petite (en bas) que le mâle (en haut). Mais les couleurs, au cours du frai, sont à l'avantage de la femelle. Une partie du dimorphisme sexuel est provisoire.

2.4.1.3.1 LE DIMORPHISME SEXUEL PROVISOIRE

Chez les animaux susceptibles de changer de coloris, en particuliers les poissons, les différences apparaissent avant ou pendant le frai, ou durant la parade nuptiale.

En règle générale, une coloration très accentuée du mâle (le plus souvent, il existe quelques exceptions comme ci-dessus) s'accompagne quelquefois de l'apparition d'un "masque". Mais chez les poissons, la distinction par les oviductes des femelles en période de frai (plus gros et presque perpendiculaire au corps de la femelle) est très visibles chez les vivipares par exemple.

2.4.1.3.2 LE DIMORPHISME SEXUEL PERMANENT, ET SES CARACTÈRES

Outre un aspect provisoire avec une adaptation du patron de coloration, certaines espèces ont des caractères sexuels différents de façon permanente :

- Présence d'un organe de copulation, le gonopode (Poecilia wingei endler, Xiphophorus hellerii, etc.).
- barbillons (tentacules moins nombreux chez la femelle ancistrus...).
- Une squamation (région pectorale de la femelle Hoplosternum thoracatum totalement recouverte de plaques osseuses).
- Une réserve graisseuse chez les individus mâles (vieux Cichlidés, Steanocranus casuarius...).
- Une hypertrophie générale des nageoires chez les mâles (Aphyosemion, Betta...).
- Une forme des nageoires (concavité externe de la nageoire anale chez la femelle d'Hyphessobrycon bifasciatus, interne chez le mâle; nageoire caudale du xipho mâle terminée par au moins une épée -basse-); premiers rayons épineux de la nageoire dorsale plus long chez le mâle de Mikrogeophagus ramirezi que chez la femelle.
- La forme du corps (plus élancé chez le mâle de Pelvicachromis pulcher, mâle plus svelte chez Paracheirodon innesi...).
- Une coloration (femelle guppy Poecilia reticulata beaucoup plus terne comme les femelles Aphyosemion, Trichogaster (Colisa) lalius... femelle Melanochromis auratus dorée alors que le mâle est brun-violet..., (www.aquaportail.com)).

2.4.1.4 HERMAPHRODISME

C'est quoi l'hermaphrodisme ? L'hermaphrodisme est un phénomène biologique au cours duquel un individu peut être à la fois mâle et femelle. Il s'oppose au **gonochorisme**, où les individus ont des sexes bien séparés. Il existe deux grands types d'hermaphrodisme.

L'HERMAPHRODISME SUCCESSIF (OU SÉQUENTIEL) est le plus fréquent, avec les individus qui passent d'un sexe à l'autre. Cette alternance de sexe a été observée chez 27 familles de poissons avec trois configurations possibles.

- **L'hermaphrodisme protogyne** : le poisson naît femelle puis devient mâle. On retrouve cette caractéristique chez les labres, dont le poisson Napoléon, ou encore chez les mérous.
- **L'hermaphrodisme protandre** : le poisson naît mâle puis devient femelle. On observe ce phénomène chez les poissons-clowns, les daurades, ou encore les demoiselles.
- **L'hermaphrodisme bi-directionnel** : le poisson change de sexe plusieurs fois selon les besoins. C'est le cas par exemple du gobie vert qui vit dans les coraux.
- Qu'il s'agisse de protogynie ou de protandrie, le changement de sexe n'aura lieu généralement qu'une seule fois, à la différence donc de l'hermaphrodisme bi-directionnel.

L'HERMAPHRODISME SYNCHRONE (OU CONTINU) est un type plus rare, où les individus ont la possibilité d'avoir les deux sexes simultanément, tels le serran-chèvre et quelques Sparidés. Ce type d'hermaphrodisme permet l'autofécondation chez de rares espèces, comme le killi des mangroves (Kryptolebias marmoratus).

Un poisson hermaphrodite naît avec les deux sexes, il est bisexué. Ce phénomène d'hermaphrodisme est courant, mais ces poissons naissent tous avec le même sexe tout en conservant la faculté de se transformer en l'autre sexe. Les poissons hermaphrodites ne pratiquent pas l'autofécondation ! Certaines familles de poissons sont des hermaphrodites : **Amphiprion ocellaris** est un poisson hermaphrodite.

En milieu marin, le poisson-clown de mer naît mâle et seul le poisson dominant se transforme en femelle : il ne peut d'ailleurs y exister qu'une seule et unique femelle au sein d'un groupe hiérarchisé dans une anémone de mer. On parle alors d'hermaphrodisme dit **protandre**.

La **protandrie** mène à un hermaphrodisme protandre. On peut citer en exemple Nemo devenu populaire grâce à un dessin animé avec l'espèce *Amphiprion percula*.

À l'inverse, le poisson-ange naît automatiquement femelle par hermaphrodisme protogyne et quelques individus se transformeront en mâle dominant un territoire (www.aquaportail.com).

2.4.1.5 MATURITÉ SEXUELLE

La plupart des poissons atteignent leur maturité sexuelle quand ils ont la taille caractéristique (plus tôt pour les mâles que pour les femelles) et ce n'est pas nécessairement en rapport direct avec l'âge. Le développement gonadique produit une perte des réserves de protéines et de lipides du fait que l'animal ne se nourrit peu ou pas du tout, surtout si la reproduction coïncide avec une migration vers les frayères. Certaines espèces (saumon du Pacifique, anguille) ne parviennent à migrer qu'une fois et meurent. Ceci est dû au fait que ces espèces ne se nourrissent pas pendant la migration ; ainsi, la perte peut aller jusqu'à 92 % de leurs lipides, 72 % de leurs protéines (cas du saumon). La durée de la période du frai varie beaucoup. La plupart des espèces ont une périodicité saisonnière ; d'autres ont des ovaires mûrs à longueur d'année.

2.4.1.5.1 EXEMPLES DE REPRODUCTION

Voici trois exemples de reproduction :

- La bouvière pond 40 œufs dans un anodonte qui protège et oxygène les œufs. Sur 40 environ, deux arriveront à se reproduire ;
- L'ombre creuse un nid dans le gravier bien oxygéné. Sur 2.000 œufs environ, deux aussi arriveront à l'âge de la reproduction : il y a donc beaucoup de pertes ;
- Les corégones pondent plusieurs dizaines de milliers d'œufs très petits qui coulent au fond et ne sont pas protégés : deux aussi environ peuvent arriver à maturité.

On voit que les stratégies de reproduction sont très variables mais plus l'œuf est protégé, plus il est gros, moins il y en a, ce qui se vérifie souvent dans le monde animal (www.futura-sciences.com).

2.4.1.6 FÉCONDITÉ

La reproduction des poissons répond à des règles bien particulières et strictes selon les espèces élevées. Etat des lieux pour s'y retrouver.

2.4.1.6.1 LES OVOVIVIPARES (GUPPIES, PLATIES)

La fécondation interne s'effectue via l'organe copulateur des mâles, le gonopode, issu de la transformation des rayons de la nageoire anale. Ces ovovivipares portent des œufs dont l'éclosion s'opère avant ou après être issus de la mère. Les alevins sont d'ailleurs prêts à se débrouiller seuls. Si vous souhaitez assister à la naissance, vous pourrez voir un alevin sortir queue ou tête première mais également sortir en boule pour se déplier précipitamment.

2.4.1.6.2 LES VIVIPARES (GOODÉIDÉS)

Nous avons, là aussi, une fécondation interne. L'alevin est relié à la mère via un «**cordons ombilical**». Là encore, les alevins naissent autonomes avec les risques que cela comporte. L'intervalle à respecter entre deux pontes est le même que précédemment. Ici encore, l'absence de couple pour cette espèce entraîne généralement une répartition d'un mâle pour 3 ou 4 femelles.

2.4.1.6.3 LES OVIPARES (CHARACIDÉS, CYPRINIDÉS)

Dans ce cas, la fécondation est externe. Les femelles pondent les œufs très rapidement fécondés par les mâles. Chez les ovipares, les pontes peuvent s'effectuer toutes les semaines. Plus petits pour ces espèces, les alevins sont pris en charge et nourris dès que leurs réserves sont épuisées. Les pondes en eau libre : (Characidés, Cyprinidés....) Ces poissons pondent en pleine eau ou dans les touffes de plantes.

Ils libèrent alors des centaines d'œufs qui ne sont pas protégés laissés ainsi en pâture à certains adultes. Spécificité chez certains poissons de cette espèce, les œufs sont dits lucifuges (Characidés) ayant recours à l'obscurité pour leur développement. Dans cette catégorie, certains poissons collent leurs œufs (plantes ou même vitres) et les abandonnent

généralement (Corydoras, Rasbora), le Copella arnoldi collant, quant à lui, ses œufs hors de l'eau. Là encore, s'il n'y a pas de couple, les poissons pondent à plusieurs, le rapport mâle-femelle variant selon l'espèce.

Alors, toujours tenté par l'expérience ? C'est, en effet, un fabuleux domaine et puis...la Ferme des Animaux peut vous guider avec un grand choix d'aliments et de nourritures pour poissons ! (www.blog.lafermedesanimaux).

2.4.1.7 NIDIFICATION

"Ces poissons qui fond des nids", voilà un sujet que je pensais vite traiter. Mais c'était sans compter sur les multiples stratégies de reproduction des quelques 80 espèces colonisant nos eaux douces (France Métropolitaine). Si la plupart des poissons déposent leur œufs sur un support définis : **de la végétation ou un substrat minéral (gravier sable)**. D'autres espèces pondent leurs œufs **en pleine eau**. Ces œufs adhésifs se déposeront par la suite au grès de courants sur les substrats des fonds de rivière. Parmi les espèces qui ne pondent pas en pleine eau, quelques poissons ont choisi de déposer leurs œufs dans **un nid** afin de maximiser les chances de réussite de leur reproduction. Certaines espèces exercent même une garde de ce nid, des soins parentaux à la ponte et même aux alevins. On parle alors de gardien de nid. Mais ces soins et cette garde peuvent aussi être entrepris par des espèces qui n'ont pas à proprement parlé fabriqué de nid. De même, si certaines espèces accordent beaucoup de soin à la confection de leur nid, d'autres se contentent d'un nid très rudimentaire. Enfin quelques poissons pondent sous le gravier ou dans des interstices minéraux, sans que la littérature scientifique évoque la notion « de nid ».

Voici donc la liste commentée des poissons de France métropolitaine qui construisent un nid. **Les truites** pondent leur œuf dans des nids. Pour débiter, il existe dans la famille des salmonidés ("les truites"), quelques espèces très connues des pêcheurs qui confectionnent des nids. On peut d'abord évoquer les trois écotypes de truite (Salmo trutta : truite de mer, truite lacustre, truite de rivière).

2.4.1.7.1 TRUITE DE RIVIÈRE

Chez la truite, la femelle s'aide de sa queue pour creuser des nids de pontes ou poche d'œufs (cuvette de 10 à 20 cm de profondeur). Dans ces nids, sont déposés **les ovocytes**, immédiatement fécondés par le sperme du mâle puis recouverts, par la femelle, de gravier afin d'éviter leur entraînement par le courant. Pour préciser, la femelle creuse des nids de ponte en crête de radier. Les œufs de la première ponte sont recouverts par les graviers du second nid dont les œufs sont à leur tour enfouis sous les graviers du 3ème nid.

Le saumon atlantique (Salmo salar), autre espèce emblématique de la famille des salmonidés, présente aussi la particularité d'aménager un nid pour sa reproduction. Avant de pondre, la femelle creuse à l'aide de sa nageoire caudale, une ou plusieurs excavations. Le nombre de nid dépend du nombre de mâles présents sur la frayère. On dénombre généralement entre 1 et 5 nids de pontes creusés dans un lit de galets. Toujours chez les salmonidés, la truite arc en ciel (Oncorhynchus mykiss) ainsi que l'omble de fontaine (Salvelinus fontinalis), deux espèces introduites à des fins halieutiques, sont des poissons qui constituent des nids sur des fonds de graviers galets. Mais, la reproduction en France comme en Europe de la truite arc en ciel est exceptionnelle. De même, l'omble de fontaine forme seulement quelques populations viables dans les régions des Alpes, du Massif Central, du Jura, des Vosges, des Ardennes et des Pyrénées.

2.4.1.7.2 OMBLE DE FONTAINE

Enfin, l'ombre commun (Thymallus thymallus) enfouit ces œufs dans le sédiment (galets, graviers, sables grossiers), sans constituer de nid. En effet, pour leur reproduction, les géniteurs étroitement accolés, enfoncent la partie postérieure de leur corps dans le gravier par des vibrations rapides de leur pédoncule caudal.

2.4.1.7.3 OMBRE COMMUN

Le black bass pose ses œufs dans un nid. Pour poursuivre et changer de famille, il convient de citer les centrarchidés dont « les représentants » entreprennent la construction d'un nid lors de leur reproduction. On peut citer **la perche soleil** et **le black bass** pour les plus connus. Pour les moins connus, il faut évoquer le crapet de roche. Ces trois espèces, toutes présentes en France Métropolitaine, sont ce qu'on appelle **des gardiens de nids**.

La perche soleil (Lepomis gibbosus) est un nidificateur peu exigeant. Un nid plat fait d'une excavation de fond sableux et de divers matériaux végétaux fait très bien l'affaire. Plusieurs femelles pondent dans un même nid qui sera surveillé par un mâle. Par la suite, le mâle surveille plusieurs jours les alevins après leur éclosion.

Chez le **black bass (Micropterus salmoides)**, le nid est confectionné par le mâle. Ce nid, peu profond en forme de cuvette (30 à 50 cm) est généralement constitué sur un fond sablonneux voir graveleux. Lorsque les substrats minéraux viennent à manquer, les black bass peuvent se reproduire dans une "dépression" sur des fonds de glaise dure, des branches et des bois. Les femelles déposent leurs œufs dans plusieurs nids. Le nid est gardé par le mâle qui ventile aussi les œufs. Mais son rôle ne s'arrête pas là, puisque ce dernier protège les alevins pendant 2 à 3 semaines. Enfin chez le **crapet de roche (Ambloplites rupestris)**, c'est aussi le mâle qui construit le nid sur un fond de sables grossiers ou de graviers. Comme pour le black bass et la perche soleil, le mâle garde les œufs puis les alevins.

2.4.1.7.4 CRAPET DE ROCHE

Le **sandre** pond dans un nid Autre espèce bien connue des pêcheurs, mais dans une autre famille, celle des percidés, le **sandre (Stizostedion lucioperca)** aménage un nid rudimentaire. C'est au mâle que revient cette responsabilité. Ce dernier semble même rester fidèle année après année au même site de reproduction. Non seulement le mâle aménage le nid, mais il le garde et l'entretient en réalisant un nettoyage des particules de vase par la création d'un courant généré par le battement de ses nageoires. Lors de la garde du nid, le mâle présente un comportement très agressif : s'attaquer à un plongeur ne lui fait pas peur. Dans un tout autre genre, le **poisson chat (Ictalatus melas)** fabrique aussi un nid pour sa reproduction. Pour cette espèce, c'est la femelle qui confectionne le nid dans un fond sablo-vaseux ou de gravier ou encore parmi la végétation. La ponte est ensuite gardée et défendue (avec agressivité) par les parents qui procèdent à la ventilation (**Rem, sandre sur frayère 2015**).

2.4.1.8 ÂGE ET CROISSANCE

L'examen des écailles des poissons, la **scalimétrie** est souvent utilisée pour déterminer les rythmes de croissance et de préciser l'âge des individus. La croissance des poissons varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment selon les **caractéristiques génétiques** et les **conditions de vie**. Cette croissance qui n'est pas constante durant toute la vie, se trouve influencée par la température de l'eau. C'est ainsi que les saisons rythment régulièrement la croissance des poissons. Les phases de croissance se répercutent sur le développement des parties calcifiées, notamment les écailles. Elles se marquent sous forme de zones claires à stries espacées pour les périodes de croissance rapide (printemps et été) et de zones foncées à stries serrées pour les périodes de croissance brute (automne - hiver). L'alternance de ces zones permet de compter, en particulier, le nombre de zones foncées servant à déterminer l'âge du poisson.

La scalimétrie fournit des informations importantes sur le fonctionnement des populations piscicoles et trouve directement son application pour la gestion de la pêche. Ces informations sont exploitées pour déterminer la taille légale de capture, censée permettre aux poissons concernés de se reproduire au moins une fois.

C'est ainsi que pour les truites dans le département des Pyrénées Orientales les tailles réglementaires sont de 20 cm dans les cours d'eau et de 23 cm dans les plans d'eau de montagne. Deux exceptions pour les truites des cours d'eau des vallées de la Rotja et de Mantet avec une taille portée à **23 cm en 2007** et pour les truites du plan d'eau des Bouillouses avec une taille portée à **30 cm en 2004**.

Pour les truites les prélèvements d'écailles doivent se pratiquer sur le flan du poisson dans la zone située sous la nageoire dorsale. L'interprétation des lectures d'écailles nécessite un matériel optique spécialisé et passe par le savoir faire du technicien. La fiabilité des informations doit aussi reposer sur un nombre important de prélèvements. A cet effet la collecte d'écailles, destinée à vérifier la croissance des truites des lacs du massif du Carlit, qui a été mise en place à la fin de l'été 2008 se poursuivra à la même période en 2009. Une nouvelle fois nous comptons sur les pêcheurs pour y participer activement (www.peche66.org).

2.4.1.8.1 LA SCLÉROCHRONOLOGIE

« La sclérochronologie, discipline qui étudie les pièces calcifiées dans le but de reconstruire l'histoire vécue par les organismes vivants, est essentielle pour la connaissance de la biologie des poissons et pour la gestion des pêches ». Cette discipline regroupe plusieurs techniques qui permettent notamment d'estimer l'âge d'un poisson à partir de l'observation de pièces calcifiées (noyau et stries de croissance). Les plus fréquemment utilisées sont la lecture des écailles ou scalimétrie et la lecture des otolithes ou otolithométrie. Différentes pièces calcifiées pouvant être utilisées dans les études de sclérochronologie et trois principaux types de structure (otolithe, écaille, squelette), (**d'après Panfili et al. 2002**).

2.4.1.8.2 LA SCALIMÉTRIE

La scalimétrie est une méthode permettant de déterminer l'âge des poissons (mais aussi des reptiles) à partir de leurs écailles. Elle est donc réservée par définition aux poissons à écailles et préférentiellement aux poissons des eaux des climats

tempérées. C'est aujourd'hui la technique la plus utilisée pour l'étude démographique des populations de Salmonidés. Les écailles grandissent à partir **d'un noyau (nucléus)** par adjonction de cernes concentriques successives (« circuli ») pendant toute la vie du poisson. Elles présentent donc des stries de croissance comparables à celles que l'on peut observer sur un tronc d'arbre coupé. Le rythme de croissance varie suivant les saisons, la température de l'eau, la quantité de nourriture disponible, l'état de santé, etc. En été, les eaux chaudes sont favorables à la croissance rapide des poissons ; celle-ci est matérialisée au niveau des écailles par un espacement régulier des cernes d'accroissement (**circuli épais et espacés**) formant des zones claires. En hiver en revanche les basses températures obligent les poissons à réduire leur métabolisme d'activité afin de lutte contre le froid ce qui diminue sensiblement l'espacement des cernes (**circuli fins et resserrés**). Le résultat de cette réduction des espacements est l'apparition d'une zone sombre appelée **anneau annuel de croissance** ou « **annulus** ». Très souvent les cernes d'été, plus espacés, coupent ou interrompent celles d'hiver. Ce phénomène ou « cutting over » est la confirmation de la présence d'un anneau de croissance annuel.

2.4.1.8.3 EXEMPLE DE SCALIMÉTRIE SUR UNE ÉCAILLE DE SAUMON

Les écailles sont le plus souvent examinées en lumière réfléchie ou transmise à l'aide d'une loupe ou d'un microscope binoculaire ou encore d'un lecteur de microfiche (optique X5 à X50). Le prélèvement, qui ne nécessite pas de tuer le poisson, s'effectue en général au dessus de la ligne latérale au niveau de la nageoire anale. Plusieurs écailles sont nécessaires car certaines peuvent être abîmées. A noter qu'une écaille qui tombe est toujours remplacée ! Dans la pratique, chaque annuli observé correspond à un hiver, il suffit de compter les annuli pour connaître le nombre d'hiver passés et donc déterminer l'âge de l'individu. La croissance des écailles est également sensiblement proportionnelle à la croissance du poisson, il est donc possible en théorie de calculer la longueur du poisson aux différents stades de sa vie et d'avoir une idée du taux de croissance selon la formule suivante : **Taille à n année** = (Taille totale mesurée x distance du noyau au nième annulus) / Distance totale du noyau au bord de l'écaille.

