

DOSSIER POUR LES ENSEIGNANTS



AQUARIUM TROPICAL
DE LA PORTE DORÉE



SOMMAIRE

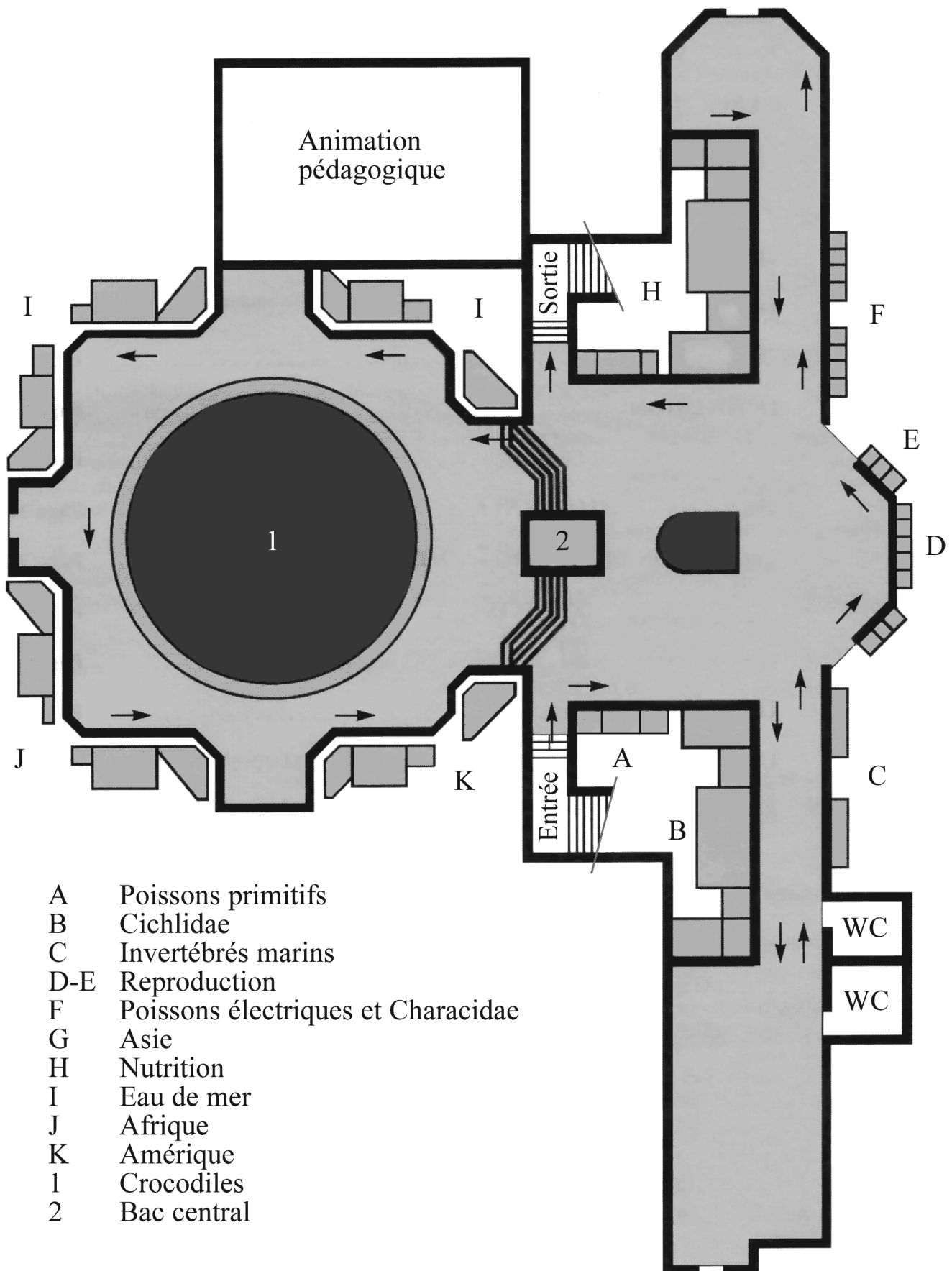
AVANT PROPOS	page 3
LA LOCOMOTION	page 5
LA RESPIRATION	page 9
LA NUTRITION	page 12
L'UNIVERS SENSORIEL	page 13
LES COULEURS DES POISSONS	page 18
LA REPRODUCTION	page 23
LES ÉCAILLES	page 25
L'ÉVOLUTION	page 26
LA BIOGÉOGRAPHIE	page 30
LES RÉCIFS CORALLIENS	page 32
PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE	page 36
INTRODUCTION D'ESPÈCES	page 38
LES CROCODILIENS	page 46
LES TORTUES	page 48
UTILISATION PÉDAGOGIQUE DE L'AQUARIUM	page 49

Textes : **Laurence GUILLOT-TOPLOSKY**
 conférencière des musées nationaux
Michel HIGNETTE
 directeur de l'Aquarium de la Porte Dorée
Colette RABUT et Victor WAJSBERG
 professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre

Dessins : **Marie-Jeanne BATBEDAT, Nathalie CHOUX, Corinne LOISEAU-GLÉNAZ et Colette RABUT**

Photographies : **Michel HIGNETTE**

PLAN DE L'AQUARIUM



- A Poissons primitifs
- B Cichlidae
- C Invertébrés marins
- D-E Reproduction
- F Poissons électriques et Characidae
- G Asie
- H Nutrition
- I Eau de mer
- J Afrique
- K Amérique
- 1 Crocodiles
- 2 Bac central

AVANT-PROPOS

L'AQUARIUM DE LA PORTE DORÉE

Les spécimens de l'Aquarium de la Porte Dorée sont répartis en fonction d'une organisation permettant l'exploitation d'une visite selon certaines "pistes".

Il peut y avoir deux types de visite : soit une visite linéaire où les bacs sont passés en revue, soit une visite transversale concentrant l'attention sur un ou plusieurs thèmes, illustrés par quelques bacs convenablement choisis.

Certains thèmes peuvent donner lieu à une visite de type transversal : des sujets fondamentaux peuvent donc être abordés à plusieurs reprises. D'autres sujets d'études sont, bien entendu, envisageables.

Pistes linéaires

(se reporter au plan de L'Aquarium)
Poissons primitifs ; Cichlidae ;
invertébrés marins ; reproduction ;
poissons électriques ; Characidae ;
nutrition ; eau de mer ; bacs
géographiques.