2.4.1.8.4 OTOLITHOMÉTRIE

En ichtyologie, les otolithes sont considérés comme de véritables « **boîtes noires** », indices de tous les événements marquants du poisson depuis sa naissance. **L'otohélite** est une concrétion minérale (carbonate de calcium) contenue dans l'oreille interne des poissons osseux (3 paires) formée par déposition des couches successives. L'accroissement annuel se manifeste généralement par la présence de deux zones concentriques successives, **une zone opaque** correspondant à la majorité de la croissance annuelle et **une zone creuse plus claire (hyaline)** formée par le ralentissement de la croissance. Comme pour la scalimétrie, l'âge est donc déterminé en se référant aux couches concentriques. Considérée comme plus fiable, l'analyse otolithométrique permet aussi une lecture plus fine avec plusieurs niveaux de résolution : accroissements journaliers, saisonniers et annuels. Cette méthode s'accompagne inévitablement de la mort du poisson et les techniques utilisées sont également plus complexes que celles requises pour les écailles (lames minces, microscope électronique...). Il a également été démontré que la composition chimique des otolithes comportent des marqueurs d'habitat. Une étude a ainsi été menée sur les saumons du bassin de l'Adour pour comprendre leur stratégie migratoire. A gauche : otolithe en coupe ; à droite : tronc d'arbre en coupe

Scalimétrie et **Otolithométrie** permettent donc en définitive d'enregistrer des données sur l'état d'une population piscicole: taux de croissance des individus, structure en âge de la population, dynamique de la population, etc. Ces analyses permettent également sur certaines espèces comme le saumon de déceler les marques de reproduction ou de fraie, voire des événements ou incidents ayant stoppés la croissance ...(Panfili et al.).

2.4.2 MODES DE VIE DES POISSONS

2.4.2.1 POISSONS PARASITES

Chez les poissons, on trouve deux sortes de parasites : **externes**, sur la peau, les branchies et les nageoires, et **internes**, dans la cavité abdominale ou sous forme de kystes sur les viscères et dans la chair.

2.4.2.1.1 QUELS SONT LES PARASITES DES POISSONS ?

Les parasites des intestins sont propres aux poissons et ne peuvent se reproduire chez l'Homme. Ce sont les plus observés par les pêcheurs. Le poisson se nourrit de végétaux ou d'animaux, espèces animales qui peuvent être porteuses de parasites et contaminer le poisson. Pour se développer, les œufs infectent le plancton, les crustacés, les escargots et, si les poissons mangent de ces organismes, ils pourront être porteurs de parasites. La majorité des parasites des poissons sont sans danger pour l'Homme. Toutefois, certains peuvent entraîner des problèmes de santé. Certaines espèces appartenant à **la famille des**

Anisakidae se trouvent chez le saumon atlantique, tandis que **Diphyllobotrium sp.** se trouve chez plusieurs espèces de poissons: saumons, truites, brochets, etc.

2.4.2.1.2 EXEMPLES DE PARASITES DE POISSONS

Parmi les parasites des poissons, on trouve : des vers plats de plusieurs espèces différentes comme **Diphyllobotrium sp.** dans la cavité abdominale ; **des copépodes (Salmincola sp.)** qui se retrouvent sur les branchies, les nageoires et la peau. Les parasites adultes se caractérisent, chez la femelle, par une coloration jaunâtre et la présence d'une paire de sacs à la partie postérieure du corps. Ces sacs contiennent les œufs en développement. Les parasites se transfèrent directement d'un poisson à un autre ; des virus qui causent **le Lymphocystis**, maladie qui peut s'observer chez presque toutes les espèces de poissons d'eau douce et d'eau salée. La peau et les nageoires sont couvertes de verrues, petites tumeurs comme des perles. Au cas où vous seriez pêcheur, renseignez-vous auprès des organismes adéquats de votre région ! (www.futura-sciences.com).

2.4.2.2 POISSONS COMMENSAUX

Certains animaux se nourrissent de certaines plantes, ou d'autres animaux, et la présence des seconds indique alors souvent la possibilité de voir les premiers.

D'autres relations que la prédation existent, toutes intéressantes à observer.

Voici 5 catégories de relations inter-espèces, classées suivant le profit qu'en tirent les espèces concernées :

- **Symbiose** : Nécessaire à la survie des deux espèces.
 - **Mutualisme** : Profite aux deux espèces.
 - **Commensalisme** : Profite à l'une, sans nuire à l'autre.
 - **Parasitisme** : Profite à l'une, au détriment de l'autre.
 - **Prédation** : Une espèce tue et mange l'autre.
- **Symbiose** : Association de 2 espèces différentes, qui ne pourraient survivre ou se développer dans un milieu donné sans cette association.
 - **Mutualisme** : Association de 2 organismes différents, qui en tirent un bénéfice réciproque.
 - **Commensalisme** : Littéralement, "manger à la même table". **Le commensal** est un organisme qui profite d'un autre organisme, sans lui nuire, mais sans lui apporter de bénéfice non plus. **Les rougets et les raies pastenagues** fouillent le sable pour se nourrir. Ils sont souvent suivis de poissons commensaux. **Les crabes pinnothères** vivent à l'intérieur de la coquille de divers bivalves, huîtres et moules en particulier. Ces dernières n'en tirent aucun bénéfice connu.
 - **Parasitisme** : Mode de vie d'un organisme qui est hébergé par un autre (l'hôte) et vit à ses dépens, sans le détruire.

Exemples de parasitisme : L'anilocre (*Anilocra sp*) est un crustacé qui s'accroche sur les poissons (particulièrement les labres, et souvent sur la tête) et vit de leur sang. Deux individus accrochés sur le même poisson peuvent communiquer et même se reproduire en utilisant le circuit sanguin de leur hôte. Quand plusieurs anilocres sont accrochés au même poisson, le plus gros de tous est la femelle. Sa présence contraint les autres anilocres à rester mâles. Quand elle meurt, l'inhibition cesse et le plus gros des mâles devient femelle à son tour. On a longtemps cru que c'était du commensalisme, mais en fait le remora nuit à son hôte. On a pu constater qu'il abîme sa peau à l'endroit où il se ventouse. **Le remora** est parfois employé pour pêcher; une ligne est attachée à son pédoncule caudal et le remora est ensuite libéré ; quand il s'est fixé à un autre poisson, le remora et son hôte sont remontés par le pêcheur.

L'aurin vit le jour à l'intérieur des holothuries, il s'introduit par l'anus, la queue en premier. Ce poisson se nourrit en partie des viscères de l'échinoderme. Quand cela devient trop insupportable à l'holothurie, elle expulse le poisson avec ses organes digestifs qu'elle est capable de régénérer par la suite.

Le crabe vert (Carcinus maenas) est parfois parasité par **la sacculine (Sacculina carcini)**, (www.puteauxplongee.com).

Le commensalisme, en écologie, consiste en une association d'espèces dont chaque individu est dit commensal. Mais cette commensalité n'est pas d'une nécessité vitale pour aucune d'entre elles. Cette association de deux organismes vivants au bénéfice de l'un et l'autre est donc aussi de l'inquilinisme.

Le commensalisme, en biologie, est une forme de relations entre deux organismes d'espèces différentes où un organisme bénéficie de l'autre sans l'affecter. Le commensal, l'espèce qui bénéficie de l'association, peut obtenir des éléments nutritifs, un abri, un soutien, ou la locomotion de l'espèce hôte, qui est sensiblement non affectée. La relation commensale a souvent lieu entre un hôte plus grand et un commensal plus petit; l'organisme hôte est non modifié, alors que les espèces commensales peuvent montrer une grande adaptation structurelle pour se conformer aux habitudes de l'hôte. Le commensalisme est parfois spécialisée comme la phorésie, l'inquilinisme et la métabiose.

- **Différences entre commensalisme, mutualisme, amensalisme et parasitisme**

Le commensalisme se distingue du mutualisme dans lequel les deux organismes bénéficient les uns des autres, diffère de l'amensalisme où l'hôte est affecté mais réel préjudice, et le parasitisme où le commensal profite de l'autre qui est lésé.

- **La phorésie** est une forme particulière de commensalisme ne concernant que le transport, principalement chez les arthropodes.
- **La métabiose** est une dépendance plus indirecte, dans laquelle un organisme crée ou prépare un environnement approprié pour leur vie ou habitat.
- **La synanthropie** est une relation commensale d'un animal avec l'Homme : les blattes, les pigeons, les souris et rats vivent auprès de l'Homme.

Pour les organismes commensaux, en biologie, la symbiose est un terme généraliste qui regroupe, sans les préciser, les différentes formes de relations de coopération, désignant à la fois le commensalisme, le mutualisme, l'amensalisme et le parasitisme.

Exemples de commensalismes : Le rémora, associé aux requins, raies, grandes tortues marines et d'autres grands poissons, tout comme le poisson-pilote, se nourrit des restes des repas de leurs hôtes. De nombreux oiseaux se nourrissent des insectes attirés et repoussés par les mammifères lors du pâturage : l'oiseau est alors un commensal de l'animal (www.aquaportail.com).

2.4.2.3 POISSONS D'EAUX DOUCES

Les nombreux écosystèmes aquatiques d'eau douce abritent une diversité biologique unique. Celle-ci se caractérise par sa capacité à survivre dans des environnements d'eau douce et par sa sensibilité aux changements physico-chimiques que subissent souvent les eaux qu'elle habite. Ces changements sont souvent dus aux actes irresponsables de l'Homme, dans les écosystèmes fluviaux du monde entier. Pour les poissons d'eau douce, la conservation et la protection de leur habitat naturel sont d'une importance capitale. En effet, ils remplissent des fonctions importantes en tant que corridors biologiques, agissant également comme des membranes semi-perméables qui permettent et contrôlent le flux de matière et d'énergie au sein de l'écosystème.

2.4.2.3.1 TYPES DE POISSONS D'EAU DOUCE

Afin de savoir quels types de poissons d'eau douce existent dans la nature, nous pouvons nous baser sur différentes classifications qui répondent à diverses caractéristiques de ces poissons. Par exemple, selon la teneur en graisses et en nutriments fournis par les poissons de rivière comestibles, nous pouvons faire la distinction suivante :

- **Le poisson de rivière blanc** : il a un faible apport en graisse, car il ne fait pas de grands efforts énergétiques pour survivre dans les profondeurs des rivières dans lesquelles il vit.
- **Les poissons bleus de rivière** : ils ont une teneur en graisse plus élevée, en raison, entre autres, de leur grande capacité migratoire, qui nécessite un apport élevé en graisse et en énergie pour survivre. D'autre part, il est possible de classer **les poissons de rivière** en fonction du bénéfice que l'homme en tire, on trouve ainsi **les poissons de rivière comestibles** et **les poissons de rivière ornementaux**, comme le poisson guppy (*Poecilia reticulata*) et le poisson-ange (*Pterophyllum scalare*) aux couleurs vives. Dans les prochaines sections, nous citerons les noms d'autres espèces de poissons d'eau douce qui vivent dans ces intéressants écosystèmes à travers le monde. Nous soulignerons aussi certaines de leurs caractéristiques les plus étonnantes comme, leur capacité à remonter les rivières et à s'y reproduire.

2.4.2.3.2 POISSONS D'EAU DOUCE - LISTE DES NOMS

Vous trouverez ci-dessous des exemples de poissons de rivière figurant dans ces listes par pays :

Poissons de rivière en France et en Espagne

- Syngnathe de lagune (*Syngnathus abaster*)
- Luciobarbus sclateri (*Luciobarbus sclateri*)
- Loche du Languedoc (*Barbatula quignardi*)
- Truite commune (*Salmo trutta*)
- Esturgeons (*Acipenser sturio*)
- Poissons de rivière en Argentine (poissons de la rivière Paraná)
- Dourado (*Salminus brasiliensis*)

- Prochilodus lineatus
- Surubi (Pseudoplatystoma corruscans)
- Anguille des marais (familia Synbranchidae)
- Charracin (familia Characidae)

Poissons de rivière à Pérou

- Acaronia nassa
- Amblydoras nauticus
- Landonia latidens
- Rhamdia jequetepeque
- Brycon atrocaudatus

Poissons de rivière au Chili

- Aplochiton taeniatus
- Basilichthys australis
- Galaxias maculatus
- Mauleanum
- Aplochiton zebra

2.4.2.3.3 LES PLUS GROS POISSONS D'EAU DOUCE

Dans cette section, nous proposons une liste des noms des plus gros poissons d'eau douce qui existent dans divers écosystèmes fluviaux du monde :

- Arapaima (Arapaima gigas) - Amérique du Sud
- Lépisosté osseux (Lepisosteus osseus) - Amérique du Nord
- Poisson-chat géant du Mékong (Pangasianodon gigas) - Asie
- Esturgeon blanc (Acipenser transmontanus) - Amérique du Nord
- Béluga (Huso huso) - Amérique du Nord
- Potamotrygon motoro (Potamotrygon motoro) - Amérique du Sud
- (Polyodon spathula) - Amérique du Nord
- Perche du Nil (Lates niloticus) - Afrique
- Taimen (Hucho taimen) - Asie
- Requin-bouledogue (Carcharhinus leucas) - Amérique du Nord et Amérique du Sud. Cette espèce est distribuée dans le Nord et le Sud, mais on ne peut la trouver dans les eaux fluviales que dans le cas du fleuve Amazone, car dans certaines zones elle y pénètre.

2.4.2.3.4 LES POISSONS D'EAU DOUCE QUI REMONTENT LES COURS D'EAU POUR FRAYER

Saviez-vous que de nombreux poissons ont la capacité de remonter le courant sur de longues distances pour frayer ? Il s'agit de l'une des stratégies de reproduction les plus étonnantes du royaume des poissons. En effet, à une certaine période de l'année, l'horloge biologique de diverses espèces de poissons d'eau douce, leur dit de remonter le courant pour assurer leur reproduction et la survie de leur progéniture. Certains d'entre eux meurent au cours de ce long et épuisant voyage à contre-courant qui garantira la persistance de leur espèce dans la nature. Découvrons ici quelques-unes de ces espèces de poissons de rivière qui remontent le courant pour frayer :

- Aguilles (Anguilla anguilla)
- Gobie transparent (Aphia minuta)
- Goujon (Gobio gobio)
- Éperlan (Osmerus esperlanus)
- Esturgeon d'Europe (Acipenser sturio)
- Pejerrey (Odontesthes bonariensis)
- Sábalo (Prochilodus lineatus)
- Saumon (genre Salmo), (Sverlij, S. et al. 2007).

2.4.2.4 POISSONS LITTORAUX

Les poissons littoraux sont des poissons vivant près des côtes, au-dessus du plateau continental jusqu'à une profondeur d'environ 200 mètres. Les poissons littoraux sont également appelés **des poissons néritiques**. Le poisson littoral peut être un poisson récifal car la faune récifale vit obligatoirement près d'une côte continentale (www.aquaportail.com).

Le terme exact pour désigner les petits poissons que l'on retrouve dans les eaux peu profondes situées à proximité du rivage est **poisson fourrage littoral**.

Les poissons fourrages regroupent plusieurs espèces de poissons de petite taille (qui demeurent petits même lorsqu'ils sont adultes) ainsi que les jeunes stades de vie d'espèces de poissons de plus grande taille. Leur rôle est fondamental dans les écosystèmes aquatiques puisqu'ils servent de proies aux poissons prédateurs, qui sont généralement ciblés par la pêche sportive. Dans le contexte du lac Saint-Jean, il s'agit des petits poissons qui nourrissent le doré jaune, la ouananiche, le grand brochet, la lotte et la perchaude. Tout au long du mois de juillet, nos deux équipes : captureront les poissons dans un grand filet qu'on appelle **une seine de rivage** ; feront le décompte des poissons capturés ; identifieront sur place les espèces récoltées ; remettront les poissons à l'eau vivant.

Au total, nos 2 équipes effectueront 160 arrêts sur les rives du lac afin de couvrir l'ensemble du littoral du lac Saint-Jean. Avec ses 153 km de rivages, un arrêt sera fait à environ tous les 950 m (ou 3 000 pieds). Le rôle des poissons fourrages est fondamental dans les réseaux de la chaîne alimentaire. Ils servent de proies aux poissons prédateurs qui sont généralement ciblés par la pêche sportive. Dans le contexte du lac Saint-Jean, il s'agit des petits poissons qui nourrissent le doré jaune, la ouananiche, le grand brochet, la lotte et la perchaude.

L'écologie du principal poisson fourrage fréquentant les eaux profondes du lac Saint-Jean, l'éperlan arc-en-ciel, est maintenant bien connue, tout comme sa relation particulière avec la ouananiche (**Fortin et al. 2009**). Cependant, très peu de connaissances sont disponibles sur les poissons fourrages littoraux.

L'objectif du projet est de mesurer les variations interannuelles d'abondance des populations de poissons fourrages fréquentant la zone de rivage et ainsi établir si les populations sont stables, en hausses ou encore en baisses.

Parmi les 28 espèces de poissons répertoriées dans le lac Saint-Jean, on totalise 18 espèces différentes de poissons fourrages. La réalisation de ce projet permettra d'acquérir des connaissances sur les espèces de poissons fourrages suivantes fréquentant la zone littorale du lac Saint-Jean :

- L'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*),
- Le méné émeraude (*Notropis atherinoides*),
- Le méné à tache noire (*Notropis hudsonius*),
- Le naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*),
- La ouitouche (*Semotilus corporalis*),
- Les catostomidés juvéniles (0+; meunier rouge et meunier noir; *Catostomus* sp.),
- L'omisco (*Percopsis omiscomaycus*),
- Le fouille-roche zébré (*Percina caprodes*),
- La perchaude juvénile (0+; *Perca flavescens*).

Malgré leur rôle essentiel dans les écosystèmes d'eau douce (comme les lacs), les poissons fourrages littoraux sont boudés par la science. Pratiquement aucune étude les concernant n'a été réalisée ni ici ni ailleurs dans le monde. En s'étendant sur près d'une décennie, notre projet scientifique permettra de recueillir une quantité de données importantes dans un domaine encore largement méconnu : les poissons fourrages littoraux en eau douce, (www.unlacpourtous.fr).

2.4.2.5 POISSONS DE FONDS

Un poisson de fond est une espèce aquatique benthique qui vit au plus proche du substrat ou du décor en règle générale. Beaucoup sont en fait benthopélagiques, car ils évoluent aussi dans une partie supérieure de la colonne d'eau au dessus du substrat, du benthos. La nature du milieu aquatique est indifférente (eau douce, eau salée). **Le poisson de fond Ancistrus temminckii** est une espèce classique en aquarium qui occupe le fond benthique, vivant directement posé sur le substrat. L'ancistrus commun est adapté à l'aquariophile débutant par sa facilité de maintenance.

En aquarium d'eau douce, le poisson de fond (ou plutôt poisson benthique) est parfois appelé **laveur de vitre** car les espèces sont le plus fréquemment des poissons de la **famille des Loricariidés**, essentiellement des Ancistrus et les poissons chats en général, ou des loches comme le kuhli. Voir aussi comment distinguer un Ancistrus d'un Pléco. Mais tous les poissons ayant un mode de vie inféodé au décor (pierres, branches et racines, sable, etc.) sont considérés comme faisant partie des poissons de fond, y compris **des Corydoras**. Les biologistes utilisent également des termes spécifiques faisant référence aux poissons de fond, tels que **les poissons démersaux, les poissons benthiques et les poissons benthopélagiques**.

Parmi les groupes d'espèces de poissons de fond, on citera les poissons plats (flétan, plie, sole), les anguilles, la morue, l'aiglefin, l'achigan, le mérrou, la carpe commune, la brème et certaines espèces de poissons-chats et de requins. Les poissons de fond ne sont pas nécessairement des détritivores, bien qu'ils soient nombreux. Certains animaux se nourrissent au fond, se nourrissant de matériel végétal. D'autres animaux de fond peuvent se nourrir d'autres animaux et sont donc carnivores. Certains sont coprophages. De nombreux animaux de fond sont également capables de s'enfouir, tels que les poissons plats et les raies. Chez de nombreux animaux benthiques, un mécanisme permettant de traiter le substrat est souvent nécessaire. Chez le poisson, le sable sera pompé de la bouche à travers la fente branchiale. La plupart des poissons de fond présentent une région ventrale plate de manière à ce que leur corps repose plus facilement sur le substrat. L'exception peut être le poisson plat, qui est latéralement déprimé mais couché sur le côté. En outre, beaucoup présentent ce que l'on appelle **une bouche "inférieure" (infère)**, ce qui signifie que la bouche est dirigée vers le bas ; cela est bénéfique car leur nourriture est souvent inférieure à celle-ci dans le substrat. Les mangeurs de fond dont la bouche est dirigée vers le haut ont tendance à saisir leurs proies en train de nager. Certains poissons plats tels que le flétan ont en fait un oeil "en migration" (oeil migrateur) qui se déplace vers le côté du poisson tourné vers le haut à mesure qu'il vieillit.

En aquarium, le poisson de fond est populaire car il est perçu comme nettoyeur, surtout les algues qui poussent dans le bac. En règle générale, ils ne sont utiles que pour la consommation d'aliments supplémentaires (frais) laissés par d'autres organismes suralimentés ou maladroitement nourris ; la biomasse ajoutée d'organismes supplémentaires signifie que l'aquarium sera probablement plus sale. Certains "**mangeurs de fond**" spécialisés sont plus spécifiquement vendus comme "mangeurs d'algues" pour augmenter la quantité d'oxygène libre et l'attrait esthétique d'un aquarium. En pêche, la pêche du poisson de fond en eau de mer est soumise à de nombreuses réglementations. La récolte de poisson de fond d'eau douce n'est soumise à aucune réglementation car beaucoup d'espèces (notamment les poissons-chats) aspirent vivre énormément dans son habitat. Il existe des recommandations de pêche pour les poissons admis comme des espèces envahissantes (www.aquaportail).

2.4.2.6 POISSONS MIGRATEURS

Un poisson migrateur est un poisson qui effectue des déplacements, ou migrations, plus ou moins longs au cours de sa vie pour accomplir son cycle biologique. Certaines espèces appelées **holobiotiques** réalisent leurs migrations uniquement en eau douce, comme le brochet. D'autres espèces appelées **thalassiques** réalisent leurs migrations uniquement en eau salée, comme le hareng.

Les espèces migratrices présentes sur le bassin de la Loire sont **des espèces amphihalines** : elles effectuent une partie de leur cycle de vie en mer, et une partie en rivière. Elles-mêmes peuvent être séparées en deux catégories :

- **Les espèces thalassotoques** : Il s'agit de poissons amphihalins se reproduisant en mer, et venant grandir en rivière. L'espèce emblématique sur la Loire est **l'anguille européenne (Anguilla anguilla)** mais d'autres espèces thalassotoques sont présentes sur le bassin telles que le mulot porc et le flet.
- **Les espèces potamotoques** : Il s'agit des poissons amphihalins venant se reproduire en rivière, mais grandissant en mer. L'espèce emblématique sur le bassin est **le saumon atlantique (Salmo salar)**, mais il en existe d'autres comme les aloses ou les lamproies, ou l'éperlan. La migration vers la mer est appelée **catadrome** tandis que la remontée de la rivière est dite **anadrome**. Il est souvent fait un raccourci et nous pouvons lire que l'anguille est un "**thalassotoque catadrome**" mais il est juste de dire que sa migration génésique (de reproduction) est **catadrome**.

A partir du 19^{ème} siècle, les cours d'eau sont aménagés. Le bassin Loire-Bretagne compte ainsi plus de 12 000 seuils ou barrages, construits pour différentes raisons : utiliser l'énergie des cours d'eau, créer des plans d'eau, faciliter la navigation... Environ 60% d'entre eux n'ont plus aucun usage aujourd'hui, mais leur présence brise la continuité écologique nécessaire aux poissons migrateurs pour atteindre leur zone de reproduction et de croissance. Ajoutés à la dégradation de la qualité des eaux et l'exploitation non raisonnée de ces ressources, les barrages ont un impact fort sur ces populations, dont plusieurs sont aujourd'hui en danger critique d'extinction. Sept espèces sont visées par des dispositions réglementaires visant à améliorer l'état de leur population :

- L'éperlan
- L'esturgeon européen
- La grande alose et l'alose feinte
- La lamproie marine et la lamproie fluviatile
- Le Flet commun
- Le mulot porc
- Le saumon atlantique et la truite de mer
- L'anguille européenne, (www.logrami.fr).

2.4.2.7 POISSONS MARINS

Les poissons marins vivent exclusivement en milieu aquatique d'eau salée, en mer ou océan. Un poisson marin, aquicole, est plus ou moins antagoniste au poisson dulcicole, dulçaquicole, d'eau douce. On peut distinguer deux grands groupes de poissons d'eau de mer en fonction du mode de vie : **les poissons récifaux** sont ceux vivant aux abords des récifs coralliens, en climat tropical et subtropical quand **les poissons pélagiques** sont ceux vivant au large, en pleine mer. En aquarium, on élève quelques centaines d'espèces de poissons d'aquarium marin. Un poisson marin en aquarium, le poisson chirurgien d'Achille, espèce *Acanthurus achilles* : Ce poisson marin est un poisson récifal, il vit aux abords des récifs coralliens pour y manger des algues et des crustacés benthiques. **Les poissons coralliens** sont les poissons marins qui dépendent des madréporaires pour leur alimentation et leur mode de vie. Le fait qu'ils peuvent survivre sans coraux en aquarium ne prouve pas le contraire.

LES GRANDS TYPES DE POISSONS MARINS

Le maquereau est un poisson pélagique, mais **le poisson-clown** est un poisson récifal. Ces derniers poissons sont plutôt **benthopélagiques**, voir benthiques car ils vivent très proche du substrat du fond océanique. Rappelons que **le requin** ou **la raie pastenague** sont des poissons marins, des poissons cartilagineux qui les distingue des poissons osseux, mais **la baleine** et **le dauphin** sont des mammifères. Les poissons ont la queue en position verticale (haut-bas) quand les mammifères marins ont leur queue horizontale (gauche-droite), (www.aquaportail.com).

Pour attraper le poisson, le pêcheur doit savoir où le trouver. Le poisson se trouve presque partout, dans l'eau, où il y a suffisamment de nourriture, d'oxygène et de couvert où se dissimuler. Près de chez vous, se trouve sûrement un plan d'eau où vivent des poissons. Mais pour en attraper un, vous devez d'abord découvrir où il se cache. Tous les types de poissons ne vivent pas dans les mêmes types d'eau. Le poisson peut tolérer différentes conditions environnementales, par exemple :

- De différentes quantités de sel
- De différentes quantités d'oxygène
- Différents types et quantités de nourriture
- Différentes températures d'eau
- Différents secteurs où se cacher (couvert et fond), etc.

2.4.2.7.1 SALINITÉ (QUANTITÉ DE SEL)

L'un des principaux facteurs qui différencient un type de poisson d'un autre est le sel. Certains poissons ne peuvent pas vivre dans un environnement salin, et d'autres ont absolument besoin de sel pour survivre. Toutefois, certaines espèces de poissons peuvent vivre autant en eau salée qu'en eau douce !

• Eau douce

L'eau douce contient bien moins de sel que l'océan. La plupart des étangs, des réservoirs et des rivières au Canada sont des cours d'eau douce. Les poissons couramment trouvés dans l'eau douce sont la carpe commune, la marigane, l'achigan, la perche, le maskinongé, le grand brochet, la truite et le doré jaune.

• Eau salée

De nombreuses espèces de poissons vivent dans l'eau salée des océans. Ce sont les reins du poisson qui lui permettent de bien équilibrer la teneur en sel dans son corps. Les poissons d'eau salée les plus courants sont la morue charbonnière, la morue franche, la limande à queue jaune, le bar d'Amérique (aussi en eau douce), la truite mouchetée, le tarpon, le thon, le flétan, le sébaste, la perche blanche, la morue-lingue et le vivaneau à queue jaune.

• Eaux saumâtres

Un estuaire est l'endroit où les ruisseaux et rivières d'eau douce se mélangent à l'eau salée de l'océan. La quantité de sel (la « salinité ») change chaque jour au gré des marées, de la pluie ou des sécheresses. Cette eau est appelée « eau saumâtre ». Le changement de la salinité détermine les types de poisson pouvant y vivre.

Certains poissons vivent en eau salée, mais nagent contre le courant dans l'eau douce pour aller pondre. Ces poissons sont appelés « anadromes ». Ils incluent le saumon et quelques types de truite.

2.4.2.7.2 OXYGÈNE

Sans un bon approvisionnement en oxygène dans l'eau, le poisson ne peut pas survivre. Certains poissons, comme la carpe, peuvent vivre avec moins d'oxygène que d'autres, comme la truite. Qu'est-ce qui affecte la quantité d'oxygène dans l'eau? Les plantes vivaces dans un lac ou un ruisseau infusent de l'oxygène dans l'eau grâce à la photosynthèse – le processus selon lequel la lumière du soleil est utilisée pour produire de la nourriture. L'oxygène provenant de l'air environnant peut aussi pénétrer dans l'eau. Dans un ruisseau, l'eau qui s'écoule en traversant des rochers assimile de l'oxygène qui vient de l'air. Les plantes en décomposition utilisent l'oxygène dans l'eau pour se décomposer. La pollution, en de nombreuses formes, réduit la quantité d'oxygène dans l'eau. Les produits chimiques déversés dans l'eau piègent l'oxygène et le retirent du système naturel. La pollution thermique – le réchauffement de l'eau par les industries – réduit la quantité d'oxygène que l'eau peut contenir. La température de l'eau affecte la quantité d'oxygène que l'eau peut retenir. L'eau plus froide contient davantage de molécules d'oxygène que l'eau plus chaude. Les niveaux d'oxygène varient d'un endroit à l'autre dans le même cours d'eau.

2.4.2.7.3 NOURRITURE

La quantité et le type de nourriture à la disposition des poissons jouent un rôle important en ce qui a trait à sa présence dans un plan d'eau particulier. Le niveau de concurrence avec les autres poissons joue aussi un rôle. Chaque type de poisson a sa propre échelle de température où il peut survivre. Certains poissons vivent dans une vaste échelle de température alors que d'autres ont besoin d'eau plus froide. Bien que les poissons n'arrivent pas toujours à trouver la température exacte qu'ils désirent, ils se trouvent souvent dans de l'eau dont la température s'en rapproche.

L'eau dans laquelle vit le poisson doit contenir suffisamment d'oxygène. Une eau de bonne qualité accueille plus d'espèces de poissons et de plus vastes populations de poisson que l'eau polluée. L'eau stagnante, polluée ou manquant d'oxygène n'accueille qu'un nombre limité de poissons.

2.4.2.7.4 QUALITÉ DE L'EAU

La qualité de l'eau affecte différentes espèces de différentes façons. Certains poissons peuvent vivre dans une eau de qualité plus pauvre que d'autres. Par exemple, la carpe peut vivre dans des eaux que la truite ne pourrait pas tolérer.

2.4.2.7.5 COUVERT

Le couvert, comme les plantes aquatiques, les roches, les souches, etc. est essentiel pour de nombreux types de poissons. Le poisson choisit un type particulier de couvert pour deux principales raisons. Tout d'abord, il peut s'y dissimuler de ses ennemis. Ensuite, le couvert le met en très bonne position pour attraper un repas qui passe ou nage sans méfiance, (www.Futurefisherman.org).

2.4.3 RÉGIME ALIMENTAIRE

2.4.3.1 PHYTOPLANCTONOPHAGES

Un organisme planctonophage se nourrit de plancton, par exemple, la plupart des larves de poissons et beaucoup de poissons pélagiques. Dans le cas des poissons, c'est un poisson se nourrissant de phytoplancton ou de zooplancton.

Un cycle alimentaire planctonophage : mysis diluviana et les poissons planctonophages (planctivores) partagent des ressources de proies préférées (zooplancton de cladocères) et des prédateurs (touladi). Les flèches pleines indiquent des interactions directes positives (p) et négatives (a) liant les mysis aux poissons planctonophages, et les flèches en pointillés représentent des interactions indirectes négatives. Des interactions similaires entre les poissons planctivores et mysis sont omises pour plus de clarté.

Planctonophage est un synonyme valide de planctophage, lequel est un mot raccourci théoriquement invalide. Une espèce planctophage se nourrit de plancton. Théoriquement, le vrai mot à utiliser serait plutôt planctonophage... Les gobiodes sont de petits poissons coralliens qui vivent dans des coraux et sont planctophage, par exemple : **Gobiodon quinquestrigatus**. Le régime trophique est appelé **planctotrophie**. Un organisme **planctonivore** est un synonyme direct de planctonophage, c'est juste la version latine au lieu de l'origine grecque qui a été privilégiée. Les poissons micro-prédateurs sont le plus souvent panctonivores.

Quelque soit l'appellation, **les planctonophages** désignent des animaux prédateurs du plancton, quelle que soit sa taille (du microplancton au mégaplancton) ; de nombreux organismes planctonophages font partie du zooplancton (carnivore et omnivore). Un organisme dit **nanophage** qualifie des animaux (ou des organismes) mangeurs de plancton, ou des organismes de très petite taille. Voir microphage, macrophage, planctophage, bactériophage (www.aquaportal.com).

Les consommateurs de 2ème ordre sont carnivores ou Omnivores. Dans ce dernier cas, ils font également partie des consommateurs de 1er ordre :

On peut discriminer les différentes espèces sur la spécialisation de leur régime alimentaire.

- **Les planctonophages diurnes** : ils se nourrissent des organismes tant de nature végétale (phytoplancton) qu'animale (zooplancton) qui vivent en suspension dans l'eau. Les petits poissons planctonophages diurnes se regroupent souvent en bancs en pleine eau, au-dessus du substrat où ils peuvent trouver refuge en cas de danger.

Les Demoiselles (Pomacentridés) du genre Chromis ou Dascyllus sont planctonophages de même que le poisson cocher commun (Heniochus acuminatus).

- **Les Poissons clowns** sont planctonophages mais se nourrissent également de petits crustacés. Ils sont surtout connus pour leur association symbiotique avec les anémones de mer. Cette association est plus ou moins stricte : Certains poissons clowns n'établissent domicile que dans une espèce déterminée d'anémone tandis que d'autres logent indifféremment dans un grand nombre d'espèces.

A la Réunion, **Amphiprion chrysogaster** (nageoires anale et caudale noires bordées de blanc) se rencontre communément. Les Poissons clowns sont protégés des tentacules urticants par l'épaississement de la muqueuse qui devient 4 fois plus épaisse et par un mucus enduisant leur corps. Ce mucus empêche le fonctionnement des cellules venimeuses (nématocystes). Les poissons clowns ne sont pas immunisés contre le venin des cellules urticantes. En effet, s'ils sont séparés de leur anémone un certain temps puis replacés en contact, ils sont eux aussi paralysés. Un temps d'acclimatation est nécessaire aux poissons clowns pour se réfugier impunément dans les tentacules de leur anémone.

Si l'anémone assure protection aux poissons clowns, ceux-ci en contrepartie la défendent contre les prédateurs. Ils la débarrasseraient également des petits crabes parasites. Les poissons clowns adultes sont très territoriaux et ne tolèrent que les jeunes immatures. Ils partagent toutefois leur anémone avec des crevettes symbiotiques, du genre Periclimenes ou Thor, et des juvéniles de la demoiselle Dascyllus trimaculatus, les poissons dominos. Ces poissons monogames sont d'abord mâles puis femelles. La femelle est plus grosse que le mâle et inhibe son inversion sexuelle. Les œufs sont pondus à l'extérieur de l'anémone, à la base de la colonne assurant ainsi leur protection.

- **Les Barbiers (Anthiiné)** vivent en bande près des côtes rocheuses ou sur les faces exposées des récifs dont ils suivent la morphologie. Ce qui les conduit parfois à nager la tête en bas sous les surplombs. Ils se nourrissent de zooplancton.

Les mâles sont facilement reconnaissables par la présence d'un filament (3ème rayon de la nageoire dorsale) et leur coloration plus vive. On note la présence de 1 ou 2 mâles pour 10 femelles. Quand cette proportion diminue, certaines femelles changent de sexe.

- **Les Fusiliers(Caesionidés)** sont des poissons grégaires aux couleurs irisées, la nageoire caudale est très fourchue. Ces planctonophages vivent en bancs et se déplacent rapidement en pleine eau le jour.

- **Les Poissons fléchettes(Éleotridés)** apparentés aux Gobies, ont un corps allongé dont la nageoire anale et la deuxième nageoire dorsale sont longues et implantées l'une au dessus de l'autre. Ils se nourrissent de zooplancton en se tenant en pleine eau, au-dessus de leur terrier qu'ils regagnent au moindre danger.

- **Requin-Baleine** (longueur > 12 m), et **Raie Manta** (7m, 2T) : Les plus gros sont les plus connus. Ces poissons cartilagineux ou Chondrychthyens sont plus primitifs que les poissons osseux ou Osteichthyens.

- **Les planctonophages nocturnes** : ils sont généralement de couleur rouge avec de gros yeux, ils se réfugient dans des grottes ou dans le corail le jour.

- **Les Poissons soldats (Myripristinés)** appartiennent avec **les poissons écureuils(Holocentrinés)** à la famille des Holocentrinés.

Les premiers vivent en banc tandis que les seconds sont solitaires ou en couple et carnivores. Tous se réfugient le jour dans les mêmes cachettes. Les poissons soldats ne sont pas armés d'épines probablement venimeuses sur la joue comme les poissons écureuils. Ces poissons nocturnes peu visibles car de livrée rouge, possède de gros yeux adaptés aux faibles luminosités. Les poissons soldats chassent en eau vive des animaux planctoniques, des alevins et des petits poissons.

- **Apogons ou poissons cardinaux (Apogonidés)**: De petite taille, ces poissons possèdent 2 nageoires dorsales, une grande bouche, de grands yeux et sont souvent rayés. Les mâles incubent les œufs dans la bouche. Certaines espèces trouvent refuge dans les coraux le jour.

- **Poisson hachette (Pempheridés)** : De forme caractéristique, ils se rassemblent dans les grottes le jour et se dispersent la nuit pour aller chasser le zooplancton.

Un autre pemphéridé (*Parapriacanthus ransonnet*) de petite taille (voisin des Priacanthidés) forme des bancs gracieux qui ferment l'entrée des grottes en un ballet délicat de lumière dorée.

- **Les Poissons anges (Pomacanthidés)** : Solitaires ou en couples, sont territoriaux. Les jeunes vivent généralement dans les eaux côtières peu profondes et portent une robe différente des adultes ce qui a conduit à de nombreuses confusions systématiques. Les centropyges forment un groupe d'anges de petite taille et très coloré. Ce sont des brouteurs d'algues filamenteuses. Les autres espèces se nourrissent d'algues, d'éponges et de bryozoaires, ils seraient placés dans la catégorie que nous ouvrons ci-dessous (brouteurs d'invertébrés sessiles), (**F. Trentin**).

2.4.3.2 DÉTRITIVORES

2.4.3.2.1 DÉFINITION

La spécialisation alimentaire dite détritivore est celle d'une espèce qui se nourrit de restes organiques. Un grand nombre de crustacés et d'escargots sont considérés comme détritivores. Chez les poissons, les espèces qui se nourrissent de filaments d'algues et les espèces géophages sont parfois rangées dans cette catégorie de régime alimentaire.

2.4.3.2.2 EXEMPLES D'ESPÈCES

- Crevette Amano (*Caridina multidentata*)
- Crabe vampire (*Geosesarma* sp. Vampire)
- Mélie damier (*Lybia tessellata*)
- Poisson chat du Malawi (*Synodontis njassae*)

2.4.3.2.3 EXEMPLES DE TYPES CONCERNÉS

Poisson-chat nain et Poisson-phasme (www.fishipedia.fr).

2.4.3.3 ALGUIVORES

2.4.3.3.1 DÉFINITION

La spécialisation alimentaire dite alguivore, algivore ou algophage, est celle d'un animal qui se nourrit principalement d'algues (www.fishipedia.com).

Si les algues peuvent mettre en danger l'écosystème de l'aquarium, certains animaux sont d'une aide précieuse dans un aquarium pour réguler leur prolifération. Pour lutter contre celles-ci, une solution écologique est d'introduire dans l'aquarium des mangeurs d'algues qui se régaleront de ces indésirables : poissons de fond, escargots ou crevettes.

2.4.3.3.2 LES ALGUES DANS L'AQUARIUM

Les algues font partie de la vie de l'aquarium, et tant que leur présence reste minime, on s'en accomode. Une prolifération plus importante a une répercussion sur l'écosystème du bac : en cas de forte invasion, le taux d'oxygène peut chuter et menacer la vie animale. Les algues consomment aussi du dioxyde de carbone pour leur croissance, au détriment des plantes. Il peut en résulter une modification du pH et de la dureté carbonatée, aboutissant à une perturbation de l'équilibre du bac et un milieu hostile. Une plante colonisée par des algues est gênée et peut disparaître.

2.4.3.3.3 LUTTER NATURELLEMENT CONTRE LES ALGUES

La lutte écologique contre les algues est possible et donne des résultats performants uniquement si des changements sont intervenus afin de retourner vers un bon équilibre du milieu. En aquariophilie, il faut éradiquer au mieux ces indésirables. Laissez de côté les divers produits algicides du commerce pour vous tourner vers des poissons, crevettes et escargots pouvant assurer naturellement cette fonction. Et chaque type d'algues peut avoir son animal régulateur.

- Les escargots

Parmi les armes efficaces que la nature a mises à notre disposition, il y a les nérîtes, à raison d'un escargot pour une vingtaine de litres. Leur jolie coloration apporte une touche esthétique dans l'aquarium, sans oublier des formes sympathiques comme celles des nérîtes.

- La nérîte zébrée

Cet escargot mangeur d'algues a tendance à passer du temps hors de l'eau et est un très bon allié pour lutter contre les proliférations d'algues. La nérite râpe les petits points verts d'algues très durs délaissés par les autres espèces alguivores.

- **La nérite noire**

Elle ne quitte pas le milieu aquatique. Elle est plus efficace pour éliminer les petites algues encroûtantes vertes sur les vitres, le décor et les plantes à feuilles dures.