Pistes transversales

La locomotion ; la nutrition ; la
respiration ; la reproduction ; l'univers
sensoriel ; couleurs et communication ;
le monde des madréporaires et les
associations biologiques ; la
biogéographie ; les interventions de
l'homme dans le milieu aquatique et la
protection de l'environnement ; les
poissons témoins de l'histoire de la
Terre et de la vie ; radiation adaptative
dans les grands lacs africains.

QU'EST-CE QU'UN POISSON ?

Vertébrés adaptés à la vie aquatique, la majorité des poissons vivent dans l'eau, possèdent un corps recouvert d'écaillés, se déplacent grâce à des nageoires, et respirent à l'aide de branchies. On trouve cependant de nombreuses exceptions à ces généralités.

Les scientifiques sont amenés à classer l'ensemble du monde vivant en identifiant ses composants. C'est ainsi qu'on dénombre aujourd'hui plus de 24 000 espèces de poissons.

Le concept d'espèce

Le concept d'espèce est lié à l'existence d'une barrière génétique entre individus : une espèce représente un groupe d'animaux interféconds et qui ont des caractères communs. L'isolement géographique de deux groupes appartenant à une même espèce peut donner naissance, au cours du temps, à deux populations dont la différenciation progressive finit par mener à deux espèces distinctes.

Ainsi, parmi les dipneustes, famille vieille de 300 millions d'années, le **lepidosiren** d'Amérique du Sud ressemble étonnamment au **protoptère** d'Afrique. La tectonique globale explique la présence de ces deux dipneustes biologiquement très proches, de chaque côté de l'océan Atlantique. Lors de la formation de cet océan, les populations ainsi séparées auraient continué leur très lente évolution, aboutissant au **protoptère** d'Afrique et au **lepidosiren** d'Amérique. Au début du 20e siècle, **Wegener** avait déjà pressenti l'existence d'un phénomène tectonique, la "dérive des continents", et avait étayé sa thèse d'arguments biogéographiques.

D'autres caractères morphologiques ou même des critères tels que les patrons de coloration, peuvent être utilisés pour définir une espèce. Mais ils doivent être maniés avec délicatesse : certains poissons juvéniles présentent des patrons de coloration radicalement différents de la livrée qu'ils porteront en tant qu'adultes (poissons anges). C'est en particulier grâce à l'aquariologie que l'on a pu observer ces changements, et regrouper dans la même espèce des individus qui avaient été classés séparément.

Le nombre des espèces de poissons est aussi important que celui de toutes les autres espèces de vertébrés réunies. Les poissons varient plus en taille que tous les autres vertébrés : le plus gros poisson est le requin-baleine (jusqu'à 15 m de long et plus de 20 tonnes !), le plus petit est un gobie nain de 8 mm à l'âge adulte.



DIPNEUSTE

Protopterus annectens

Ce dipneuste africain monte régulièrement à la surface pour respirer de l'air atmosphérique bien qu'il soit un vrai poisson.



POISSON ANGE

Holacanthus ciliaris

Ce Pomacanthidé des Caraïbes change de livrée entre les phases juvéniles et adulte.

LA LOCOMOTION

La locomotion dans l'eau est assurée par un ensemble de structures permettant de répondre à des exigences imposées par le déplacement dans **un milieu dense** qui présente donc une **forte résistance à la pénétration**, mais a l'avantage de faciliter la **sustentation** grâce à la **poussée d'Archimède**.

La forme fuselée du corps ou la forme de disque limitent la résistance de l'eau au cours du déplacement, facilitant la pénétration (hydrodynamisme). La présence de mucus favorise le glissement.

I - La propulsion

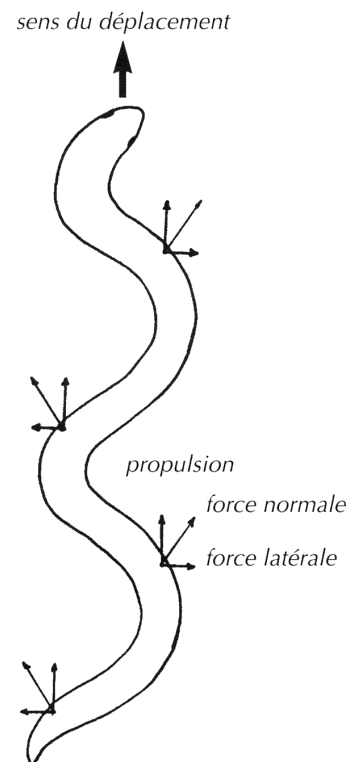
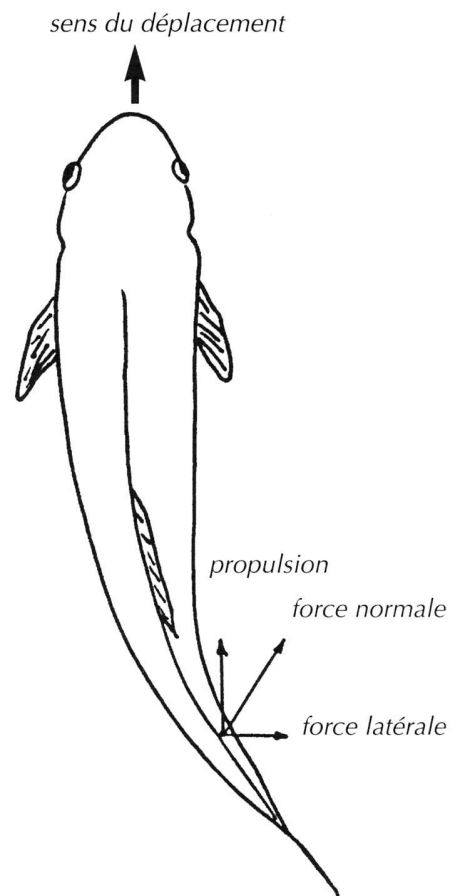
a - Propulsion par ondulation du corps terminée par la nageoire caudale

La grande majorité des poissons se déplacent grâce à un **mouvement ondulatoire du corps**. Une **musculature** puissante disposée de part et d'autre de la colonne vertébrale assure ainsi la **propulsion**. L'**appui** sur l'eau est réalisé par la surface du corps, agrandi par la nageoire caudale disposée en éventail.

L'onde de propulsion résultant de l'ondulation du corps exerce une force normale en tout point qui se décompose en deux forces :

- l'une, latérale, s'annule grâce aux nageoires impaires servant de "quille" ou se compense, chez l'anguille, au niveau des deux flancs ;
- l'autre, longitudinale, correspond à la propulsion, force de réaction à la **poussée**.