- **Septaria porcellana**

Cet escargot à la coquille aplatie et décorée est un alguivore efficace appréciant les grands volumes.

2.4.3.3.4 LES POISSONS DE FOND

Il existe plusieurs espèces de poissons mangeurs d'algues (ou poissons de fond) qui se régaleront de micro algues et de biofilm.

- **Le Garra flavatra**

Avec sa bouche en forme de ventouse, il passe son temps à sucer le décor et manger les plantes à la recherche de micro-algues et de biofilm végétal. Ce poisson grégaire joliment coloré apprécie une alimentation classique si l'apport en végétaux n'est plus suffisant. Il est disponible en tant que poisson d'élevage, et ne supporte pas un taux élevé de nitrates. Si les conditions de maintenance sont idéales (présence d'un courant d'eau notamment) les Sewellia et Gastromyzon, Pseudogastromyzon seront d'une aide précieuse. Ces espèces consomment le biofilm et participent à l'élimination des diatomées et des algues encroûtantes. Elles ne sont pas purement végétariennes, il est donc nécessaire de leur fournir des aliments carnés. Leur comportement, la façon dont elles se collent au décor, est un spectacle en soi.

- **Loricariidés**

Otocinclus affinis est idéal pour les petits bacs : sa taille modeste est un atout, son appétit pour nettoyer les plantes est à toute épreuve. Les algues encroûtantes naissantes et les gazons d'algues n'ont pas le temps de se développer qu'ils sont déjà tondus. Les algues visqueuses, les cyanobactéries de couleur bleu vert, sont délaissées par bon nombre d'espèces.

Crossocheilus oblongus est un microphage, plus actif lorsqu'il est jeune, qui lutte efficacement contre les algues pinceaux. Il est fortement actif le jour et doit vivre en groupe de plusieurs sujets dans un aquarium de plus de 100 litres.

Les Ancistrus sont intéressants comme poissons tropicaux à tout faire. Leur priorité n'est pas la présence des algues sur les feuilles des plantes. Par contre, ils sont efficaces sur les éléments du décor, comme les pierres. Ils apprécient particulièrement les racines qu'elles râpent, limitant ainsi les algues encroûtantes qui peuvent s'y fixer. La présence du bois dans l'aquarium est importante pour leur maintenance, car elles ont besoin d'une alimentation riche en fibres.

- **Les vivipares**

Certains vivipares sont plus connus que d'autres pour leur forte consommation d'algues. Ainsi, Ameca splendens, lorsqu'il est jeune, apprécie de sucer les algues et participe à leur limitation. **Poecilia sphenops** est une espèce solide, joliment colorée qui apprécie les végétaux, le zooplancton et le phytoplancton. Son action d'usure sur les algues pousse celles-ci à la régression. Sa reproduction étant facile, vous pourrez vite vous retrouver avec une armée de poissons anti-algues dans le bac.

- **Les crevettes**

De nombreuses espèces de crevettes d'aquarium existent pour lutter contre les mauvaises algues du bac. Découvrez les deux plus répandues en France : **la crevette d'Amano** et **la crevette à nez jaune (Xiphocaris elongata)**.

Crevette d'Amano (Caridina multidentata) est une infatigable nettoyeuse. Grégaire, elle est à maintenir à raison d'un individu pour 20 litres. Elle nettoie le bac, mais consomme modérément les algues. Se débarrasser des algues filamenteuses n'est pas une mince affaire. **Xiphocaris elongata** est appréciée pour cette tâche. Moins bien connue que la crevette d'Amano, elle aussi a un cycle de reproduction avec un stade larvaire marin. Adulte, elle ne supporte plus le sel et doit remonter dans les petits cours d'eau douce débouchant sur la mer. C'est la seule crevette à se délecter des algues filamenteuses vertes. Un seul individu suffit pour entretenir un bac de 100 litres. **Neocaridina davidi** est une très bonne mangeuse d'algue et détritivore. Elle participe à l'éradication des micro-algues dont elle raffole. Dans un bac bien planté, pour créer un espace sombre et sécurisant, elle est très efficace. Cette espèce grégaire se plaît en groupe de plusieurs dizaines de sujets. C'est une inlassable nettoyeuse picorant les algues toute la journée.

2.4.3.3.5 LES PLANTES ANTI-ALGUES

Certaines plantes sont connues pour avoir une croissance rapide et permettre l'épuration de l'eau en pompant littéralement les nitrates et en absorbant les éléments nutritifs disponibles au détriment des algues. Le fort développement de **Ceratophyllum demersum** ou **Hygrophila difformis** est une bonne prévention, notamment lors de la mise en route d'un bac neuf. **Hygroyza aristata**, plante de surface, lutte à sa façon contre les algues en puisant dans l'eau de grandes quantités de substances nutritives (www.autourdesanimaux.com).

2.4.3.4 HERBIVORES

Les poissons sont les vertébrés aquatiques les plus variés du monde entier, il est en effet possible d'en trouver dans presque tous les endroits où il y a de l'eau. Il existe un large nombre d'ordres et de familles, chacune ayant des caractéristiques uniques qui les différencient des autres. En même temps, il existe des différences quant à leurs besoins écologiques et style de vie, et leurs habitudes alimentaires en dépendront directement. Il est possible de trouver une infinité de formes d'alimentation et, en outre, les aliments consommés par chaque groupe sont très variés, à tel point qu'il y a des poissons qui se nourrissent juste de la viande d'autres poissons ainsi que de celle d'autres animaux (ils sont carnivores), d'autres filtrent l'eau et certains d'entre eux se nourrissent uniquement d'algues ou de végétaux.

2.4.3.4.1 CARACTÉRISTIQUES DES POISSONS HERBIVORES

Comme nous le disions précédemment, les poissons herbivores sont ceux dont la diète est basée sur la consommation de nourriture d'origine végétale. De manière générale, ils vivent dans les eaux chaudes des zones tropicales, et ils sont plus abondants que d'autres groupes de poissons, bien qu'ils soient également présents dans les zones tempérées. Ils contribuent réellement à l'équilibre écologique des mers, car il dépend d'eux que de nombreuses algues ou plantes aquatiques restent dans leurs limites et ne se développent pas outre mesure. De même, cela favorise le développement des coraux qui ont une croissance plus lente, de sorte qu'un changement dans l'abondance de certaines espèces de ces poissons pourrait entraîner des transformations drastiques dans les récifs, comme le fait d'être recouvert d'algues en peu de temps. D'un point de vue anatomique, ils ont certaines caractéristiques qui les différencient des autres poissons. Leur cavité buccale est généralement plus courte et arrondie, en plus, la majorité de ces poissons a des dents regroupés en rangées qui sont capables de triturer ou de gratter la nourriture, ainsi que pour creuser dans le sol. Les poissons-perroquet, par exemple, ont un bec dans lequel on retrouve des dents unies ou fondues dans la bouche, ces dernières leur permettent de gratter leur nourriture. En outre, leur système digestif se différencie des autres groupes que nous verrons par la suite. Certaines espèces pourraient être qualifiées de brouteuses, c'est-à-dire qu'elles broutent des algues (comme une vache le ferait dans une prairie), et qu'elles passent une grande partie du temps à se nourrir, car elles ont besoin de consommer un haut pourcentage d'algues ou de plantes vasculaires afin de couvrir leurs besoins nutritionnels et obtenir ainsi l'énergie suffisante.

2.4.3.4.2 QUE MANGENT LES POISSONS HERBIVORES ?

Ce groupe de poissons base son alimentation sur la consommation de matière végétale, que ce soit en se nourrissant d'algues de tailles différentes ou de plantes vasculaires aquatiques, ceci dépendra de la profondeur à laquelle ils habitent.

Comme nous le disions, ces animaux passent environ 90% du temps à la recherche de nourriture afin de se nourrir, car ce type d'alimentation leur apporte beaucoup de protéine végétale et de fibre, mais les quantités sont mineures, raison pour laquelle leur estomac est toujours en fonctionnement. De manière générale, ces poissons complètent leur alimentation avec d'autre type d'aliments, qui peuvent être d'origine animale, il est en effet très compliqué de parler de poissons strictement herbivores, toutefois, comme nous le verrons plus tard, certaines espèces consomment exclusivement des algues ou des plantes.

2.4.3.4.3 SYSTÈME DIGESTIF DES POISSONS HERBIVORES

Tous les poissons partagent des caractéristiques anatomiques générales, toutefois, chaque groupe a des différences liées à leur style de vie et à ses besoins écologiques. Dans le cas des poissons herbivores, l'estomac est une structure musculaire appelée gésier qui leur permet de triturer et digérer les fibres d'origine végétale. D'un autre côté, leur intestin est plus long que celui du reste des poissons, et il est plus long que le poisson lui-même, étant de 4 à 5 fois plus long que ce dernier, ce qui lui permet une bonne et lente absorption des nutriments.

2.4.3.4.4 NOMS ET EXEMPLES DE POISSONS HERBIVORES

- Poisson-perroquet bleu (*Scarus coeruleus*)

Appartenant à la famille Scaridae, ce poisson herbivore se distribue dans les zones tropicales et subtropicales à l'Ouest de l'océan Atlantique et de la mer des Caraïbes, où il vit dans les eaux peu profondes aux fonds sablonneux et aux récifs de coraux. Il peut mesurer de 30 à 80 cm et il est caractérisé pour sa couleur bleue intense et pour son "bec" situé au niveau de sa bouche formée des mâchoires ainsi que d'une bosse, présente chez les mâles et les femelles, sur la tête. Leur bec leur permet de se nourrir des algues disponibles dans les récifs de coraux, ce qui fait qu'ils participent au contrôle de leurs populations et, ainsi, empêcher qu'ils recouvrent complètement les coraux. En plus, ils ont des dents pharyngées, c'est-à-dire qu'au niveau de la gorge ils ont des dents qui leur permettent de ronger le corail et les roches tout en leur permettant de les triturer formant, de cette manière, du sable qui sera expulsé par le poisson. C'est ainsi que les poissons-perroquet bleu remplissent un rôle très important dans la formation de bancs de sable et de petites îles.

- Saupe brésilienne (*Kyphosus sectatrix*)

Appartenant à la famille Kyphosida, la Saupe brésilienne habite les eaux côtières tropicales et subtropicales tout autour du monde entier. On peut l'observer dans les zones houleuses et les endroits peu profonds où se trouvent des algues et des substrats rocheux et sablonneux. C'est un poisson qui mesure entre 50 à 70 cm et la forme de son corps nous donne l'impression qu'il a un long museau. Sa couleur varie entre les tons verdâtres à gris au niveau du ventre, mais des individus peuvent curieusement être de couleurs jaunes avec des taches. C'est un poisson qui forme des bancs et il est courant de les voir au côté d'autres espèces de poissons. Ils se nourrissent principalement des algues brunes, mais si la situation le requiert, ils peuvent aussi consommer des mollusques et des déchets de mammifères aquatiques, comme ceux des dauphins.

- Saupe (*Sarpa salpa*)

La saupe est un poisson herbivore de la famille Sparidae présent en Méditerranée, dans le Nord de l'océan Atlantique, le Golfe de Gascogne, le canal du Mozambique, les îles Canaries, à Madère et aux Açores. De manière générale ils vivent à environ 15 ou 20 mètres de profondeur. Il a un corps ovale et comprimé d'environ 50 cm de long, il est de couleur grisâtre avec des franges oranges caractéristiques situées sur les côtés du corps et il est possible d'observer sur son dos une seule nageoire dorsale. C'est une espèce grégaire qui nage toujours en compagnie et, bien que les adultes soient herbivores, les jeunes sont omnivores. Ils nagent toujours à plusieurs et ils consomment plusieurs types d'algues, dont la plupart appartiennent à des espèces exotiques toxiques, ce qui fait que sa consommation puisse causer des problèmes de santé chez les êtres humains. Comme il s'agit d'une des quelques espèces de poissons herbivores présentes en Méditerranée, les saupes remplissent un rôle important pour la sauvegarde de l'écosystème.

- Chirurgien bleu (*Paracanthurus hepatus*)

Aussi connu comme chirurgien-palette, ce poisson appartient à la famille Acanthuridae et on le retrouve dans de nombreuses mers du monde entier, comme en Australie, Asie et Afrique. Il vit dans des zones aux récifs coralliens à des profondeurs de plus de 30 mètres, utilisant certains coraux pour se cacher de certains prédateurs. C'est une espèce qui mesure environ 30 cm de longueur, il est de couleur bleu brillante sur le corps entier, deux franges noires sur les côtés et avec des nageoires pectorales et caudales sur lesquelles on peut voir des détails jaunes. Pour leurs couleurs et leur forme, ils sont fréquemment capturés par des aquariophiles. Les jeunes nagent généralement en groupes et ils se nourrissent exclusivement de plancton. Les adultes ne sont pas strictement herbivores, mais ils basent la majorité de leur alimentation sur la consommation de macro-algues.

- Poisson perroquet à bande rouge ou perroquet arc-en-ciel (*Sparisoma aurofrenatum*)

Ce poisson de la famille Scaridae est endémique à l'Ouest de l'océan Atlantique où il vit des Bermudas jusqu'au Brésil, incluant toute la partie des Caraïbes. Il peut vivre jusqu'à une profondeur de 70 mètres, mais en général il préfère les zones coralliennes où il y a des algues et des plantes marines qui font partie de son alimentation. Il est d'environ 30 cm de longueur et d'une couleur rougeâtre sur le corps entier, ses nageoires sont rouges et il est reconnaissable pour la tache noire qui se trouve derrière l'opercule, même si certains individus peuvent ne pas l'avoir. Les jeunes, pour leur part, sont de couleur plus brune/marron et leur ventre est rouge.

De manière générale, il se bouge en petits groupes et à l'époque de reproduction il se déplace dans les fonds marins où se trouvent des zones de broutages et où il se reproduit. C'est une espèce hermaphrodite protogyne, c'est-à-dire qu'il a les deux sexes jusqu'à l'époque reproductive, moment où il se transforme en mâle. Découvrez plus d'espèces animaux hermaphrodites!

- Poisson-chirurgien barbier océanique (*Acanthurus bahianus*)

Le Poisson-chirurgien barbier océanique appartient à la famille Acanthuridae et il vit dans les zones tropicales de l'océan Atlantique occidental où il vit dans des zones de récifs coralliens aux fonds sablonneux et en présence de prairies d'algues, étant une des espèces herbivores les plus courantes aux endroits où elle vit. C'est un poisson à la forme ovale et il peut atteindre plus de 30 cm de longueur. Il est d'une couleur brune/violacée avec des nageoires plus jaunes, un bec légèrement allongé et une petite bouche. Ils forment des petits groupes territoriaux, dans lequel se trouvent d'autres espèces, comme le chirurgien bayolle (*Acanthurus coeruleus*) avec lesquels ils patrouillent leur territoire où ils se nourrissent à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 40 mètres.

- Carpe de roseau (*Ctenopharyngodon idellus*)

Aussi appelé carpe herbivore, c'est un poisson de la famille Cyprinidae originaire d'Asie et qui est également présent en Sibérie et en Chine où il habite les fleuves aux eaux lentes et à la végétation aquatique abondante, pouvant se trouver jusqu'à 30 mètres de profondeur. C'est une espèce très tolérante à la salinité de l'eau ainsi qu'à la déficience d'oxygène. Ils peuvent mesurer plus d'un mètre et leur corps est de couleur brune/verdâtre. Il s'agit d'une espèce qui a été introduite aux États-unis et en Europe afin de contrôler la croissance de certaines plantes aquatiques. En outre, c'est un des poissons les plus utilisés en aquaculture, car il a une croissance extrêmement rapide. La carpe de roseau se nourrit principalement d'algues et de plantes atlantiques, mais il peut compléter son alimentation en consommant des détritiques ou des insectes.

- Carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*)

Cette espèce de poisson appartient à la famille Cyprinidae et il est natif d'Asie de l'Est. Il est possible de le voir en Chine et en Sibérie, en plus de certains d'autres pays où il a été introduit. Il vit en zones tempérées et subtropicales, dans des fleuves et lacs aux eaux lentes où il est courant de les voir proche de la surface. La carpe argentée mesure près d'un mètre de long et elle est d'une couleur verdâtre/argentée, d'où elle tire son nom. A différence d'autres espèces de carpes, ce poisson a des yeux situés au niveau du ventre. Son introduction à d'autres pays est due au fait qu'elles étaient utilisées pour le contrôle des populations des algues filamenteuses et de certaines espèces de plantes aquatiques, mais comme c'est le cas de la carpe koï, ses populations ont causé de nombreux problèmes écologiques dans certaines zones, car elles consomment tous types de plantes, et pas seulement celles qu'elles devaient contrôler, se convertissant ainsi en une espèce envahissante.

- Johannii (*Melanochromis johanni*)

Ce poisson est endémique du lac Malaewi en Afrique orientale où on le trouve dans des zones rocheuses de plus de 15 mètres de profondeur. Leur corps est allongé et il mesure environ 10 cm de long, la femelle étant plus petite et de couleur jaune ou avec des bandes plus obscures sur les côtés. Le mâle, pour sa part, a un corps de couleur bleu avec des bandes blanches ou plus claires sur les latéraux.

Le Johannii est une espèce tranquille et grégaire, bien qu'elle soit territoriale avec les mâles de la même espèce ou du même genre, car elles ont les mêmes couleurs et elle peut les confondre avec ceux de son espèce. De manière générale, elles consomment des algues collées aux rocs et au plancton et c'est pourquoi il est courant de les voir dans les fonds rocheux.

- Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*)

De la famille Cichlidae, la tilapia du Nil, comme son nom l'indique, est originaire du Nil, mais elle est aussi présente dans les régions du Moyen Orient où elle habite les eaux tranquilles et peu profondes. Son corps est ovale et comprimé latéralement, il mesure environ 60 cm de longueur et sa couleur est grisâtre, les mâles reproducteurs ont des couleurs rougeâtres au niveau de la nageoire caudale.

C'est une espèce qui présentement a été introduite dans d'autres régions pour être consommée, car il possède une large tolérance aux conditions environnementales et à l'alimentation. En outre, il se reproduit facilement et il compte sur une grande résistance aux maladies. Il se nourrit principalement de plantes aquatiques, mais il peut aussi consommer des petits invertébrés et filtrer des particules en suspension.

2.4.3.4.5 D'AUTRES POISSONS HERBIVORES

En plus des poissons herbivores mentionnés précédemment, nous pouvons également vous citer :

- Saupé cuivrée (*Kyphosus vaigiensis*)
- Scalaire (*Pterophyllum scalare*)
- Sphinx blenny (*Aidablennius sphynx*)
- Scarus taeniopterus

- L'os vert ou le Butterfish (Odax pullus)
- Batteur argenté (Kyphosus sydneyanus)
- Siganus vulpinus
- Rachis marbré (Siganus rivulatus)
- Rotengle (Scardinius erythrophthalmus)
- Gardon (Rutilus rutilus)
- Scartichthysviridis Nason à éperons bleus (Naso unicornis)
- Nasique (Naso brevirostris)
- Nain rouge (Centropyge multispinis)
- Poisson-papillon de Klein (Chaetodon kleinii)
- Poisson-chirurgien à deux taches (Ctenochaetus binotatus), **(Antoine Decrouy, 2020)**.

2.4.3.5 MOLLUSCIVORES

Le régime alimentaire molluscivore (ou malacophage) est une spécialisation du type carnivore, voir durophage, qui inclut des mollusques (mais pas forcément exclusivement), généralement des escargots dans l'alimentation. Les espèces molluscivores sont incompatibles avec les espèces conchylicoles. De nombreux Tetraodontiformes, comme ici un tétraodon nain d'eau douce, sont molluscivores. Un escargot, devenu très connu et assez commun dans les aquariums d'eau douce est Anentome helena, est un molluscivore très utile en milieu dulcicole pour amoindrir une population d'autres escargots envahissants. De nombreuses loches, du genre Botia ou tétraodons, tel que par exemple : Carinotetraodon travancoricus, sont molluscivores. Du latin **molluscivora** qui signifie "molluscivore". Les animaux molluscivores sont, d'une certaine, des molluscicides naturels ([www.aquaportail](http://www.aquaportail.com)).

Un molluscivore (ou malacophage) est un animal carnivore (éventuellement saprophage) qui se nourrit surtout de mollusques. **Carinotetraodon travancoricus** est un poisson molluscivore. Plusieurs espèces de poisson-coffre et de loches correspondent à cette catégorie. Les mollusques étant souvent bien protégés par leur coquille, l'évolution a doté les poissons molluscivores d'une denture et de techniques de prédatons très spécialisées. On les divise généralement en deux groupes :

- **Les « broyeurs »** , par exemple le poisson-coffre serait plutôt un broyeur car il utilise ses dents, semblables à un bec, pour casser la coquille et accéder à la chair à l'intérieur.
- **Les « slurpers »** , les loches sont des slurpers spécialisés qui se servent de leur museau de forme caractéristique pour saisir l'animal vivant à l'intérieur de la coquille (**Meunier F. ,2012**).