L'ondulation responsable de la propulsion concerne, en général, la partie arrière du corps et la nageoire caudale.



b - Propulsion par ondulation des nageoires

Ce type de propulsion est plus rare que celle réalisée par ondulation du corps.

- Les ailerons de la raie :

Le développement spectaculaire des nageoires pectorales et l'aplatissement dorso-ventral du corps font de la raie un poisson bien adapté à la vie sur un substrat. Elle se déplace par ondulations lentes des pectorales.

(voir aussi photo p. 27)

- Les nageoires impaires des poissons électriques :

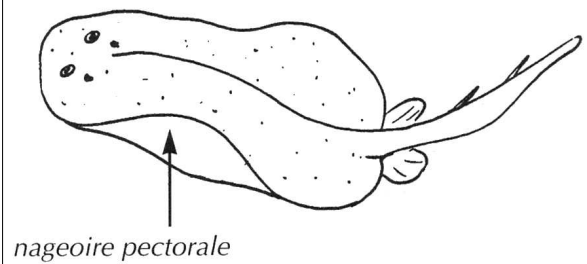
Les poissons électriques gardent leur corps rectiligne au cours de la nage afin de conserver la symétrie du champ électrique périodique qu'ils créent et de permettre l'électrolocalisation.

La propulsion est réalisée par l'ondulation de la nageoire dorsale chez le **gymnarque** et anale chez la **gymnote**, particulièrement développées, alors que les autres nageoires sont absentes ou atrophiées.

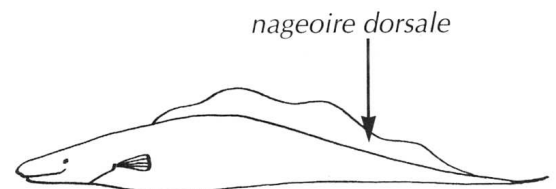
- Les nageoires paires des balistes :

Le déplacement dans le récif corallien nécessite une grande précision qui s'oppose à un déplacement rapide et soutenu. Le corps massif de certains poissons comme les **balistes** limite toute déformation.

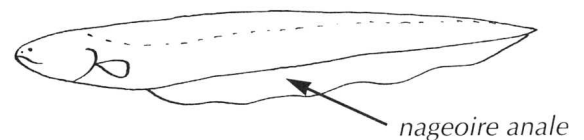
Les oscillations précises et contrôlées des pectorales permettent l'exactitude des manœuvres dans le récif.



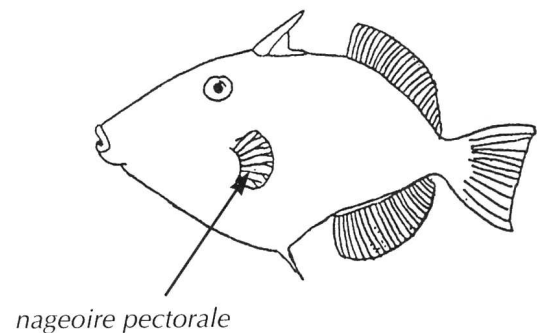
Raie



Gymnarque



Gymnote



Baliste

II - Le type de nage dépend de la forme du corps

La **nage soutenue**, chez le thon par exemple, est entretenue par des mouvements natatoires cycliques : un cycle comporte plusieurs battements de queue. Cette nage peut persister plus d'une heure. C'est la surface de la nageoire caudale du poisson qui détermine l'intensité de la force de propulsion.

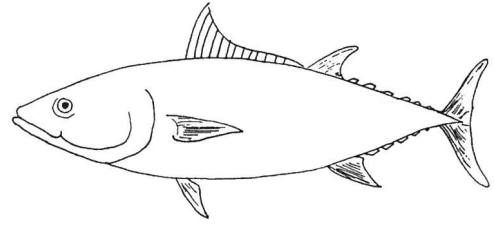
La forme du corps fuselée et la présence d'un pédoncule caudal étroit favorise l'hydrodynamisme. Un corps rigide, limitant les oscillations latérales diminue le gaspillage d'énergie car ce type de poisson en dépense énormément en nageant à grande vitesse. En revanche, les accélérations et les manœuvres précises sont limitées : le prédateur n'attrape qu'une faible partie des poissons qu'il attaque.

La **nage transitoire** permet des accélérations rapides dans le but de capturer des proies.

Les poissons bien adaptés à ce type de nage ont un corps long et souple, une masse musculaire relativement importante et une grande surface d'appui à l'arrière, au niveau des nageoires (cas de la **Lépisostée**).

La **nage manœuvrière** permet au **poisson papillon** de se déplacer avec précision dans le récif. Pour pouvoir se nourrir de polypes, de gorgones, de coraux sur des surfaces orientées très différemment, il doit pouvoir prélever avec sa bouche au bon endroit et être capable de donner de petites poussées d'une grande précision.

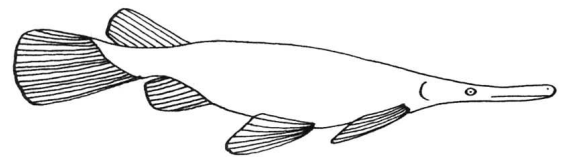
Le corps en forme de disque, très court, facilite les mouvements de rotation autour d'un axe vertical passant par le plus grand diamètre. Les nageoires paires ressemblant à des rames se déplacent comme des avirons faisant alterner la phase de poussée et de récupération : ce sont des **nageoires oscillantes**.



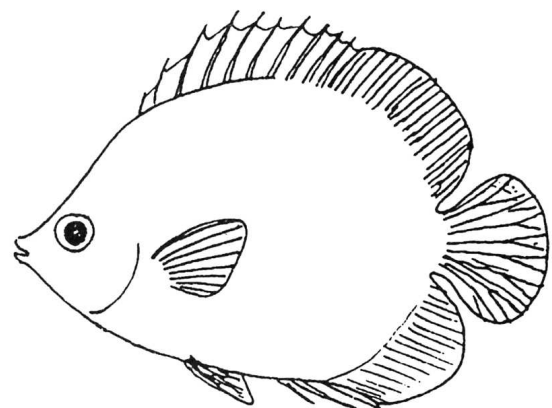
Thon

Un spécialiste de la nage soutenue

La nage soutenue est entretenue par des mouvements natatoires cycliques ; un cycle comporte plusieurs battements de queue. La nage soutenue peut persister une heure ou plus.



Lépisostée



Poisson papillon

La plupart des poissons réalisent une combinaison des profils des trois types précédents.

Il existe des exceptions notables : les nageoires paires des **dipneustes** n'ont plus de rôle natatoire mais aident l'animal à ramper sur le substrat. Quant à celles des **périophtalmes**, elles permettent à ces poissons de se déplacer hors de l'eau.

III - L'équilibre hydrostatique et la vessie gazeuse

Le corps d'un poisson est plus dense que l'eau : il devrait donc couler dès qu'il cesse de nager. Les poissons maintiennent leur **équilibre hydrostatique** (= flottabilité) de différentes façons.

La plupart des poissons osseux utilisent un **flotteur** : la vessie natatoire ou **vessie gazeuse**. C'est un diverticule du tube digestif renfermant de l'azote et de l'oxygène, qui participe à flottabilité. Lors des déplacements verticaux suffisamment lents, le poisson adapte le volume de cette poche de gaz. Mais en cas de remontée brutale (pêche), la pression diminue et le volume augmente, ce qui peut conduire l'expulsion des viscères par les orifices digestifs. La vessie gazeuse est placée ventralement : le centre de gravité du poisson est donc dans la partie dorsale de l'animal. Le poisson doit exercer un contrôle constant de sa position à l'aide de ses nageoires, sous peine de se retrouver le "ventre en l'air".

Les requins, dépourvus de vessie gazeuse, ont un foie bien développé. Riche en lipides moins denses que l'eau, cet organe assure partiellement la flottabilité.



PERIOPHTALME

Periopthalmus barbarus

Les périophtalmes sont capables de se déplacer hors de l'eau. Leurs nageoires pectorales ressemblent à des pattes et leurs pelviennes réunies sous le ventre forment ventouse ce qui leur permet de se coller aux racines des paléuviers sur lesquelles ils peuvent grimper à la recherche d'insectes.

RESPIRATION DES POISSONS

Respirer, c'est prendre de l'oxygène dans le milieu de vie et y rejeter du dioxyde de carbone.

Des organes respiratoires permettent les échanges gazeux entre le milieu et le sang.

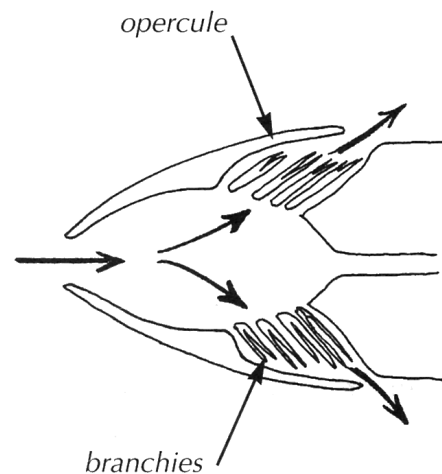
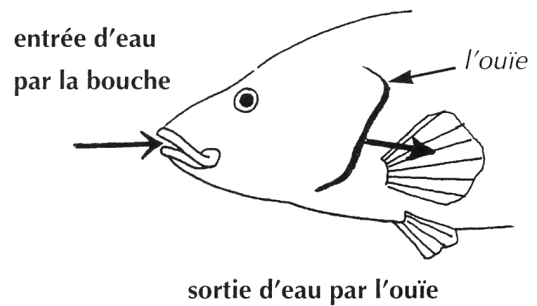
Ce dernier conduit l'oxygène aux organes, qui l'utilisent, et les débarrasse du dioxyde de carbone produit.

Pour la majorité des poissons, le milieu de vie est l'eau et les organes respiratoires sont les **branchies**.

- L'oxygène est dissous dans l'eau en petite quantité : pour prélever 1 litre d'oxygène dans l'eau, les poissons doivent faire circuler 300 à 500 litres d'eau autour de leurs branchies, alors que les mammifères ventilent 20 à 30 litres d'air pour retirer la même quantité d'oxygène.

- Les branchies, placées de chaque côté de la tête, sont recouvertes par un opercule chez la plupart des poissons osseux. De couleur rouge, car riches en vaisseaux sanguins, les branchies possèdent aussi une paroi mince : les **échanges gazeux** entre l'eau et le sang sont donc facilités à leur niveau.

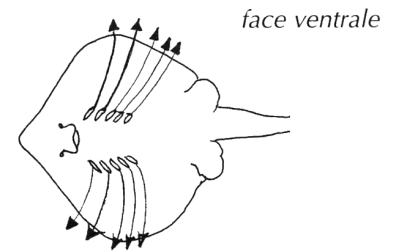
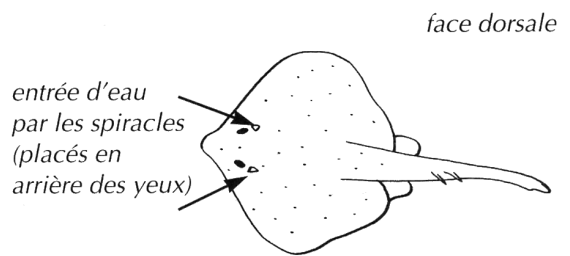
Les mouvements respiratoires permettent le renouvellement de l'eau autour des branchies. Ils sont bien observables. Dans un premier temps, la bouche s'ouvre, l'eau entre et passe autour des branchies. Dans un second temps, les opercules se soulèvent et l'eau sort par les ouïes. L'eau plus dense et plus visqueuse que l'air ne circule que dans un seul sens, contrairement à l'air dans notre appareil respiratoire.



Renouvellement de l'eau autour des branchies d'un poisson osseux

- **Les requins et les raies**, poissons cartilagineux, n'ont pas d'opercules : l'eau sort par des fentes branchiales. Certains requins ont une musculature suffisante au niveau des fentes branchiales pour assurer la circulation d'eau (ex : requin nourrice *Ginglymostoma*). D'autres n'en possèdent pas et doivent nager sans cesse, bouche ouverte, pour assurer la circulation de l'eau (ex : requin de récif à pointes noires : *Carcharhinus melanopterus*).

Chez les raies, dont la bouche est au contact du sédiment, l'entrée d'eau se fait par 2 orifices (spiracles) placés en arrière des yeux, sur la face dorsale. La sortie de l'eau a lieu par les fentes branchiales, sur la face ventrale.