2.4.3.6 MANGEURS D'INSECTES

Des insectes, nourritures vivantes pour des poissons d'aquarium.

2.4.3.6.1 LES INSECTA, INSECTES

Aujourd'hui sont disponibles dans la plupart des commerces d'aquariophilie, des nourritures vivantes que l'on peut distribuer directement dans un aquarium ou bien utiliser comme souche pour démarrer un élevage. Les proies vivantes stimulent l'appétit des pensionnaires, leur activité, les fonctions hormonales, c'est donc une alimentation adaptée pour les reproducteurs, ainsi que pour quelques rares espèces et certains invertébrés qui n'acceptent comme alimentation que des proies vivantes.

Les alevins sont pratiquement tous alimentés à partir de nourritures vivantes, généralement de très petites dimensions. Les nourritures vivantes présentent aussi l'avantage de ne pas se décomposer immédiatement après leur distribution, laissant du temps aux pensionnaires pour les trouver. Ces nourritures vivantes se conservent quelques jours au réfrigérateur, entre 1 et 3°C, elles doivent être distribuées rapidement avec parcimonie et beaucoup d'attention sur leur innocuité.

Les nourritures vivantes les plus fréquentes sur le marché sont soit des vers : anguillula, enchytrées, lumbriculus, tubifex, soit des organismes microscopiques : infusoires, rotifères ..., soit des crustacés : Artémia salina, krill, Daphnie, soit des insectes: des drosophiles ou des larves d'insectes en particulier de moustiques ou de cousins les vers de vase, objet de cette page. Les Insecta, insectes en français, appartiennent à la branche animale **des Arthropoda**, c'est-à-dire que ce sont des invertébrés avec un squelette externe segmenté et articulé, dont des pattes articulées. Tous les insectes possèdent une tête, un thorax, un abdomen, six pattes deux antennes et quatre ailes parfois réduites à deux ou atrophiées ou absentes.

Les Diptères sont une catégorie d'insectes possédant une seule paire d'ailes, parfois absentes, ce sont les mouches, moucherons, moustiques et cousins. Les insectes se développent à partir d'œufs produisant des larves qui se transforment en

nymphes ou chrysalides avant de devenir adultes. Ce sont **les larves de Diptères** qui constituent généralement une excellente nourriture pour les alevins de poissons. Nous retiendrons comme nourritures vivantes à base d'insectes :

- Les larves de moustiques
- Les vers de vase
- Les drosophiles

2.4.3.6.2 LARVES DE CULICIDAE (MOUSTIQUES)

Les Culicidae forment une famille d'insectes communément appelés **moustiques**, ce sont des Diptères. Ils sont caractérisés par des antennes longues et fines, des ailes et les femelles possèdent un organe buccale rigide de type piqueur-suceur. Il existe 3 à 4 000 espèces de moustiques. Ces moustiques pondent dans l'eau des œufs, donnant une larve de très petite taille, larve qui par trois mues successives atteint une taille de 4 à 10 mm, pour ensuite passer par un stade de nymphe avant de devenir un moustique terrestre. Les larves vivent essentiellement en surface de l'eau, car elles ont besoin de l'air pour respirer.

2.4.3.6.3 LARVE DE MOUSTIQUE

Ces larves de moustiques sont disponibles sur le marché sous forme vivantes, lyophilisées ou gelées, elles sont utilisées comme nourriture en aquariophilie d'eau douce, elles sont commercialisées soit vivantes, soit lyophilisées ou congelées. Vivantes, elles sont appréciées par les espèces prédatrices : Cichlidae, Betta, Trichogaster, Trichopodus... Ces moustiques représentent le plus important groupe d'organismes vecteurs d'agents pathogènes transmissibles à l'être humain. Compte tenu de l'arrivée en France, ces dernières années, de moustiques porteurs de maladies très dangereuses pour l'homme, tout élevage de moustiques est fortement déconseillé.

2.4.3.6.4 LARVES DE CHIRONOMIDAE (VERS DE VASE)

Les Chironomidae (Chironomes) forment une famille d'insectes souvent appelés **cousins**, ce sont des Diptères qui ressemblent aux moustiques, mais les femelles ne possèdent pas d'organe buccal piqueur. Les Chironomes pondent leurs œufs dans l'eau douce, des larves s'en échappent, ce sont de petits vers rouge sang appelés **vers de vase**. Ils vivent au fond, dans la vase d'eaux boueuses stagnantes, souvent très polluées. Les larves de l'espèce Chironomus plumosus sont généralement proposées comme nourriture des poissons exotiques d'eau douce et comme appât pour les pêcheurs. Elles sont disponibles sur le marché sous forme vivantes, surgelée ou lyophilisée.

2.4.3.6.5 CHIRONOMUS PLUMOSUS

La Chironomus plumosus est l'espèce dite vers de vase, de couleur rouge il mesure 1 à 2 cm de long et environ 2 mm de diamètre. C'est une nourriture utilisée en aquariophilie d'eau douce, elle est fort riche en protéines et en conséquence, malgré que les poissons adorent ce met, il n'est pas conseillé de leur en distribuer souvent.

Les vers de vase sont commercialisés soit vivants, soit lyophilisés ou congelés. L'élevage est très délicat pour un amateur.

2.4.3.6.6 DROSOPHILA

Les Drosophila sont des petites mouches, dites "**mouches du vinaigre**", ce sont des Diptères de la famille **des Drosophilidae**, il en existe plus de 400 espèces. L'espèce **Drosophila melanogaster** est la plus connue et la plus utilisée dans les laboratoires, une mutation de cette espèce donne **des mouches aptères**, c'est-à-dire sans ailes ou avec de ailes atrophiées ne leur permettant pas de voler. Cette variété est élevée pour les besoins de nourritures de certains animaux comme les batraciens, mais aussi en aquariophilie. Ces mouches ont la particularité d'être résistantes à la radio activité. Elles sont aussi considérées comme des animaux domestiques (www.aquariophilie-aquarium).

2.4.3.7 MANGEURS D'ÉCAILLES

La lépidophagie (Lat. lepidos (écaille)) est le régime alimentaire qui consiste à manger des écailles de poissons. On la trouve chez certains poissons, comme le Catoprion mentonnier, ou les Perissodus du lac Tanganyika, dans au moins cinq familles d'eau douce et sept familles marines. Les branchiures, ou « poux de poissons » peuvent aussi présenter ce régime alimentaire. Les écailles de poissons sont une source de nourriture étonnamment nutritive, des couches contenant de la kératine et l'email,

ainsi que d'une partie dermique et une couche de mucus riche en protéines. Ils sont une source riche de phosphate de calcium ([fr.m.wikipédia](#)).

2.4.3.8 PISCIVORES

Un animal piscivore (du latin : piscis, « poisson » et vorare « avaler, manger ») ou ichtyophage (du [grec ancien], « mangeur de poissons », composé de ἰχθύς / ikhthús (« poisson ») et de φάγος / phágos) est un animal se nourrissant de poissons. Couleuvre d'eau (Nerodia sipedon) mangeant un poisson.

2.4.3.8.1 DANS LA NATURE

On connaît un large éventail d'espèces occasionnellement ou uniquement ichtyophages ; elles jouent un rôle important de régulation et un rôle éco-épidémiologiquement important d'« assainissement » (sélection naturelle, élimination des animaux malades...).

Les ichtyophages peuvent être :

- **D'autres poissons** (prédateurs tels que thons ou requins, avec aussi cas fréquents de cannibalisme chez certains poissons);
- **Des mammifères aquatiques** (phoques, orques par exemple) ; **des animaux non marins et non-aquatiques** (tels que le pygargue ou l'ours par exemple). Certaines espèces ne s'attaquent qu'aux cadavres de poissons (nécrophages), jouant alors un rôle important d'éboueur de l'environnement.

2.4.3.8.2 EXEMPLES

- Poissons piscivores (très nombreux)
- Oiseaux piscivores (exemple : aigrettes, hérons, cormorans, mouettes, goélands, balbuzards et aigles pêcheurs, martin-pêcheur), chauves-souris piscivores (assez rares), loutres, ours, ...
- Serpents piscivores (ex : couleuvres ou serpents jarretière (thamnophis)
- Tortues piscivores
- Méduses (marines ou d'eau douce)
- Arthropodes (passant tout ou partie de son cycle de vie sous l'eau, et adaptés à la capture des proies aquatiques tels que les petits poissons, têtards, grenouilles, etc.

Parmi les plus connus figurent **les scorpions d'eau (Nepidae)**, **les Belostomatidae** et **notonectes (Notonectidae)**, ou encore **les Corixidae** connus pour tuer et manger de petits poissons. Une espèce de trichoptère, **Plectrocnemia conspersa (pl)** (de la famille des Polycentropodidés) a aussi été observée se nourrissant sur les alevins de poissons, de même que certaines larves ou nymphes de libellules Cordulegaster (Cordulegasteridae) capables de tuer les poissons de plus de 2,5 cm de long. Les dytiques et d'autres coléoptères aquatiques (Hydrophilidae) mangent aussi de petits poissons.

- Araignées piscivores (appartenant le plus souvent aux genres Dolomedes et Nilus (« araignées de pêcheuses »). On a récemment montré que les araignées ichtyophages sont plus fréquentes qu'on ne l'avait d'abord pensé (**Helman G. et al. 2009**).

2.4.3.9 PÉDOPHAGES

Le pédophage se dit des poissons mangeant les oeufs d'autres poissons (une traduction donnerait littéralement : mangeurs d'enfants). Les pédophages du genre **Haplochromis** (ex-genre Lipochromis ; sous-genre Cleptochromis) habitant le lac Victoria ont un appareil spécialisé pour forcer l'ouverture de la bouche des femelles Cichlidés en incubation ([www.aquaportail](#)).

Dans le domaine restreint de la zoologie, les pédophages sont les animaux, essentiellement des poissons, qui se nourrissent (en général presque exclusivement) des œufs ou/et des alevins d'autres poissons ([wikipédia](#)).

2.4.3.10 ZOOPLANCTONOPHAGES

Un zooplanctivore est un animal se nourrissant de micro-organismes animaux constituant le zooplancton. Sont zooplanctivores divers poissons (les cirrhalabrus).

Bien que le plancton soit constitué de créatures minuscules, comme le krill, il est capable de constituer des masses colossales, seules à même de nourrir les corps énormes des baleines à fanons ([fr.m.wikipedia](#))

Un animal planctonivore ou planctophage se dit d'une espèce qui se nourrit exclusivement de plancton. Divers animaux marins sont planctonivores comme diverses espèces de poissons (requin-baleine, raie manta..) mais aussi certaines espèces de mammifères marins telle que la baleine bleue. Bien que le plancton soit constitué de minuscules organismes comme le krill, cette source de nourriture peut nourrir à elle seule les corps énormes des baleines à fanons ([www.manimalworld.net](#)).

2.4.3.11 TYPES D'ALIMENTS CONSOMMÉS PAR LES ESPÈCES (T. NILOTICUS ET C. GARIEPINUS)

2.4.3.11.1 RÉGIME ALIMENTAIRE DE TILAPIA NILOTICUS OU NILOTICA

Le Tilapia nilotica est un omnivore à tendance végétarienne. Son régime alimentaire au milieu naturel consiste d'une part de phytoplancton filtré par les microbranchiospines et prise par le mucus sécrétée par des glandes buccales. Les diatomées sont les plus importants (Freyer et Iles, 1972). En même temps, le T. nilotica consomme des zooplanctons, insectes aquatiques et toute sorte de sous produits agricoles dont le son de riz, le tourteaux de coton, etc. (Yashouv et Chervinski, 1971), (Hastings, 1973). Les besoins en protéines et l'équilibre en acide aminés sont les principaux facteurs affectant la croissance et posant le plus de problèmes quant à la source de nourriture. Pour toutes les espèces de poissons dont les études des besoins nutritifs sont faites, il y a dix acides aminés indispensables. La quantité de chacun de ces acides aminés présente dans l'aliment est liée directement à la croissance du poisson (Halver, 1976). Il existe des acides gras essentiels nécessaires aux poissons ; l'addition d'acide linoléique à l'aliment peut améliorer la croissance dans certains cas (Lee et Sinnhuber, 1972). Les lipides sont généralement bien digérés par les poissons et sont une bonne source d'énergie.

La digestion des glucides diffère largement avec l'espèce de poissons. Le T. nilotica à tendance végétarienne, il semble donc que l'alimentation composée peut avoir une haute teneur en hydrates de carbone comme source calorifique. L'augmentation d'énergie par lipides et glucides dans l'aliment peut introduire une économie des besoins en protéines (Phillips, 1972).

Les besoins en vitamines sont connus pour quelques espèces de poissons. Pour les poissons phytoplanctoniques dont le T. nilotica la vitamine thiamine B1 prend alors plus d'importance car les besoins de cette vitamine sont liés à la consommation d'hydrates de carbone. Les autres vitamines fonctionnent dans le métabolisme et système de coenzymes: le manque d'une vitamine spécifique est manifesté par le défaut d'un système (Halver, 1972). Les besoins de traces de minéraux sont très peu connus ; l'iode est nécessaire pour le fonctionnement du thyroid (Halver, 1976).

Quant à la physiologie de digestion, les enzymes actifs dans l'estomac et les intestins reflètent les habitudes alimentaires de chaque espèce de poissons. Pour T. nilotica, l'alimentation à haute teneur d'amidon a diminuée l'activité des protéases et augmentée l'activité des amylases (Nagayama et Saito, 1969).

Le T. nilotica a la capacité d'adaptation physiologique à certains aliments.

Pour l'élevage de T. nilotica en étangs, les granulés faites avec 31,7% de protéines, 36,6% d'ENA (extrait non azoté) et 6,7% de lipides ont donné de bons résultats (Hastings, 1973). Un aliment composé de tourteaux d'arachide et de soja, de farine de poisson, de levure de brasserie et de foie de boeuf a servi à nourrir T. nilotica en bac (Shell, 1967).

Pour l'élevage de Tilapia en cages, un mélange à 18% de protéine, 12,5% de lipides et 54,7 % d'ENA était mis en essai au Lac de Kainji (Konikoff, 1975). Un mélange simple de son de riz et de farine de poissons est utilisé en cages aux Philippines (Guerrero, 1977). Pour les premiers essais d'élevage à Kossou, une alimentation de volailles à 24,5% de protéines, 4,3% de lipides et 53,6% d'ENA a donné des résultats acceptables, mais il y a environ 30% de maïs concassé dans l'alimentation qui n'est pas bien digéré par le tilapia et le prix est excessif pour l'élevage de poissons.

Pour la composition des aliments complets de poissons, les sources des nutriments consistent pour la plupart de sous-produits industriels et agricoles. Parmi ces sous-produits, certains comme la farine et le son de riz, les drèches de brasserie, le remoulage de blé, les tourteaux de palmistes etc... sont actuellement disponible en Côte d'Ivoire et sont de bonnes sources d'hydrates de carbone. Les tourteaux de cotons, d'arachide et de copra sont de sources de protéines végétales; la farine de poissons est une source de protéines et de lipides animales. Il existe beaucoup d'autres sous-produits en Côte d'Ivoire, pourtant les problèmes d'approvisionnement, de conservation, de transport et de transformation sous forme de granulés ont prohibé leur mise en essai à Kossou. Les essais de formulation des aliments adaptés à l'élevage de T. nilotica en cages ont suivi les principes majeurs suivants:

- L'augmentation de calories par la haute teneur en hydrates de carbone et lipides afin d'économiser les besoins en protéines.
- L'introduction d'un complexe de vitamines dans l'aliment pour déterminer l'insuffisance de vitamines dans l'aliment.
- L'augmentation de la teneur en acides aminés indispensables pour voir l'effet sur la croissance.

Du point de vue économique, la substitution de certains ingrédients afin de diminuer le prix de l'aliment.

2.4.3.11.2 RÉGIME ALIMENTAIRE DE C. GARIEPINUS

Selon **Corbet (1958, 1961)**, *C. gariepinus* a un régime omnivore. Les jeunes se nourrissent d'insectes divers, de graines, de débris de végétaux ; les adultes consomment des poissons et des mollusques. Ce régime se retrouve chez ce poisson au niveau du Kou. Les Arthropodes, précisément les Insectes sont les proies préférées de *C. gariepinus*. Les débris de plantes et les petits poissons constituent leur alimentation secondaire, tandis que les batraciens sont leurs proies accidentelles. Ces batraciens ont été retrouvés au niveau des estomacs des poissons avant la saison des pluies. Cette période se caractérise par un faible taux de macroinvertébrés adultes au niveau de la rivière. Pendant les hautes eaux, les proies des poissons sont constitués d'adultes d'Insectes avec une préférence pour les Coléoptères. Ce constat ne met nullement en doute les résultats de **Coffman et Ferrington (1994)** qui affirmaient que la plupart des prédateurs aquatiques se nourrissent de Chironomidae a un moment donné de leur développement. En effet la bonne corrélation entre la densité des macroinvertébrés benthiques et le facteur de condition de Fulton, indique que ces poissons sont bien nourris pendant les périodes de prolifération des Chironomidae. Cependant, la chute de la valeur en début de saison serait liée au stress éventuel lié à tout début de saison des pluies dans les plans d'eau au Burkina Faso comme l'indiquait **Kabré (1994)**.

Selon **Paugy et Levêque (1999)**, les espèces de poissons se nourrissent des proies qu'elles trouvent dans le milieu où elles vivent et le régime alimentaire peut changer d'un endroit à un autre ou d'une saison à l'autre. Toujours selon ces mêmes auteurs, il y a une relation entre la forme de la tête et le régime alimentaire. Donc, la forme aplatie de la tête de ce poisson lui permet de racler les fonds de rivière donc de consommer en majorité les Chironomidae pendant les périodes d'étiage et les périodes de hautes eaux.

3 MILIEU D'ÉTUDE ET MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL

3.1 PRÉSENTATION DU MILIEU D'ÉTUDE

3.1.1 SITUATION GÉOGRAPHIQUE



Le site de Kalengera se repère spécialement en RDC dans la province du Sud-Kivu, ville de Bukavu et précisément dans la commune de Bagira. Il est limité au nord par le quartier Mulambula, au sud par le lac Kivu, à l'est par Bwindi et à l'ouest par la commune d'Ibanda.

3.1.2 HISTORIQUE DE SITE DE KALENGERA

Kalengera étant un site piscicole, est institué d'une symbiose de pêcheurs ayant une association dénommée "**COPEFIMA**" qui veut dire Comité de Pêcheurs au Filet Maillant sur le lac Kivu. Ce comité regorge toutes les étendues permanentes au sein du lac Kivu. COPEFIMA a été créé depuis 1995 tout en ayant une subdivision de 55 groupements. À l'époque du Rassemblement Congolais pour la Démocratie (RCD), COPEFIMA se répandait au Nord-Kivu et au Sud-Kivu.

Après la subdivision de celui-ci, chacune de ces provinces était restée indépendante dans la gestion des activités piscicoles qui se pratiquaient sur le lac Kivu. Signalons que dans le Nord-Kivu, il y a encore quelques groupements d'individus qui sont membres de COPEFIMA au Sud-Kivu. Ce Comité de Pêcheurs au Filet Maillant sur le lac Kivu est chapoté par **Muhindo Nzenze Ntindi**, celui-ci étant secondé par 8 autres personnes. Cette association est donc constituée de 9 personnes dans toute son intégralité.

3.1.3 ESPÈCES DE POISSONS CULTIVÉES AU LAC KIVU

Aujourd'hui, le lac Kivu qui étant un biotope d'espèces aquatiques compte plus de 30 espèces de poissons ; mais les plus pêchées et connues sont les suivantes :

- *Limnothrissa miodon* (Sambaza)
- *Tilapia niloticus*
- *Haplochromis* sp (Ndugu)
- *Clarias gariepinus* (Kambale)
- *Stholothrissa tanganicanus* (Kagame)
- Barbus,...

De ces espèces énumérées ci-dessus, seules le *Clarias gariepinus*, *Limnothrissa miodon* et *Haplochromis* sp sont celles qui se reproduisent assez au sein de ce biotope dulçicole (**Source : Descente sur terrain au site de Kalengera**).

3.2 MÉTHODOLOGIE DU TRAVAIL

La méthode d'occurrence, nombre, volume et poids nous a permis d'étudier l'écologie alimentaire des poissons (*Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus*) qui permet de connaître le nombre de poissons dans lequel chaque type de nourriture apparaît exprimer comme un pourcentage du nombre total des poissons examinés avec le nombre total des individus de chaque type de nourriture donné comme dominant ou récessif et exprimer le volume ou poids de chaque type de nourriture dans chaque estomac avec le pourcentage bénéfique de son contenu.

3.2.1 COLLECTE DES DONNÉES BASÉES SUR L'ÉCHANTILLONNAGE

- a. **Au premier niveau d'échantillonnage** : la sélection de débarquements où vont se dérouler les enquêtes d'évaluation des captures sera faite par strate dans l'ensemble des sites d'alimentation selon l'écologie au niveau de Kalengera , on identifie les sites de débarquements et puis on détermine autant des sites à Kalengera d'écologie alimentaire des *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus*.
- b. **Au deuxième niveau d'échantillonnage** : on va faire l'identification ou la détermination des jours d'observation du mois pour chaque site identifié au premier niveau d'échantillonnage tout en tenant compte des phases linéaires.
- c. **Au troisième niveau d'échantillonnage** : on identifie les individus de *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus* , leur mode de vie , d'alimentation , leur rentabilité économique ainsi que les nombres d'unités de pêche sur lesquelles les mesures seront faites et fixées dans chaque site de débarquement et pour les jours du mois retenus aux précédents d'échantillonnage. On fait le calcul de capture totale.

Capture totale = Nombre d'unités de pêche de l'enquête cadre x coefficient d'activité d'embarcation (BAC) x nombre des jours de pêche (NP) x capture par unité d'effort.

BAC = Nombre d'embarcations actives : nombre total d'embarcations

CPUE = c'est la moyenne de capture d'une unité de pêche par unité de temps. Pour l'alimentation : la méthode Tn M +3A et on calcule le quotient nutritif

Qn = quotient de la nourriture distribuée : Gain de poids

Gain de poids = Poids final - poids initial

En troisième lieu , on calcule le rapport gonado-somatique

RGS = $G/P \times 100$

P = Poids total du corps

G = Poids gonade

GSI = Gonado-somatic-index

- La méthode statistique nous a aidée à constituer des tableaux des données issues de notre enquêtes sur notre terrain d'étude ;
- La méthode analytique nous a permis d'analyser toute les données et de les interpréter ;
- Les techniques de l'interview par le questionnaire et la documentation nous ont permis de récolter les données de cet étude ;
- Les outils utilisés sont le questionnaire, le bloc note, le crayon et le stylo.

L'échantillon aléatoire est déterminé par la formule de Lynch revêtant pour nous le caractère plus scientifique.

L'échantillon aléatoire est déterminé par la formule de Lynch revêtant pour nous le caractère plus scientifique.

$$N = \frac{NZ^2 \cdot p \cdot q}{Nd^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$N = \frac{499(1,96)^2(0,5)(0,5)}{499(0,0025) + (1,96)^2 \cdot (0,5)(0,5)}$$

$$N = \frac{499(3,8416) (0,25)}{499(0,0025) + (3,8416) \cdot 0,25}$$

$$N = \frac{499 \cdot 0,9604}{1,2475 + 0,9604} = \frac{479,2396}{2,2079} = 217$$

Comme $N < 10\,000$, nous devons calculer N révisé par la formule suivante $N_r = \frac{1+n}{1+\frac{n}{N}} = \frac{1+217}{1+\frac{217}{499}} = \frac{218}{1,4348} = 152$

3.2.2 REPRODUCTION FAVORISÉE

Compte tenu des observations sur le comportement de reproduction du Clarias en milieu naturel, plusieurs méthodes ont été utilisées pour favoriser la reproduction et la survie des larves, avec ou sans addition d'hormones d'origine extérieure.

3.2.2.1 REPRODUCTION EN BACS EN BÉTON

La méthode de reproduction favorisée en bas de béton ou en étang est l'une des premières à avoir été utilisée. Les géniteurs sont choisis pour leur degré de maturité sexuelle (ventre ballonné des femelles et agressivité des mâles). Ils sont placés dans des étangs ou dans des bacs de petite dimension : (ordre de grandeur : 1x0,5m en surface et 0,7 m de profondeur). Le fond du bac est couvert de cailloux ronds et propres. Le niveau d'eau est de 20 cm environ au début de l'opération. Les géniteurs sont placés dans les bacs en général après injection hormonale (suivant la saison et leur degré de maturité) dès le matin. La crue est simulée en fin d'après-midi. Le robinet d'adduction d'eau est ouvert de telle sorte que le bac soit plein dans les 4 à 5 heures qui suivent. La crue induit la maturation de gonades et la ponte suit dans la soirée ou la nuit. La parade nuptiale est souvent vigoureuse et il n'est pas rare de trouver la femelle blessée à l'issue de l'opération ; les œufs pondus adhèrent aux cailloux. Dès le lendemain, la ponte est favorable et on enlève les géniteurs qui sont mis au repos. L'incubation se poursuit dans le bac. Le problème majeur est l'alimentation des larves après résorption de la vésicule vitelline (délais de 2 à 3 jours après l'éclosion).

3.2.2.2 PRODUCTION EN ÉTANGS DE PETITE TAILLE

La méthode de reproduction favorisée en étang de petite taille est calquée sur celle précédemment décrite mais se déroule dans des étangs de petite taille (0,3 à 0,5 ares). Les géniteurs après injection sont placés dans un fond d'eau. Dans l'après-midi, une crue est simulée qui recouvre le fond de l'étang et l'aire de cailloux qui y ont été disposés. Les œufs sont pondus et fertilisés sur les zones fraîchement inondées. Dès le lendemain, les géniteurs sont récupérés et l'étang est laissé pour le pré-grossissement des larves pendant un mois. Durant ce temps, tout est fait pour favoriser le développement de plancton dans l'étang (compost, fumier à petites doses). Cette méthode a l'avantage de ne pas nécessiter l'apport d'aliments artificiels aux alevins. L'usage des étangs ; par contre, augmente la prédation par les grenouilles et les autres poissons). Cette méthode, quoique simple donne des résultats très variables : selon la saison et l'expérience, mais aussi la chance c'est de 10 à 1000 alevins de taille variable (0,5 à 1,5g) que l'on récolte à la fin du premier mois. Parfois c'est l'échec total.

Ces 2 méthodes se sont relevées insuffisantes pour approvisionner une pisciculture, même taille moyenne. (1.000 alevins approvisionnent à peine 5 ares d'étangs). Devant cette hétérogénéité des résultats, les pisciculteurs ont eu recours à la reproduction artificielle.

3.2.3 REPRODUCTION ARTIFICIELLE

La reproduction artificielle se réalise en éclosérie car la reproduction naturelle est difficile (possible seulement en saison de pluies) alors que le pré-grossissement et le grossissement se font en étang.

3.2.3.1 ECLOSERIE

Il faut la construction de l'éclosérie, comme monté sur un terrain en pente, de manière à ce que l'eau arrive par gravité. Il faut disposer d'eau de la meilleure qualité possible pour l'incubation des œufs et l'élevage des larves. Il est important d'avoir assez d'eau courante disponible également durant la saison sèche. Dans une éclosérie, l'eau est nécessaire pour fournir l'oxygène aux œufs, aux larves et aux géniteurs, pour évacuer les excréments et les autres saletés et pour nettoyer l'éclosérie. Il faut disposer de réservoirs pour stocker les géniteurs pendant quelques jours. Ces réservoirs peuvent être des tonneaux ou des bacs ou en béton, parfois même des gouttières aménagées. Chaque réservoir est muni d'une arrivée d'eau d'une vidange et d'un trop plein. Il est souvent utile de fixer un tuyau de plastique à la vidange pour vider le réservoir. Pour obtenir un certain niveau dans le réservoir, le tuyau est lové sur un crochet. L'ouverture du réservoir devra être munie d'un treillis métallique bien fixé ; les Clarias sont d'excellents sauteurs, il faudra donc charger les treillis de quelques pierres lourdes pour éviter que le poisson ne s'échappe. Pour qu'ils ne se battent pas, les Clarias doivent être maintenus séparés. Normalement, pour effectuer une reproduction artificielle induite, il faut compter 4 à 5 femelles et 2 mâles. On utilise une auge pour l'incubation des œufs. Les dimensions d'une bonne auge sont de 200x 50x30 cm. Elle peut être faite en bois, en polyester ou en béton.

Le cuivre et le fer sont à éviter car ils empoissent souvent le poisson ; le fond et les parois de l'auge doivent bien être lissés. A une extrémité de l'auge d'incubation, il faut prévoir un trop plein pour régler la hauteur d'eau dans l'auge. Pour éviter que les larves ne s'échappent, il est nécessaire de disposer une grille à mailles de 0,5 à 0,7 mm devant le trop plein. L'auge d'incubation est placée sur une table, à 1m de hauteur, avec une légère pente. L'équipement ou les matériels énumérés ici-bas sont nécessaires pour effectuer la reproduction artificielle du Clarias, pour l'examen de la qualité de l'eau et pour l'entretien de l'éclosérie :

- Table d'environ 50x100cm ;
- Epuisettes ;
- Balance ;
- Latte de mensuration ;
- Draps, papier absorbant,
- Petits bacs ;
- Canules (diamètre extérieur 2 à 2,5mm, diamètre inférieur 1,2 à 1,5mm) ;
- Seringue de 1ml avec aiguilles ;
- Couteau bien aiguisé, pince coupe fil ;
- Mortier ;
- Paire de ciseaux, petite pince pointue ;
- Bouteille de sérum physiologique ;
- Matériel d'analyse d'eau ;
- Thermomètres ;
- Verrerie ;
- Brosses.

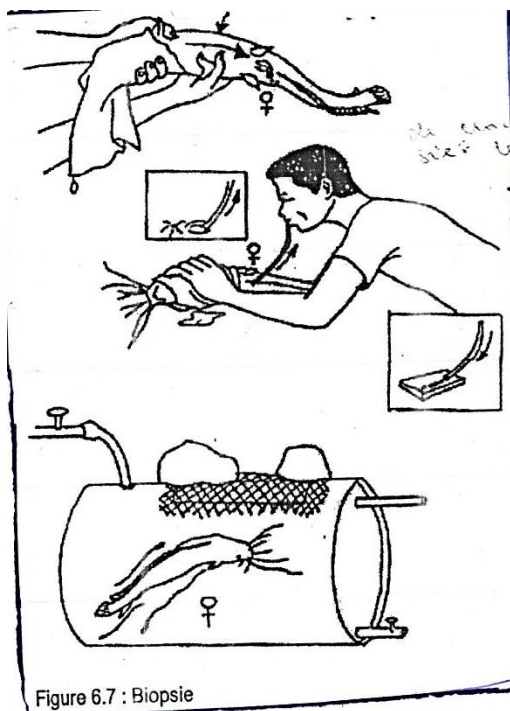


Figure 6.7 : Biopsie

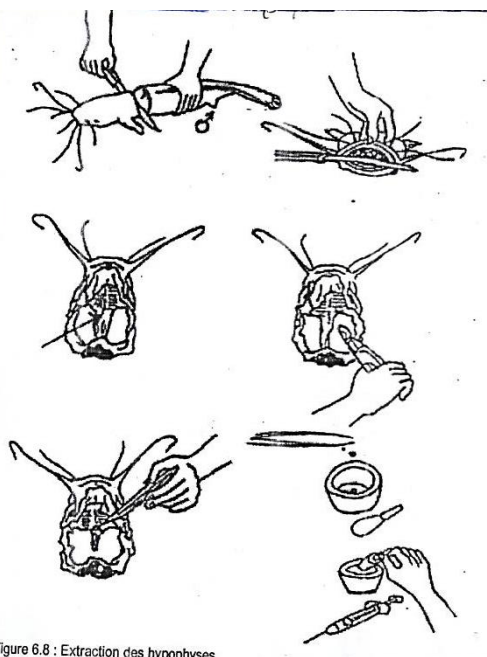


Figure 6.8 : Extraction des hypophyses

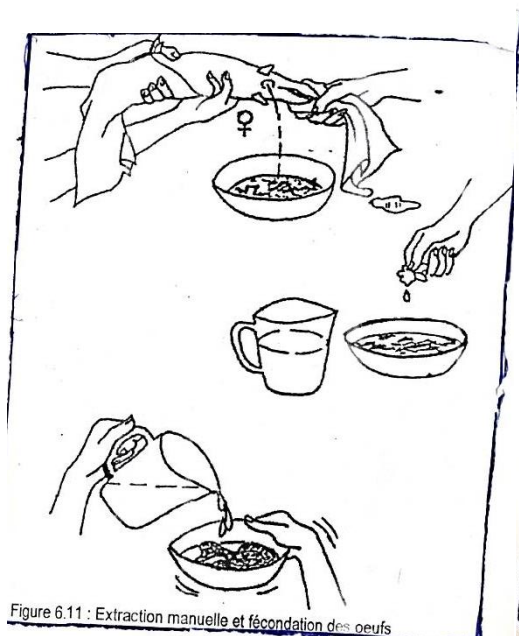


Figure 6.11 : Extraction manuelle et fécondation des oeufs

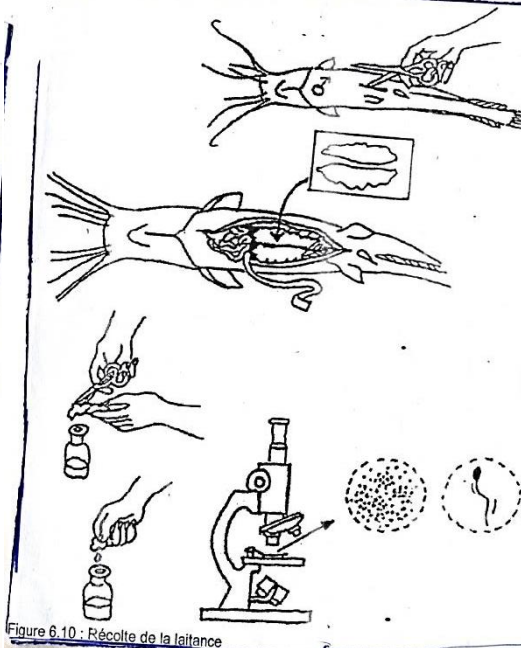


Figure 6.10 : Récolte de la laitance

3.2.3.2 PRODUCTION DES LARVES



Figure 6.6 : Matériel pour l'écloserie

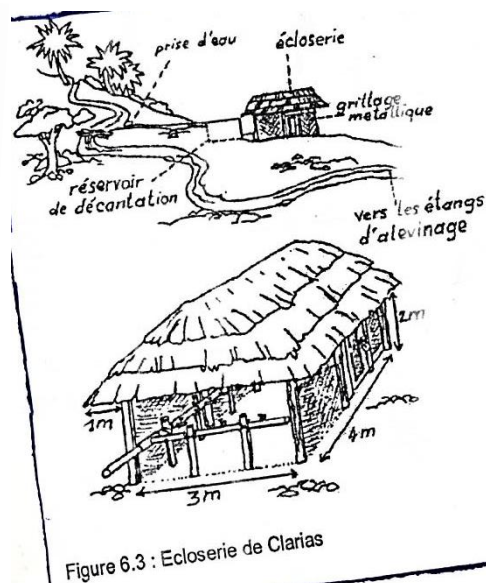


Figure 6.3 : Ecloserie de Clarias

3.2.4 TECHNIQUES DE PRODUCTION

Sont examinés successivement :

- La manipulation de l'étang, dont : la mise en eau, la vidange, l'assec, la récolte des poissons, l'entretien à chaque vidange et l'entretien journalier ;
- Puis l'alimentation dont : la fertilisation aux engrais organiques, la fertilisation aux engrais minéraux, les apports de nourriture, la distribution des aliments et la comparaison entre différents systèmes d'alimentation ;
- Ensuite la pêche de contrôle, la pêche intermédiaire et le sexage et enfin
- Une étude comparative de quelques aliments à une ou plusieurs composantes.
- 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.

MATURITÉ SEXUELLE TILAPIA NILOTICUS ET CLARIAS GARIEPINUS

Stade	Mâles	Femelles
1	- Gonades de petites dimensions accolées à la colonne verticale - Sexe non reconnaissable même au binoculaire	Idem
1/4	- Gonades transparentes à l'observation	- Gonades transparentes à l'observation et ovocytes discernables au binoculaire
2/4	- Testicule rougeâtres ou rose blanchâtre	- Ovaires rosâtres ou rose claires au rougeâtre d'aspect granuleux - Ovocytes bien visibles mais non dissociables
3/4	- Testicules blanchâtres ou rose blanchâtre bien développé avec les points de laitance	- Ovaire jaunâtre ou rose-jaune ou jaune blanchâtre - Ovules bien visibles et dissociables.
4/4	- Testicule blanchâtre, laitance expulsable par pression du doigt spermiducte gorgé de laitance	- Ovaires jaunes, jaunes-rouge - Présence d'ovules dans l'oviducte
5/4	- Testicule rose pâle flasque et vide des spermes	- Ovaires roses ou rouges-briques, vides, flasques, quelques granulations blanchâtres petites

4 PRÉSENTATION, ANALYSE ET INTERPRETATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS

4.1 PRÉSENTATION DES RESULTATS

Le tableau 1 montre que 99% des espèces de *Tilapia niloticus* se reproduisent dans les zones pélagiques en entreposant leurs nids dans les rochers du fond benthiques et seulement 1% peuvent le faire au niveau littoral avec les risques des prédateurs tandis que 100 % d'espèces de *Clarias gariepinus* fond leurs nidifications dans les zones des frayères précisément dans les macrophytes du littoral.

Tableau 1. Nidification des *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus*

	Profondeurs substrats			Littoral			Incubateurs		
	M	F	FM	M	F	FM	M	F	FM
1. <i>Tilapia niloticus</i>	0%	50%	50%	0%	7%	7%	1%	99%	99%
2. <i>Clarias gariepinus</i>	0%	5%	5%	0%	70%	70%	0%	100%	100%

Avec M : Mâle, F : Femelle, F.M : Mâles et Femelles.

Le tableau 2 montre que les farines de riz et la drèche sont permis les aliments les plus riches dans l'alimentation des poissons selon leur écologie en respecta la densité des poissons/m² pour une durée d'élevage qui permet de connaitre le poids moyen initial (g) et le Poids moyen final (g) et calculé la Croissance journalière individus (g) , les Rendements (t/h/an) ainsi que le Quotient Nutritifs pour avoir les données de l'économie et statistique de l'alimentation des poissons.

Tableau 2. Production Fingerlings d'*Oreochromis niloticus*

Aliment	Son de riz faible densité	Son de riz forte densité	Drèche de la brasserie
1. Durée d'élevage	35	35	35
2. Densité (poissons/m ²)	3,25	6,5	3,25
3. Poids moyen initial (g)	5,2	4,7	4,8
4. Poids moyen final (g)	29	15,2	36,6
5. Taux de survie %	92%	91%	70%
6. Croissance journalière individus (g)	0,7	0,3	0,9
7. Rendement (t/h/an)	7,2	6,3	7,0
8. Quotient nutritif	4,7	9,7	9,

Le tableau 3 montre que le *Clarias gariepinus* dans les zones des frayères évolue en taille et poids tout en pressentent un comportement écologique des prédateurs entre eux cad les gros mangent les petits mais aussi des prédateurs envers le *Tilapia niloticus*.

Tableau 3. Les stades de *Clarias*

	Taille	Poids
1. Œufs	1 – 1,6mm	1,2 – 1,6mg
2. Larves	5 – 7mm	1,2 – 3mg
3. Alevins	8 – 30mm	3 – 100mg
4. Juvéniles	3 – 10cm	1 – 10g
5. Poissons adultes	32 – 140cm	0,3 – 16Kg

Le Tableau 4 montre que La meilleur alimentation du *Tilapia* est de trois aliment 70% de la farine des riz, 20% des tourteaux et 10% la chaine alimentaire, pour permettre le grossissement des poissons dans l'écologie alimentaire, il est important de faire le sexage qui permettra d'éliminer les femelles et maintenir les males qui sont productifs.

Tableau 4. Synthèse de la méthode équiennne par classes d'âges, TnM, aliment 3A dans de bonnes conditions en étangs de 4 ares.

Etangs de 4 ares	Reproduction alevinage (R)	Pré grossissement (P)	Grossissement si possible avec compostière (G)
Taille et sexe	0 à 5g pour les alevins, 150-300g pour les mâles et 100-250g pour les femelles (réformés en fin cycle)	5 à 30g (1 à 5g au départ, 20 à 50 à l'arrivée), mâles et femelles	30 à 250g (20 à 50 au départ), mâles.
Niveau d'eau au niveau du moine	1,00 à 1,20m + filtre à l'entrée	Maximum	maximum
Mise en charge pour 4 ares	20 mâles et 60 femelles, jusqu'à 70-210 femelles	6.000 alevins	880 mâles
Pêches intermédiaires	1 ^{er} après 15j puis 1 tous les mois	Pêches de contrôle	Pêches de contrôle
Durée	5 – 6 mois	2-3 mois	4 à 6 mois
Production attendue	Autour de 80.000 alevins/4 ares/cycle 4 à 7 tonnes/ha/an	2 à 3.000 juvénile/étang/cycle 10 à 40 tonnes/ha/an	800 poissons de 250g, 5 à 10 tonnes/ ha/an.
Taux de servie	-	75 à 90%	75 – 95%

Le Tableau 5 montre que l'alimentation des *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus* doit se faire en tenant comptes des espèces mais aussi des stades entre autres les alevins entre eux, les juvéniles entre eux et les poissons marchands entre eux selon la taille, le poids et le taux d'alimentations pour éviter les proies et les prédateurs dans la sélection naturelle et protégées les espèces parapluies par plusieurs méthodes dans leurs ecologies. Les PMI = poids moyens individuel en gramme en début de période. La Ration = quantité d'aliment par jour par étang de 4 ares. On constate de grandes différences entre méthodes, consommant de zéro à 1.000 Kg d'aliments et produits de 4 à 13,9 t de poissons en 7 à 10 mois.