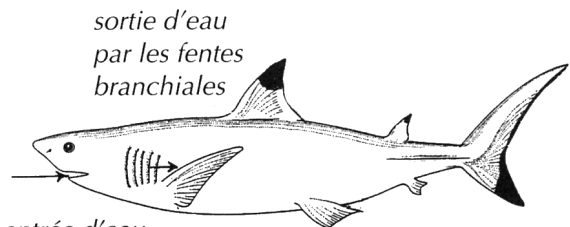
sortie d'eau par les fentes branchiales

Renouvellement de l'eau chez la RAIE (poisson cartilagineux)

Pour certains poissons, des systèmes complémentaires permettent d'utiliser l'oxygène de l'air lorsque les échanges avec l'eau au niveau des branchies sont insuffisants :

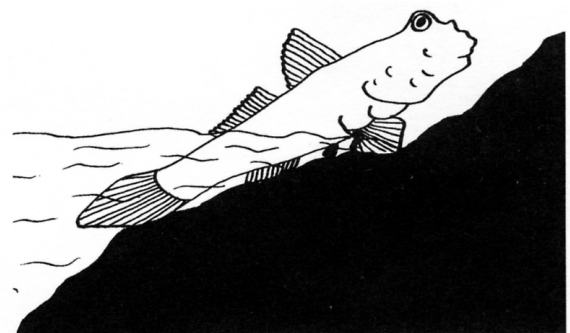
- **Les périophtalmes**, poissons des mangroves, chassent les insectes en grimant sur les racines des palétuviers : ils sont amphibiens. Dans l'eau, leur respiration est branchiale. Hors de l'eau, les opercules obturent parfaitement de vastes chambres branchiales, gardant ainsi une réserve d'eau autour des branchies qui peuvent en prélever l'oxygène. De plus, la respiration devient en partie **cutanée** : la peau, richement vascularisée, particulièrement au niveau de la queue, autorise des échanges gazeux.

- **Les anguilles**, se déplaçant à terre, ont aussi une respiration **cutanée**.



entrée d'eau par la bouche

Renouvellement de l'eau autour des branchies du REQUIN (poisson cartilagineux)



PERIOPHTALME hors de l'eau

(voir aussi photo p.8)

- **Les gouramis** (qui vivent dans les eaux pauvres en oxygène des fleuves et des rizières du sud-est asiatique) utilisent un **labyrinthe** en complément de leurs branchies. Ce labyrinthe, situé dans le crâne, est une sorte de sinus tapissé de membranes richement irriguées. Le poisson renouvelle régulièrement l'air de son labyrinthe en surface. Il puise ainsi une partie de l'oxygène qui lui est nécessaire dans l'air.

- **La loche clown** peut ingérer l'air et utiliser sa **muqueuse intestinale** pour prélever l'oxygène.

- **La gymnote ou anguille électrique** utilise sa **muqueuse buccale** très vascularisée comme organe respiratoire annexe. Comme pour les gouramis, on peut l'observer en train de faire surface pour renouveler l'air qu'elle conserve dans sa bouche.

- **Le poisson couteau et l'arapaima** avalent de l'air et le font passer dans leur **vessie gazeuse**, organe respiratoire annexe pour eux.

- **Les dipneustes** doivent leur nom à leurs **2 "poumons"** : ce sont deux grands sacs allongés dont le droit, seul, s'ouvre dans l'œsophage par la trachée pourvue d'un sphincter. De la paroi des poumons s'élèvent de multiples cloisons qui délimitent des alvéoles tapissées d'un épithélium mince riche en vaisseaux sanguins.

Les *Protopterus* africains et le *Lepidosiren* sud américain ont une respiration essentiellement pulmonaire ; ils sont même capables d'estiver dans la vase, sans eau, pendant la saison sèche. Chez le *Neoceratodus* australien, la respiration pulmonaire est moins importante que la respiration branchiale.

- **Les polyptères** ont un système branchial fortement régressé. Ils utilisent un organe respiratoire annexe qui est un double sac asymétrique issu de la vessie gazeuse. Leur larve a des branchies externes comme celles des dipneustes.



GOURAMI

Trichogaster leeri

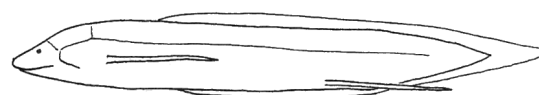
Les gouramis sont des labyrinthidae : des sinus très richement vascularisés permettent une respiration aérienne complémentaire de la respiration branchiale.



ARAPAIMA

Arapaima gigas

Ces osteoglossidae sont parmi les plus grands poissons d'eau douce : ils peuvent atteindre 4,50 mètres dans le fleuve Amazone et ses affluents. La structure de la vessie gazeuse permet des échanges respiratoires aériens.



PROTOPTERE (dipneuste d'Afrique)

LA NUTRITION

Régime alimentaire

Les plantes forment sur terre le premier maillon de la chaîne alimentaire qui permet aux différentes espèces animales de se nourrir. En effet, les plantes servent de nourriture aux végétariens, qui forment eux-mêmes la base de la nourriture des carnivores.

Dans le milieu aquatique, c'est le plancton qui forme ce premier maillon. Composé d'organismes flottant dans l'eau, il représente l'équivalent de la végétation terrestre. Il est constitué à la fois de phytoplancton (plancton végétal) et de zooplancton (plancton animal). Il existe peu de poissons strictement végétariens qui correspondraient à l'échelon équivalent de la chaîne alimentaire terrestre.

Les poissons planctonophages, généralement de petite taille, sont consommés par des poissons plus gros. La chaîne alimentaire peut présenter certains "raccourcis" : quelques gros poissons se nourrissent de plancton (**spatule**). A chaque étape de la chaîne alimentaire, il y a une perte d'énergie de 90 %.

Modes de nutrition

Chez les poissons, la prise de nourriture s'effectue par la bouche comme chez tous les vertébrés. La plupart des poissons ont celle-ci placée à l'extrémité de la tête ; ils mangent ce qui se trouve devant eux. Certains poissons ayant la bouche fendue vers le haut se nourrissent à la surface de l'eau (**osteoglossum**). D'autres, au contraire, trouvent leur nourriture sur le fond, comme les **raies** ou les **poissons-nettoyeurs** dont la bouche est en position ventrale.

Certains poissons ont un mode de nutrition particulier. Les **piranhas** possèdent une taille relativement réduite, mais leur redoutable dentition et leur habitude de se déplacer en groupe ou banc (plusieurs milliers d'individus !) leur permet de s'attaquer à de grosses proies.

D'autres trouvent même leur nourriture hors de l'eau. Le **poisson archer** ou **toxotes** crache des gouttes d'eau en direction d'un insecte aérien pour le déséquilibrer. Celui-ci est happé une fois tombé à la surface de l'eau. Grâce à ses nageoires pectorales, le **périophthalme** se déplace rapidement hors de l'eau où il chasse des insectes. Ses nageoires pelviennes sont réunies en forme de ventouse et lui permettent de coller au substrat. Il peut ainsi grimper le long des racines de palétuviers jusqu'à plusieurs mètres de hauteur. Ces techniques de capture de la nourriture constituent une des explications de l'évolution qui a entraîné le passage de la vie aquatique à la vie terrestre.

"Les techniques de pêche" sont très variées. La **baudroie** et l'**antennarius** possèdent au-dessus de la tête des filaments pêcheurs avec lesquels ils attirent leurs proies.

Les poissons qui vivent en banc profitent tous de la découverte de nourriture faite par l'un d'entre eux.



POISSON NETTOYEUR

Hypostomus plecostomus

La bouche du *Plecostomus* est modifiée en forme de ventouse. De minuscules dents lui permettent de racler les petites algues qui peuvent recouvrir les décors et les glaces des aquariums ce qui lui vaut le nom de poisson nettoyeur.



PIRANHA

Serrasalmus nattereri

La redoutable dentition des piranhas et leur habitude de vivre en banc en font des prédateurs très redoutés malgré leur petite taille.



POISSON ARCHER

Toxotes jaculatrix

Le poisson archer se nourrit d'insectes qu'il gobe à la surface de l'eau après les avoir déséquilibrés par un jet d'eau projeté par la bouche.



L'UNIVERS SENSORIEL DES POISSONS —

Toute perception sensorielle nécessite :

- l'action d'un stimulus sur un récepteur approprié (ex. lumière sur la rétine) qui transforme l'information sensorielle en message nerveux.
- un nerf sensitif qui conduit le message au cerveau qui l'analyse.

Les organes sensoriels des poissons sont :

- les YEUX pour la vision
- les OREILLES INTERNES et la LIGNE LATÉRALE pour l'"audition" (sensibilité aux vibrations)
- les BOURGEONS EN TONNELET pour le goût
- les NARINES et leurs SACS OLFACTIFS pour l'olfaction
- la PEAU pour le toucher et la réception des variations de température
- les ÉLECTRORÉCEPTEURS de la peau de certains poissons pour le sens électrique

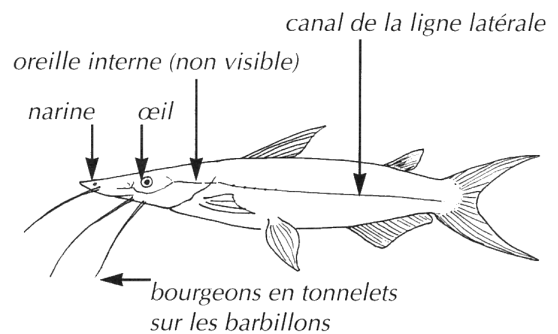
I - L'œil et la perception des formes et des couleurs

Dans la **rétine**, on trouve deux types de cellules réceptrices sensibles à la lumière : les **cônes** et les **bâtonnets**. Les cônes réagissent à une forte intensité lumineuse et sont responsables de la vision colorée ; ils sont abondants chez les poissons qui vivent près de la surface et ont une activité diurne. Les bâtonnets réagissent à de plus faibles intensités lumineuses.

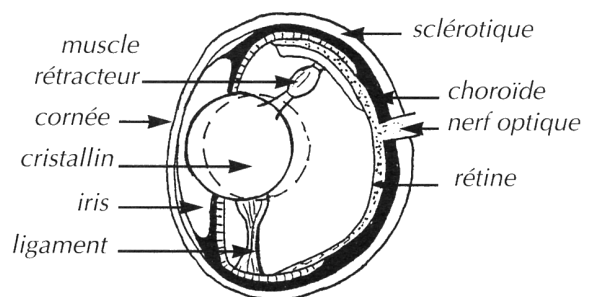
Le **crystallin** des poissons est sphérique et fait saillie à travers la pupille : le champ visuel est large, on parle de vision circulaire. Les rayons lumineux sont focalisés par le cristallin (indice de réfraction : 1,65).

La **cornée** a le même indice de réfraction que l'eau (1,33) : elle ne dévie pas les rayons lumineux.

L'**accommodation** est obtenue par le **déplacement** du cristallin (et non par sa déformation comme dans l'œil humain). Le poisson est donc **myope** quand il n'accommode pas.



1 - Les organes sensoriels de *Sorubim lima*



2 - Coupe longitudinale d'un œil de poisson

Cas particuliers :

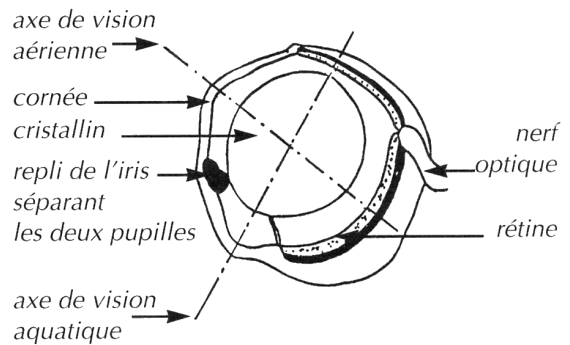
* On connaît plus de 40 espèces de **poissons aveugles cavernicoles** (ex : *Anoptichthys jordani*) : leurs yeux sont presque totalement atrophiés et cachés sous la peau.

* Beaucoup de poissons cartilagineux possèdent uniquement des bâtonnets : ils n'ont donc pas de vision colorée. Les requins bleus et les requins marteaux ont une membrane nictitante qui peut protéger la rétine des lumières vives.

* **Périophtalme** : ce poisson des mangroves sort de l'eau, ses yeux proéminents peuvent se rétracter et être humidifiés sous des replis cutanés.

* **Toxotes ou poisson archer** : il projette des gouttes d'eau sur les insectes posés près de la surface pour les faire tomber à sa portée. La proie est visée avec précision par le toxotes qui se place sous elle, presque à la verticale : il réduit ainsi la déviation des rayons lumineux.

* **Anableps ou poisson quatre yeux** : ses 2 yeux très saillants sont à la limite air/eau et, dans chacun, une partie est destinée à la vision aquatique, l'autre à la vision aérienne.