Tableau 5. Comparaison des différentes méthodes d'écologie alimentaire des poissons (T.n et C.g)

Méthode	TnM + 3A		TnM/F + rien	TnM/F + son de riz		TnM/F + 3A		TnM/F + Clarias + 3A	
Poids en g	de 40 à 270		de 10 à 150	de 10 à 180		de 10 à 200		Tn 10 à 170	Clarias 3 à 400
Mise en chargé	880 Tn		880 Tn lorsque l'eau est verte	880 Tn lorsque l'eau est verte		880 Tn		880 Tn + 440 Clarias de 3 à 5g	
Rendements en T/ha/an	10		4	6		6,6		6,4 t de Tn 7,5 t de Clarias	
Pêche de contrôle	Enlever alevins et femelles		Enlever alevins	Enlever alevins		Enlever alevins		Alevins	
Durée en mois	7		10	8		8		7	
Alimentation	P mi en g	Ration en kg		Pmi en g	Ration en kg	Pmi en g	Ration en kg	Pmi en g	Ration en kg
Mois 1	40	2		10	1	10	1	10	2
Mois 2	61	2		16	1,5	20	1,5	20	2
Mois 3	86	2,5		25	2,5	38	1,5	38	2,5
Mois 4	116	2,5		38	4	59	2	59	2,5
Mois 5	151	3		80	5,5	82	2	82	3
Mois 6	187	3,5		90	5,5	109	2	109	3,5
Mois 7	226	3,5		120	5,5	139	2	139	3,5
Mois 8				150	5,5	171	2,5		
Total cycle en Kg		580			950		450		1600

Le tableau 6 montre que le nombre de personnes enquêté seul le genre féminin prime sur le masculin avec 52% et 48% sont du sexe masculin sur 50 personnes enquêtées.

Tableau 6. État du genre des enquêtés

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Masculin	24	48	48	48
Féminin	26	52	52	100
Total	50	100	100	

Le tableau 7 montre que le nombre de personnes enquêté seul le genre féminin prime sur le masculin avec 52% et 48% sont du sexe masculin sur 50 personnes enquêtées. Pendant la recherche, des individus de deux divers lieux (site de kalengera et à l'Inspection provinciale de l'Agriculture, Pêche et Élevage) ayant des tranches d'âges différentes sont interviewés entre 18-25 ans jusqu'à 40 ans et plus. Grâce à ce tableau, nous constatons que dans ces deux sites utilisés pour notre enquête, il y a eu un écart très léger entre les enquêtés ayant la tranche d'âge de 18-25ans 2 enquêtés sur 50 soit 40%, 26-30 ans de nos enquêtés ont 40%, 28% ont une tranche d'âge de 31-40 ans et de 40 ans et plus) détiennent 14 enquêtés chacune sur 50 et ont également un pourcentage égalitaire de 28% et seule de 26-30 ans a un pourcentage élevé de 40% par rapport aux autres tranches.

Tableau 7. Age des enquêtés

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
18-25 ans	2	4	4	4
26-30 ans	20	40	40	44
31-40 ans	14	28	28	72
40 ans et plus	14	28	28	40
Total	50	100	100	

En observant le tableau 8, nous remarquons que parmi les personnes enquêtées sur terrain, 50% sont des fonctionnaires de l'État, 28% exercent le commerce, 4% font l'agriculture, 16% pratiquent la pêche et 2% n'ont pas de profession.

Tableau 8. Profession des enquêtés

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Fonctionnaire de l'état	25	50	50	50
Commerçant	14	28	28	78
Agriculture	2	4	4	82
Pêcheur	8	16	1-	98
Sans profession	1	2	2	100
Total	50	100	100	

Les résultats dans le tableau 9 montrent que 8 personnes enquêtées soit 16% ont des diplômes d'État, 12 enquêtés soit 24% possèdent les grades, 13 interviewés soit 26% détiennent les licences et ceux n'ayant pas étudié sont au nombre de 17 soit 34% sur 50 enquêtés.

Tableau 9. Niveau d'études des enquêtés

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Diplôme d'Etat	8	16	16	16
Grade	12	24	24	40
Licence	13	26	26	66
Pas de niveau	17	34	34	100
Sans profession	1	2	2	100

Total	50	100	100	
--------------	-----------	------------	------------	--

Cette présentation (Tableau 10) retrace l'aptitude des enquêtés conformément à leur État Civil. Par conséquent, nous observons la majorité de ceux-ci sont mariés soit 70% avec une différence considérable comparativement aux célibataires détenant 18% et aux veufs ayant 12%

Tableau 10. Etat civil des enquêtés

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Célibataire	9	18	18	18
Marié	35	70	70	88
Veuf	6	12	12	100
Total	50	100	100	

Le tableau 11 détermine la taille des ménages des enquêtés, il montre qu'une taille de 1 à 3 a 2 enquêtés soit 4%, 4 à 7 et 8 à 12 ont chacune 17 interviewés soit 34% et celle de 12 et plus possède 14 sur 50 enquêtés soit 28%.

Tableau 11. Taille des ménages des enquêtés

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
1 à 3	2	4	4	4
4 à 7	17	34	34	38
8 à 12	17	34	34	72
12 et plus	14	28	28	100
Total	50	100	100	

De nos enquêtés (Tableau 12), 28 ont opté pour le gouvernement central qu'il est la principale source d'approvisionnement de la nourriture des poissons au niveau du lac Kivu soit 56%, 26% pour le ministère de la pêche et agriculture nationale (13 enquêtés), 6% pour le ministère de la pêche provinciale (3 enquêtés) et 12% pour l'organisation locale (6 enquêtés sur 50).

Tableau 12. Principale source d'approvisionnement de la nourriture des poissons

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Gouvernement central	28	56	56	56
Ministère de la pêche et agriculture nationale	13	26	26	82
Ministère de la pêche provinciale	3	6	6	88
Organisation locale	6	12	12	100
Total	50	100	100	

Dans le tableau 13, 44 enquêtés ont majoritairement choisi les jeunes hommes comme étant les principaux individus appropriés à donner la nourriture aux poissons soit 88% et les hommes (vieux) et les jeunes filles ont un nombre égal de 3 sur 50 enquêtés soit 6% pour tous ceux-ci.

Tableau 13. Les types de personnes qui donnent la nourriture aux poissons

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Les hommes (vieux)	3	6	6	6
Les jeunes filles	3	6	6	12
Les jeunes hommes	44	88	88	100
Total	50	100	100	

En regardant les résultats qui sont représentés dans le tableau 14, on remarque que 36 interviewés déclarent ainsi que ce sont les scientifiques universitaires qui suivent les activités d'alimentation des poissons à Kalengera en grande partie soit 72% et 28% pour les ouvriers affectés au terrain (14 enquêtés sur 50).

Tableau 14. Les personnes qui suivent les activités d'alimentation des poissons à Kalengera

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Les scientifiques universitaires	36	72	72	72
Les ouvriers affectés au terrain	14	28	28	100
Total	50	100	100	

Selon les données présentes dans ce tableau, 3 enquêtés soit 6% ont montré que la dissection est le moyen pour différencier les poissons mâles et femelles, 24 ont choisi l'observation soit 48, 5 pour la maturité sexuelle soit 10% et 18 autres enquêtés sur 50 pour le sexage.

Tableau 15. Différenciation entre les poissons males et les femelles

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
La dissection	3	6	6	6
L'observation	24	48	48	54
La maturité sexuelle	5	10	10	64
Le sexage	18	36	36	100
Total	50	100	100	

Il sied de préciser que dans ce tableau, 4 enquêtés soit 8% ont déclaré que la distance qui sépare la zone des frayères et les maisons est de 10m et les distances de 50m et 30m ont été optées par un nombre et un pourcentage égaux (23 enquêtés sur 50 soit 46% pour chacune).

Tableau 16. Distance qui sépare la zone des frayères et les maisons

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
10m	4	8	8	8
50m	23	46	46	54
30m	23	46	46	100
Total	50	100	100	

Nous remarquons dans ce tableau que 30% de fientes des poules sont dominés aux poissons comme aliment, 6% pour les fumiers de porcs, 14% de fumiers des vaches, 12% pour le soja, 14% pour les engrais phosphatés et 34% pour les engrais azotés.

Tableau 17. Les types d'aliments octroyés aux poissons

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Fumiers des poules	15	30	30	30
Fumiers des porcs	3	6	6	36
Fumiers de vaches	2	4	4	40
Le soja	6	12	12	52
Engrais phosphates	7	14	14	66
Engrais azotés	17	34	34	100
Total	50	100	100	

Le présent tableau ci-dessous représente les données comme suit : 9 enquêtés soit 18% choisissent le ¼ de brouette toutes les 2 semaines comme étant une quantité de nourriture donnée aux poissons, 10 interviewés soit 20% ont opté pour le ½ brouette toutes les 2 semaines et 31 autres enquêtés sur 50 optent pour le 30kg toutes les deux semaines soit 62%.

Tableau 18. Quantité de nourriture donnée aux poissons

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
¼ de brouette toutes les 2 semaines	9	18	18	18
½ brouette toutes les 2 semaines	10	20	2à	38
30 kg toutes les deux semaines	31	62	62	100
Total	50	100	100	

Ce tableau montre que 56% de nos enquêtés prouvent vraiment qu'on donne 2 fois la nourriture aux poissons par jour et 44% de ceux-ci ont opté pour 3 fois par jour.

Tableau 19. Nombre de fois de nourriture journalière pour les poissons

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
2 fois	28	56	56	56
3 fois	22	44	44	100
Total	50	100	100	

Les présentes informations données dans ce tableau déterminent 38 enquêtés soit 76% qui signalent assez de prédation entre ces 2 espèces à Kalengera et 12 autres enquêtés sur 50 soit 24% la compétition de celles-ci dans ce même site.

Tableau 20. Relation entre *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus* à Kalengera

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Prédateurs	38	76	76	76
Compétiteurs	12	24	24	100
Total	50	100	100	

Ce tableau montre que la nourriture disponible est l'option la plus utilisée pour choisir l'écologie de l'une de ces 2 espèces à Kalengera soit 58% (29 enquêtés), 19 interviewés soit 38% ont choisi le type d'exploitation, 1 enquêté pour les choix du volume et de la destination des eaux soit 2% pour chacun. En résumé, nous constatons que le choix du volume et de la destination des eaux ont un nombre et pourcentage égaux.

Tableau 21. Choix de l'une de ces 2 espèces en fonction de son écologie à Kalengera

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
En fonction de la nourriture disponible	29	58	58	58
En fonction de type d'exploitation	19	38	38	96
En fonction du volume	1	2	2	98
En fonction de la destination des eaux	1	2	2	100
Total	50	100	100	

En observant correctement ces résultats donnés dans ce tableau, nous remarquons que 49 enquêtés parlent majoritairement à 98% que la population locale est le bénéficiaire du rendement des poissons après leur alimentation à Kalengera comparativement aux ONG qui ont un écart très léger de 2% (1 enquêté sur 50).

Tableau 22. Bénéficiaire du rendement des poissons

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
ONG	1	2	2	2
Population cible	49	98	98	100

Total	50	100	100	
-------	----	-----	-----	--

En suivant les résultats affichés dans ce tableau, 11 enquêtés soit 22% ont dit que le prix de poissons récoltés s'impose, 2 interviewés soit 4% parlent que le prix dépend de l'importation, 19 autres soit 38% précisent que ce prix dépend de l'exportation et 18 enquêtés sur 50 soit 36% ont dit que ce sont les commerçants locaux qui fixent ce prix.

Tableau 23. Fixeur de prix des poissons récoltés

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Le prix s'impose	11	22	22	22
Dépend de l'importation	2	4	4	26
Dépend de l'exportation	19	38	38	64
Les commerçants locaux	18	36	36	100
Total	50	100	100	

De nos enquêtés, 4% ont fait l'option de disponibilité de la main d'œuvre étant comme le choix des dimensions et emplacement de l'écologie alimentaire de ces deux espèces à Kalengera (2 enquêtés), 33 interviewés soit 66% pour la nature des poissons et 15 autres enquêtés sur 50 ont opté pour le capital disponible soit 30%.

Tableau 24. Choix des dimensions et emplacement de l'écologie alimentaire de ces deux espèces à Kalengera

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Disponibilité de la main d'œuvre	2	4	4	4
Nature des poissons	33	66	66	70
Capital disponible	15	30	30	100
Total	50	100	100	

Les données inscrites dans ce tableau montrent que les aliments disponibles est le choix de la méthode écologique alimentaire ayant opté pour 1 enquêté seulement avec un pourcentage très léger de 2% par rapport à l'information scientifique qui a été choisie par 49 enquêtés sur 50 soit 98%.

Tableau 25. Choix de la méthode écologique alimentaire

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Aliments disponibles	1	2	2	2
Information scientifique	49	98	98	100
Total	50	100	100	

Les résultats ci-haut notés dans ce tableau clarifient que 49 interviewés soit 98% utilisent le permis de pêche comme l'outil octroyé par le gouvernement pour éviter la pêche illicite de ces deux espèces à Kalengera et 1 enquêté a choisi seulement la fixation des mailles soit 2% sur 50 enquêtés.

Tableau 26. Outils octroyés par le gouvernement pour éviter la pêche illicite de ces deux espèces dans les zones de frayères à Kalengera

Variables	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Permis de pêche	49	98	98	98
Fixation de mailles	1	2	2	100
Total	50	100	100	

Tout en attirant une bonne attention dans ce tableau, nous remarquons que 60% de nos enquêtés ont précisés que le catamaran est l'outil le plus utilisé dans l'écologie de ces 2 espèces à Kalengera par rapport à la planchée qui a 2% et au monoxyde détenant 38% seulement.

Tableau 27. Unités de pêche utilisées dans l'écologie de ces 2 espèces à Kalengera

Variabes	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Catamaran	30	60	60	60
Planchée	1	2	2	62
Monoxyle	19	38	38	100
Total	50	100	100	

Ce présent tableau définit que 2% de nos enquêtés (1 interviewé sur 50) ont choisi le filet canalet comme étant l'engin le moins utilisé dans ce site, 39 enquêtés soit 78% optent pour le filet maillant et 10 autres soit 20% pour la pêche à la ligne.

Tableau 28. Catégories d'engins utilisés dans ce site

Variabes	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
Filet canalet	1	2	2	2
Filet maillant	38	78	78	80
Pêche à la ligne	10	20	20	100
Total	50	100	100	

Ce tableau représente 49 enquêtés soit 98% qui ont choisi en grande majorité le *Limnothrissa miodon* comme étant l'espèce qui vit avec les deux autres (*T. niloticus* et *C. gariepinus*) et 1 interviewé a minoritairement choisi le *Tilapia macrochir* comme l'espèce vivant avec ces dernières soit 2% seulement sur 50 enquêtés.

Tableau 29. Autres espèces qui vivent avec les deux (*T. Niloticus* et *C. gariepinus*)

Variabes	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
<i>Limnothrissa miodon</i>	49	98	98	98
<i>Tilapia macrochir</i>	1	2	2	100
Total	50	100	100	

Ces résultats de ce tableau montrent que la nidification de ces 2 espèces se font en surface d'un rocher à 2% et à 98% dans les zones des frayères.

Tableau 30. Lieux de nidification de ces 2 espèces

Variabes	Fréquence	%	Valeur en %	% cumulé
En surface d'un rocher	1	2	2	2
Dans les zones des frayères	49	98	98	100
Total	50	100	100	

4.2 VÉRIFICATION DES HYPOTHÈSES

- Nous constatons que Les fientes des poules, farines des riz, Farine des tourteaux et fumiers des porcs constituent l'alimentation de meilleure qualité pour le *Tilapia niloticus* et le *Clarias gariepinus* à Kalengera car nos résultats nous ont permis de démontrer cette hypothèse alternative.

$$\text{Formule du Khi-carré. } X^2 = \frac{\text{Som}(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

Khi-Carré cumulé = $0,201 + 0,103 + 0,216 + 0,469 + 0,556 + 0,285 = 1,83$; comme le Khi-carré calculé 1,83 est proche de 1,96 Khi-carré tabulaire, ce que l'hypothèse alternative est infirmée et la nôtre est confirmée après nos enquêtes.

- La prédation et la proie seraient les principales relations écologiques de ces deux espèces à Kalengera.

$$\text{Fréquences cumulées : } 0,5 + 0,01 + 0,24 + 0,12 + 0,18 + 0,88 = 1,93$$

Comme Khi-carré cumulée= 1,93 proche de 1,96 de la table logarithmique, nous confirmons notre hypothèse nulle et rejetons l'hypothèse alternative. Après nos enquêtes nous avons trouvé le contraire et selon nous les relations écologiques entre ces deux espèces doivent vivre séparément selon la taille, le poids, âge, l'endroit et l'espèce pour éviter les proies et prédateurs.

4.3 DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Selon **David CAMPBELL 1978**, son rapport présente les résultats obtenus dans le lac de Kossou, côte d'Ivoire, avec quatre formules alimentaires adaptées à l'élevage en cage de *T. nilotica*. La composition de l'aliment de base est la suivante :

Farine de riz : 65 % ; tourteaux d'arachide : 18% remoulage de blé : 12 % ; farine de poissons : 4 % ; et coquillages : 1 % . Le taux de conversion moyen obtenu est de 2,32 kg d' aliment/kg de poissons produits. Celui-ci indique que le *T. nilotica* économise les besoins en protéine par une haute teneur d'énergie dans l'aliment. L'addition d'un complexe de vitamines à cette dernière formule n'est pas nécessaire. Il semble qu'il y a suffisamment de ces éléments nutritifs présents dans l'aliment de base et le milieu de la cage. L'augmentation du pourcentage de farine de poissons à 8 % a légèrement amélioré le taux de conversion (2,19).

La substitution du tourteau d'arachide par le tourteau de coton a beaucoup diminué le prix de l'aliment sans avoir un effet sur l'élevage. Les périodes de circulation totale des eaux du lac ont entraîné une mauvaise influence sur les résultats. La basse teneur en oxygène dissous, l'augmentation du taux de respiration subséquent et le manque de plusieurs jours d'alimentation a diminué le rendement de quelques essais (formule vitaminique). Il est conclu que la teneur en protéine brute devrait être augmentée de 25 à 30 % pour rendre l'élevage plus efficace. Du point de vue économique, cette protéine est de sources végétales (tourteaux de coton) mais un certain pourcentage doit venir de sources animales (farine de poissons). Le reste de l'aliment peut se composer d'hydrates de carbone comme source d'énergie. Du point de vue économique, les frais de l'alimentation avec les granulés complets revient à environ 100 F CFA/kg de poissons produits, par rapport à un prix de vente actuel de plus de 200 F CFA/kg de tilapia, nous pouvons dire que cette alimentation est rentable.

Nos résultats au Lac Kivu dans le site de Kalengera nous ont permis de démontrer que l'alimentation des *Tilapia niloticus* et *Clarias gariepinus* doit se faire en tenant comptes des espèces mais aussi des stades entre autres les alevins entre eux, les juvéniles entre eux et les poissons marchands entre eux selon la taille, le poids et le taux d'alimentations pour éviter les proies et les prédateurs dans la sélection naturelle et protégées les espèces parapluies par plusieurs méthodes dans leurs ecologies. Les PMI = poids moyens individuel en gramme en début de période. La Ration = quantité d'aliment par jour par étang de 4 ares. On constate de grandes différences entre méthodes, consommant de zéro à 1.000 Kg d'aliments et produits de 4 à 13,9 t de poissons en 7 à 10 mois.

Pour **Nanthiely Ndiaye 2020** montre dans son travail l'étude que nous avons conduite dans l'entreprise privée les 3A (Agriculture- Aquaculture- Aviculture) à Saint-Louis au Sénégal a consisté à tester l'incorporation de la farine de soja dans l'alimentation des alevins de tilapia *Oreochromis niloticus* en milieu paysan à des taux de 0% ; 15% ; 30% et 60%. Quatre régimes alimentaires ont été testés afin d'évaluer leurs effets sur les performances de croissance, de survie et d'efficacité alimentaire. Le régime R0 qui contient 0% de farine de soja, le régime R1 contenant à son tour 15% de farine de soja, contre 30% pour le régime R2 et en fin le régime R3 avec 60% de farine de soja. Au total 120 alevins de tilapias du Nil avec des poids moyen initial de $20 \pm 20,92g$ ont été répartis dans un système isolé de 8 bacs de 0,67m³ avec une densité de 15 poissons/bac sur une durée de 8 semaines. Les résultats obtenus montrent que le régime R2 (30%), avec 16g, présente le meilleur gain de poids moyen absolu suivi de celui du R3 (60%) avec 13,07g. Par contre les performances des régimes R0 (0%) et R1 (15%) avec respectivement avec des gains de poids respectifs de 11,08g et 6g sont relativement moins importants. Le régime R2 a donné les meilleures performances pour le poids moyen relatif (80%), le taux de croissance spécifique (0,98), la croissance individuelle journalière (0,27), le taux de conversion alimentaire (2,25) et le coefficient protéique (0,018) comparé aux régimes R3 ; R0 ; R1. Toutefois, le régime R0 ne contenant pas de farine de soja, a enregistré le meilleur taux de survie (96,67%). Et finalement le régime R2 est le plus performant car contenant le meilleur gain de poids en croissance.