3 - Coupe longitudinale d'un oeil d'Anableps

II - Les oreilles internes et la ligne latérale : la perception des vibrations et des variations de pression

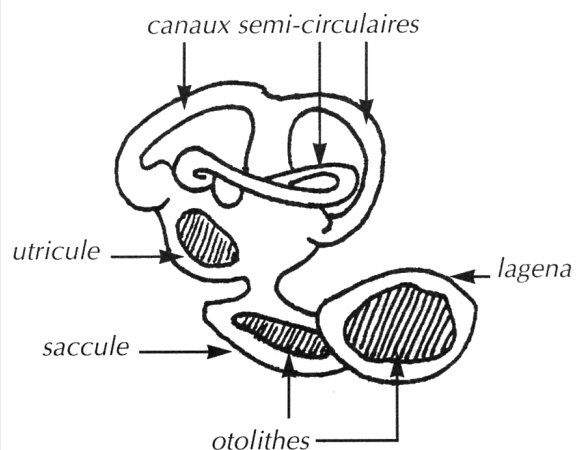
a - Les oreilles internes

Les poissons n'ont ni oreille externe ni moyenne (pas de pavillons, de tympan, d'osselets). Leurs oreilles internes sont placées de chaque côté du crâne, en arrière des yeux.

Les canaux semi-circulaires et l'utricule sont les organes de l'équilibre. La **saccule** et la **lagena** sont les récepteurs de l'ouïe (fig. 4 a).

De nombreux poissons peuvent émettre des sons (vibrations).

Les mouvements de la nage produisent aussi des vibrations.



4 a - Oreille interne

Les vibrations mettent en mouvement les otolithes devant les cellules sensorielles de la paroi de l'oreille interne. Le message se propage alors dans le nerf auditif jusqu'au cerveau. C'est ainsi que les requins, les raies et de nombreux poissons osseux perçoivent les sons (vibrations < 800 Hz).

Les cypriniformes ont une ouïe améliorée par les osselets de Weber qui relient les oreilles internes à la vessie natatoire utilisée comme caisse de résonance (fig 4 b).

b - La ligne latérale ou système latéral

C'est un ensemble de canaux ouverts à l'extérieur par des pores. Ces canaux sont remplis de mucus et renferment des récepteurs sensoriels : les neuromastes. Le canal de la ligne latérale parcourt tout le flanc jusqu'à la tête où il se ramifie dans les os crâniens. Grâce au système latéral, les poissons détectent les vibrations de l'eau et les variations, de pression. Ils reçoivent aussi les vibrations en retour provoquées par leurs déplacements : le système latéral fonctionne alors comme un sonar.

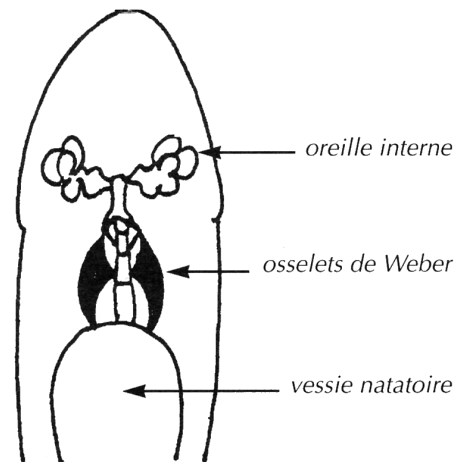
III - Le goût et l'odorat : la perception chimique

Pour les poissons, toutes les substances stimulantes sont dissoutes dans l'eau : on peut cependant distinguer goût et odorat car les stimulations peuvent être reçues par 2 types de récepteurs (olfactifs et gustatifs) et être à l'origine de réactions distinctes.

a - Les récepteurs de l'odorat sont dans les SACS OLFACTIFS où une membrane sensorielle est responsable de la réception des molécules odorantes. Chez la majorité des poissons, 2 paires de narines font communiquer les sacs olfactifs avec l'extérieur. Le courant d'eau entre par la narine antérieure, sort par la narine postérieure.

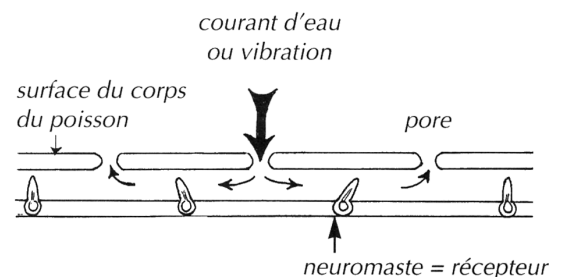
Il n'y a pas de communication avec l'appareil respiratoire.

Les narines des requins sont placées sous le museau. Les narines de certaines murènes sont bordées de pavillons orientables.



4 b - Chez les cypriniformes (danio, carpes...) les osselets de Weber relient oreilles internes et vessie natatoire

4 - Oreilles internes



5 - Canal du système latéral

Les perceptions olfactives déclenchent des réactions comportementales globales : déplacement vers un partenaire pour la reproduction, orientation durant la migration, reconnaissance entre jeunes et parents (ex : chez *Cichlasoma citrinellum*).

Les **requins** détectent une partie de sang dans cent millions de parties d'eau. Leur cerveau compare les messages olfactifs venus des 2 sacs olfactifs et ils nagent vers le côté où l'odeur est la plus forte.

Le **saumon** retrouve, après sa vie dans l'océan, l'odeur de sa rivière natale quand il parvient près des côtes (en pleine mer, il se guiderait à l'aide du magnétisme terrestre).

b - Les récepteurs du goût sont les BOURGEONS EN TONNELET

Ils peuvent être abondants dans la bouche, mais également sur tout le corps et sont parfois concentrés sur les barbillons (ex : **poissons-chats**). Les perceptions gustatives renseignent le poisson sur la qualité de la nourriture. Elles provoquent des mouvements de la bouche et du pharynx pour mastiquer et déglutir ou rejeter l'aliment.

IV - Le toucher : la perception des contacts et de la température de l'eau

La peau des poissons contient des myriades de terminaisons nerveuses libres qui sont les récepteurs du toucher. Le moindre contact provoque la fuite d'un poisson. Les poissons réagissent à des variations de température inférieures au dixième de degré. Les barbillons des **poissons-chats** sont les récepteurs du goût et du toucher ainsi que les trois rayons inférieurs libres des nageoires pectorales du **grondin**.

V - Le sens électrique et la perception des modifications du champ électrique.