Nos résultats nous ont permis démontrer que La meilleur alimentation du *Tilapia* est de trois aliment 70% de la farine des riz, 20% des tourteaux et 10% la chaîne alimentaire, pour permettre le grossissement des poissons dans l'écologie alimentaire , il est important de faire le sexage qui permettra d'éliminer les femelles et maintenir les mâles qui sont productifs.

Selon **Hugues Mulungu SANGWA 2020**, il montre que durant 8 semaines, une étude a été conduite sur l'effet d'incorporation de la farine de poisson sur les performances de croissances des juvéniles de *Clarias gariepinus* élevés en happa à Kindu. Au total, 74 juvéniles de *Clarias gariepinus* ont été répartis dans 2 happa à raison de 37 juvéniles par happa, alimentés par le mode Sky a day. Le poids moyen initial des poissons varie entre 4,04 g et 5,35g. Deux rations ont été formulées dosant 60 et 50% de protéine brute dans lesquelles la farine de poisson a été incorporée à raison de 10,9 et 11,3% dans chacune de ration. Les juvéniles sont nourris pendant 11 semaines et 3 jours et les résultats obtenus indiquent un taux de croissance

spécifique moyen (5,39 %/j au T1 contre 5,57%/j au T2) des juvéniles. Le poids final moyen varie respectivement de 39g (T1) et 53g (T2) avec un gain moyen oscillant entre (T2 0,66g/jour et T1 0,48g/jour). Il ressort de cette étude que les juvéniles de *C. gariepinus* valorisent mieux les rations composées de la farine de poisson.

Nos résultats nous ont permis de démontrer que Les reproducteurs sont récoltés dans les étangs de géniteurs. Avant de les introduire dans l'écloserie, il est bon de désinfecter les poissons en les faisant séjourner pendant trois heures dans un bain contenant 50 à 150 ppm (part par million) de formol. Cette précaution doit être prise pour éviter de transmettre des germes pathogènes aux œufs et aux larves. Le choix des géniteurs femelles se fait sur la base du ballonnement et l'abdomen. Les femelles au ventre mou et gonflé sont souvent mûres. On peut le vérifier par une biopsie : on introduit une canule (tuyau de plastique de 2-1,5mm pour les diamètres extérieurs et intérieurs) par la papille génitale sur 4 à 6 cm de profondeur, aspirez doucement et rejetez une trentaine d'œufs sur une plaque pour vérifier que la majorité des œufs ont plus de 1mm de diamètre. Cette opération en pratique est très rapide et très aisée. Quant aux mâles, peu de signes extérieurs permettent de voir s'ils sont aptes à la reproduction. Le choix est donc porté sur le mâle en bonne santé et très actif. Les géniteurs sont nourris avec des granulés à un taux de 1,5 à 1% de la biomasse selon que le poids moyen est compris entre 0,5 et 1kg. Les femelles sélectionnées reçoivent par injection 4mg d'extrait d'hypophyse séchée de carpe ou de *Clarias* par Kilogramme de poids vif de poisson. L'injection est faite dans la musculature dorsale et a lieu de préférence la nuit afin de procéder à l'extraction des œufs le lendemain matin après un temps de latence qui est fonction de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus le temps de latence est court : 20 heures à 20°C, 12 heures à 25°C et 8 heures à 30°C environ. Après le temps de latence, les œufs sont expulsés par le massage abdominal de la femelle.

Ils sont recueillis dans un bol bien sec. On peut en récolter de 30 à 100.000 par femelle. Le mâle est sacrifié (tué) et les testicules sont prélevés et pressés dans un bocal contenant une solution physiologique salée de chlorure de sodium ou sel de cuisine (NaCl) à 9 pour mille.

Quelques gouttes de laitance ainsi obtenues sont versées dans le bol contenant les œufs. On y ajoute de l'eau pour activer les spermatozoïdes, ensuite on mélange le tout pendant environ 30 secondes. Les œufs fécondés sont mis sur des plaques perforés et incubés en eau courante dans les bacs d'éclosion. La durée de l'éclosion dépend de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus la durée d'éclosion diminue, 60 heures à 20°C, 30 heures à 25°C, 20 heures à 30°C.

Pour éviter le développement de champignon sur les œufs morts, il faut traiter les bacs d'éclosion contenant ces œufs avec 25ppm de Wescodyne et 2,5 p.p.m de vert de malachite pendant 5 à 10min. Après l'éclosion, les larves tombent au fond du bac d'éclosion. Elles ont plus ou moins 4mm de long et pèsent 1mg. Les œufs morts se collent sur la plaque, ils sont jetés. Dans le bac d'éclosion, les larves viables vont être séparés des larves déformées, pour cela une partie du bac est recouverte, les larves viables se rassemblent vers l'ombre tandis que les déformées ne pouvant pas se déplacer, vont être jetées.

la production d'alevins ou grossissement des larves ou phase d'alevinage. Le pré- grossissement des larves demande un bon suivi en écloserie. L'alimentation et les conditions d'élevage (traitement des maladies, hygiène) sont les principaux facteurs d'élevage pour permettre une meilleure survie. Les larves écloses commencent à se nourrir après la résorption de la vésicule vitelline. La durée de cette résorption est fonction de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus la durée diminue. De 3 à 4 mg jusqu'à 30mg, les larves sont nourries avec des naupili d'*Artemia salina* (aliment de pisciculture, le naupilii étant le stade de développement du crustacé *Artemia*) et de 30 à 250mg avec du Trouvit (aliment français pour truites). Cette alimentation peut non seulement permettre une croissance rapide mais aussi limiter le taux de mortalité souvent dû à la prédation et aux maladies. Pour permettre une meilleure croissance des larves, l'aliment doit être distribué de façon continue.

L'écloserie étant un milieu artificiel, il est important pour assurer une bonne survie des larves, de procéder à des traitements prophylactiques et entretiens réguliers. A l'éclosion, les larves mesurent 5 à 7mm et pèsent environ 1,2 à 3mg. Elles ressemblent à des fines aiguilles avec une petite sphère verte, à la vésicule ombilicale. Les larves vésiculées (qui ont une vésicule) recherchent un abri et se mettent en groupe dans les endroits sombres de l'auge. En trois jours la vésicule vitelline est résorbée et les larves, devenues alevins, vont commencer à rechercher leur nourriture. En conduisant bien l'incubation, on réussit à produire 90 à 95% d'alevins au départ des larves. L'échec total est aussi possible. Les alevins sont trop fragiles pour être récoltés à l'épuisette, la récolte se fait par siphonage. On place un seau à l'endroit où les alevins seront siphonnés pas à plus de 20 cm sous le fond de l'auge, de cette manière, le courant du siphon ne sera pas, trop fort et le dommage aux alevins sera minimisé. Les alevins sont transportés vers les étangs d'alevinage. Après les opérations de ponte, il est conseillé de désinfecter les femelles en les faisant séjourner pendant 3 heures dans un bain de formol de 50 à 150 p.p.m (part par million). Elles sont ensuite replacées dans les étangs de stockage de géniteurs. Les réservoirs à géniteurs sont nettoyés avec un désinfectant tel que chlorure de benzalkonium à 0,1% pendant 30 min. On rince ensuite avec de l'eau claire. La production de juvéniles ou pré-grossissement en étang de 2 à 4 ares. La densité de mise en charge est d'environ 65 alevins de 30 à 250 mg par m². Les alevins sont nourris principalement à l'aliment naturel (plancton). Il y a donc lieu de le développer par rapport de fumure organique ou minérale dans l'étang. En général, la mise en charge est de 50 à 60 alevins/m² soit 20 à 24 000/4 ares. La récolte des juvéniles ou fingerlings intervient 30 jours après la mise en charge des alevins à la taille moyenne de 1 à 3g (3 à 6 cm). Le taux de survie maximum est d'environ 30 pourcent. Un étang de 4 ares peut recevoir jusqu'à 24 000 à 7200 alevins.

La production de poissons marchands s'appelle le grossissement. En monoculture, la mise en charge se fait avec des juvéniles de 1 à 3g, à la densité de 10 par m² soit 30 à 40% de protéines. En général, la ration alimentaire journalière varie entre 10 à 2% de poids vif. Les poissons sont récoltés après 6 à 8 mois d'élevage au poids moyen de 200 à 400g. On obtient un taux de survie de 50% et une productivité de 400g/4 ares/cycle soit environ 20T/h/an. On observe leur comportement pour vérifier que tout est normal : oxygénation, absence de maladies.

Pour AKETE ALOMBA 2014, son travail est une contribution à l'étude du régime alimentaire de Clarias gariepinus BURCHELL 1822 dans le lac Kivu, bassin de Bukavu. L'objectif principal était de caractériser le régime alimentaire de ce prédateur, par la méthode d'occurrence et au moyen de l'indice d'abondance. L'analyse des contenus stomacaux de Clarias gariepinus échantillonnés montre que cette espèce est un omnivore à tendances carnivores. Cet éclectisme alimentaire indique que Clarias gariepinus ne constitue pas un danger pour les peuplements piscicoles du lac Kivu. Cette prédation serait une réaction au développement d'une population qui tend à dépasser la charge biotique maximale.

Nos résultats montre que le Clarias gariepinus dans les zones des frayères évolue en taille et poids tout en pressentent un comportement écologiques des prédateurs entre eux cad les gros mangent les petits mais aussi des prédateurs envers le Tilapia niloticus.

5 CONCLUSION ET RECOMMANDATION

- Notre objectif global est de connaître les relations entre Tilapia niloticus et Clarias gariepinus au lac Kivu, précisément à Kalengera sur le plan de l'alimentation et leur écologie dans les écosystèmes aquatiques pour les aires protégées. Nous avons utilisés plusieurs merthodes pour nous permettre d'avoir des resultats comme ;
- La méthode d'occurrence, nombre, volume et poids nous a permis d'étudier l'ecologie alimentaire des poissons (Tilapia niloticus et Clarias gariepinus)
- La méthode statistique nous a aidée à constituer des tableaux des données issues de notre enquêtes sur notre terrain d'étude ;
- La méthode analytique nous a permis d'analyser toute les données et de les interpréter ;
- Les techniques de l'interview par le questionnaire et la documentation nous ont permis de récolter les données de cet étude ;

Comme résultats d'enquête s'institue d'une fiche de 25 questions qui ont été soumises à des personnes au niveau de deux divers endroits (25 questionnaires étaient administrés aux pêcheurs et autres individus œuvrant dans le site de Kalengera et 25 autres pour les agents de l'inspection provinciale de l'Agriculture, Pêche et Élevage.

Les questions ont été orchestrées autour de deux profils clefs : le profil démographique (incluant les variables telles que : sexe, âge, niveau d'étude,...) Le profil en rapport avec l'écologie alimentaire de ces deux espèces de poissons qui nous ont permis de montrer que **montre que le** Clarias gariepinus dans les zones des frayères évolue en taille et poids tout en pressentent un comportement écologiques des prédateurs entre eux cad les gros mangent les petits mais aussi des prédateurs envers le Tilapia niloticus, La meilleur alimentation du Tilapia est de trois aliment 70% de la farine des riz, 20% des tourteaux et 10% la chaine alimentaire, pour permettre le grossissement des poissons dans l'écologie alimentaire , il est important de faire le sexage qui permettra d'éliminé les femelles et maintenir les males qui sont productifs. Que 49 enquêtés soit 98% qui ont choisi en grande majorité le Limnothrissa miodon comme étant l'espèce qui vit avec les deux autres (T. niloticus et C. gariepinus) et 1 interviewé a minoritairement choisi le Tilapia machrochir comme l'espèce vivant avec ces dernières soit 2% seulement sur 50 enquêtés.

44 enquêtés ont majoritairement choisi les jeunes hommes comme étant les principaux individus appropriés à donner la nourriture aux poissons soit 88% et les hommes (vieux) et les jeunes filles ont un nombre égal de 3 sur 50 enquêtés soit 6% pour tous ceux-ci

Tout en attirant une bonne attention dans ce tableau, nous remarquons que 60% de nos enquêtés ont précisés que le catamaran est l'outil le plus utilisé dans l'écologie de ces 2 espèces à Kalengera par rapport à la planchée qui a 2% et au monoxyle détenant 38% seulement.

REFERENCES

- [1] Emmanuel Pruvost, Technique animale 2018
- [2] Alain BOUTHIER, René LAFONT, Pigmentation animale 1894-1896
- [3] Aubert, Histoire naturelle des êtres vivants
- [4] Daniel Thurre & Christiane Kurth, Poissons et trésors aquatiques, 2005-2006, P.3
- [5] Éric LACROIX, Pisciculture en zone tropicale, GFA Terra Systems, Bouaké, 2004, pp.76-78 ; P.91

- [6] Rem, Sandre sur frayère 2015
- [7] David CAMPBELL, Formulation des aliments à l'élevage de *Tilapia nilotica* (L.) en cages dans le lac Kossou Côte d'Ivoire, Kossou juillet 1978
- [8] Nanthiély Ndiaye, Effet de l'incorporation de la farine de soja dans l'alimentation des alevins de *Tilapias* (*Oreochromis niloticus*) sur les performances de croissance et de survie en milieu paysan, Saint-Louis (Sénégal), 2020
- [9] Hugues Mulungo SANGWA, Performances des croissances juvéniles de *C. gariepinus* élevés en happa à Kindu, décembre 2020
- [10] AKETE-A, Étude du régime alimentaire de *C. gariepinus* Burchell 1822, Bukavu 23 juin 2014
- [11] Rémy Perrier, Cours de zoologie
- [12] Peace Corps, Comment élever le *Tilapia nilotica*, 1985, P63
- [13] FERMON Y., 2011. Les cichlidés en aquariophilie. In "Poissons d'Afrique et peuples de l'eau". Eds D. Paugy, C. Lévêque & I. Mouas I Éditions IRD, p. 308
- [14] Bruton, M.N., 1979. The breeding biology and early development of *Clarias gariepinus* (Pisces, Clariidae) in Lake Sibaya, South Africa with a review of breeding in species of the subgenus *Clarias* (*Clarias*). *Trans. Zool. Soc. Lond.* 35:1
- [15] Clay, D., 1979. Population biology, growth and feeding of African catfish (*Clarias gariepinus*) with special reference to juveniles and their importance in fish culture. *Arch. Hydrobiol.* 87(4):453
- [16] Van Weerd, J.H. / Nutrition and growth in *Clarias* species - A review. In: *Aquatic Living Resources*. 1995 ; Vol. 8. pp. 395
- [17] Lévêque C., Paugy D., éd., 2006 – Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie, utilisation par l'homme. Paris, IRD Éditions, 566 p.
- [18] Lévêque C., Bruton M. N., Ssentongo G. W., éd., 1988 – Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains/Biology and ecology of African freshwater fishes. Paris, Orstom, Travaux et documents, 216, 508 p.
- [19] Panfili et al. 2002. Manuel de sclérochronologie des poissons IRD (Institut de Recherche pour le Développement).
- [20] Sverlij, S. et al., (2007) Los peces del Corredor Fluvial Paraná- Paraguay. Inventario de los humedales del Corredor Fluvial Paraná-Paraguay, pp: 341-352. Les poissons d'eau douce : espèces, liste et images traduit par Paola Milan Lopez, Traductrice. 14 octobre 2021
- [21] Helfman G. et al. 2009. The Diversity of Fishes : Biology, Evolution and Ecology
- [22] Freyer, G. Iles, T., 1972 The chichlid fishes of the great lakes of africa. Edinburgh, Oliver & Boyd, 641 P.
- [23] Hastings, W. H. 1973 Expériences relatives à la préparation d'aliments des poissons et à leur alimentation. FAO Pub. FI : DP/ RAF/66/054/1:24 p.
- [24] Yashouv, A., Chervinski, J. 1960 Evaluation of various food items in the diet of *T. nilotica*. *Bamidgeh*, 12:71–78.
- [25] Guerrero, R. D. 1977 Cage culture of tilapia. *FAO Aquacult. Bull.*, 2(8): 8
- [26] Halver, J. E., 1976 Formulating practical diets for fish. *J. Fish. Res. Board Can.*, 33: 1032–1039.
- [27] Konikoff, M. 1975 Feasibility of cage culture and other aquaculture schemes at Kainji lake. *FAO Publi. FI:NIR/66/524/18.*
- [28] Lee, D., Sinnhuber, R. 1972 Lipid requirements. En: *Fish nutrition*, J.E. Halver, (Ed). London, Academic Press, P. 145–180.
- [29] Nagayama, F. Saitoo Y. 1969 Distribution of several hydrolytic enzymes in fish. En *EIFAC Tec. Pap* (9): 103–106.
- [30] Phillips, A. 1972 Calorie and energy requirement. En: *Fish nutrition*, J. E. Halver (Ed.). London, Academic Press, pp. 1–18.
- [31] Shell, E. W. 1967 Relationship between rate of feeding, rate of growth, and rate of conversion in feeding trials with two species of *Tilapia*, *Tilapia mossambica* Peters and *Tilapia nilotica* Linnaeus. *FAO Fish. Rep.*, (44) vol. 3: 411–415.
- [32] Corbet P.S., 1958. Effects of *Simulium* control on insectivorous fishes. *Nature Lond.* 181, P.570-571
- [33] Corbet P.S., 1961. The Biological significance of the attachment of immature stages of *Simulium* to mayflies and crabs. *Bulletin of Entomological Research*, 52 : 695-699 Cambridge University press
- [34] Coffman, W.P. et Ferrington L.C.Jr, 1984. Chironomidae. In : "An introduction to the insects of North America", Merritt R.W., Cummins K.W., Kendall, Hunt Publishing Company. Second edition, Dubuque, Iowa, USA, P.551
- [35] Kabré T.A., 1994. Impact de la saison sur le facteur de condition et de croissance des juvéniles de *Tilapia* au barrage de Loumbila. *Revue Sc.Tech.* 21(2), CNRST, Burkina Faso
- [36] Paugy et Lévêque 1999. Régime alimentaire et réseaux trophiques. In : "Les poissons des eaux continentales africaines ; diversité, écologie, utilisation par l'homme". Paugy, D. et Lévêque C., Institut de recherche pour le Développement, Paris; France, pp.157
- [37] www.radio-canada.ca consulté le 06/06/2022 à 10h22
- [38] <https://www.fao.org/fishery/fr/countrysector/cd/fr> vérifié le 06/06/2022 à 13h15
- [39] www.vallee-dordogne.com visité le 10/06/2022 à 20h11
- [40] <http://bit.ly/aquaculture> vérifié le 11/06/2022 à 9h25
- [41] Googleweblight.com consulté le 11/06/2022 à 23h17
- [42] www.alimentarium.org visité le 15/06/2022 à 8h58
- [43] <http://aquafish.free.fr/morphologie/morphologie.htm> vérifié le 16/06/2022 à 10h33
- [44] www.techno-science.net consulté le 16/06/2022 à 15h25
- [45] www.cosmovisions.com visité le 18/06/2022 à 11h35
- [46] www.spac-rac.org vérifié le 18/06/2022 à 16h44

- [47] www.aquariophilie-pratique-net consulté le 21/06/2022 à 9h19
- [48] www.planeteanimal.com vérifié le 21/06/2022 à 14h12
- [49] www.aquablog.fr visité le 23/06/2022 à 9h43
- [50] www.aquabase.fr consulté le 23/06/2022 à 17h25
- [51] www.aquaportail.com vérifié le 28/06/2022 à 13h21
- [52] www.universalis.fr visité le 17/08/2022 à 20h31
- [53] wikipédia consulté le 22/08/2022 à 22h35
- [54] www.futura-sciences.com vérifié le 26/08/2022 à 12h27
- [55] www.bloglafermedesanimaux consulté le 31/06/2022 à 10h32
- [56] www.pechee66.org vérifié le 03/09/2022 à 23h31
- [57] www.puteauxplongee.com visité le 09/09/2022 à 7h55
- [58] www.unlacpourtous.fr consulté le 15/09/2022 à 11h17
- [59] www.logrami.fr vérifié le 19/09/2022 à 15h45
- [60] www.futurefishman.org visité le 20/09/2022 à 12h29
- [61] www.fishpedia.fr consulté le 22/09/2022 à 9h36
- [62] www.autourdesanimaux.com vérifié le 23/09/2022 à 16h18
- [63] www.aquaportail visité le 25/09/2022 à 17h29
- [64] www.aquariophilie-aquarium consulté le 27/09/2022 à 13h39
- [65] fr.m.wikipedia vérifié le 28/09/2022 à 9h37
- [66] www.manimalworld.net vérifié le 01/10/2022 à 14h10