Quelques 300 espèces de poissons sont capables de produire de l'électricité pour s'orienter dans l'espace, localiser des proies et communiquer. Réparties dans 6 familles, ces espèces constituent un exemple d'**évolution convergente** : une même solution a été trouvée pour vivre dans des eaux troubles ou sombres dans lesquelles la vision est peu utile.



POISSON CHAT

Phractocephalus hemiliopterus

Les longs barbillons des poissons-chats portent des récepteurs du goût. Ils servent aussi d'organes du toucher.

Les **décharges électriques** sont produites par des batteries d'**électroplaques** qui sont des fibres musculaires modifiées. Les impulsions produites sont de quelques volts mais de fréquence élevée (jusqu'à 1000 décharges par seconde). Un champ électrique périodique se forme autour du poisson. Tout corps, vivant ou non, qui y pénètre le déforme.

Les **organes électrorécepteurs** répartis sur tout le corps sont de minuscules fossettes :

- certains décèlent les modifications subies par le champ électrique périodique. Au niveau du cerveau s'établit une carte de l'environnement électrique. C'est l'**électrolocalisation** des obstacles ou des proies.

- d'autres répondent à tout événement électrique bref, comme les décharges d'un autre poisson : ils permettent la communication entre poissons de la même espèce.

- d'autres enfin sont sensibles aux champs électriques continus ou de basse fréquence produits par tous les êtres vivants. Ce type de récepteur existe chez de nombreux poissons cartilagineux comme les requins (**ampoules de Lorenzini**).

Chez la **gymnote** ou anguille électrique, les électroplaques occupent les 5/6 postérieurs du corps : elles peuvent produire de faibles décharges comme celles des autres poissons électriques, mais elles peuvent également être à l'origine de décharges de 700 volts, capables de tuer ou d'immobiliser des proies ou des agresseurs.



POISSON ELEPHANT

Gnathonemus petersii

Ce poisson électrique africain est sensible au champ électrique créé par ses propres décharges, ce qui lui permet de se repérer par électrolocalisation (comme à l'aide d'un radar).



ANGUILLE ÉLECTRIQUE

Electrophorus electricus

L'Electrophorus, aussi appelé gymnote ou anguille électrique peut produire deux types de décharges électriques : des émissions rythmées de faible voltage permettant l'électrolocalisation et la communication intraspécifique, et des fortes décharges (jusqu'à 700 V) utilisées pour la défense ou pour commotionner des proies.

LES COULEURS DES POISSONS

L'univers sensoriel des poissons est très visuel : c'est l'aire optique qui occupe la plus grande partie du cerveau (l'olfaction peut être très développée aussi, par exemple chez les murènes, prédateurs nocturnes).

I - Pénétration de la lumière dans l'eau

Le rayonnement solaire est fait de radiations violettes, bleues, vertes, jaunes, oranges, rouges dont les longueurs d'onde vont de 400 à 700 nanomètres.

Dans les océans et les lacs où l'eau est très limpide (lac Malawi) la lumière bleue pénètre à plus de 75 m de profondeur alors qu'au delà de 2 m, la lumière rouge est absorbée. L'eau prend ainsi une couleur bleue.

Dans les eaux douces riches en phytoplancton et en matières organiques, les lumières bleues et violettes sont fortement absorbées ainsi que la lumière rouge : l'eau prend ainsi une teinte vert-jaune. L'obscurité est totale vers 25 m.

Dans les marécages et les rivières à eaux boueuses existent des tannins, de la lignine provenant de la décomposition des végétaux et toujours du phytoplancton. La lumière peut être totalement absorbée vers 3 m de profondeur. La lumière rouge est moins absorbée que les autres : l'eau paraît d'un brun rougeâtre.

II - Couleurs des poissons et pigmentation

Les pigments qui colorent la peau des poissons sont contenus dans des cellules dermiques ou épidermiques, cellules étoilées et branchues : les **chromatophores**. Les grains de pigments se déplacent dans le chromatophore : s'ils sont rassemblés au centre, la cellule est peu colorée.

Les changements rapides de coloration (jusqu'à 7 par jour chez un cichlidé) se font sous l'influence d'une information visuelle (harmonisation avec la couleur du milieu) ou de la physiologie du poisson (comportement reproducteur, stress...).

Les **iridocytes** sont des cellules abondantes sur les écailles. Elles contiennent des cristaux de guanine et renvoient la lumière comme des miroirs. Elles donnent au poisson une couleur argentée, blanche ou irisée.



concentration du pigment au centre du chromatophore



Chromatophore



*Variations de livrées observées en un jour chez *Aequidens tetramerus* (d'après BEEBE)*

III - Couleurs et protection du poisson

A - Homochromie

Quand le poisson a la couleur ou l'aspect du fond sur lequel il se trouve, on parle d'homochromie. Cette homochromie peut être fixe (ex : **raies**), elle peut aussi être dynamique (ex : le **turbot** modifie sa coloration en fonction de l'environnement).

B - Polarité pigmentaire

Presque tous les poissons qui vivent en pleine eau, près de la surface, ont le dos plus foncé que les parties inférieures restées claires ou argentées.

Exemples : **requins, lépisostées, carangidés.**

Le dos de ces poissons se confond avec le fond sombre pour un prédateur qui les voit de dessus (oiseau de mer par exemple). Leur ventre clair, argenté grâce aux iridocytes, se distingue mal de la surface de l'eau pour un prédateur situé au dessous.

La polarité pigmentaire est un cas particulier d'homochromie.

C - Être moins apparent parmi les végétaux

Certains poissons, comme le scalaire ou le poisson archer, présentent des taches ou des rayures sombres verticales qui se confondent avec les ombres portées par les plantes aquatiques.

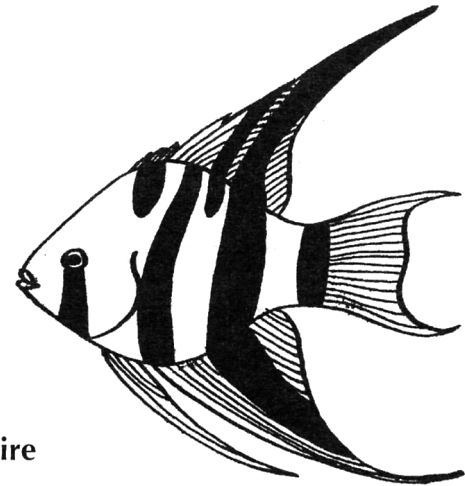
D - Variations journalières du patron de coloration

Il est fréquent que le patron de coloration change au cours de la journée : il est généralement terne la nuit, plus coloré le jour.

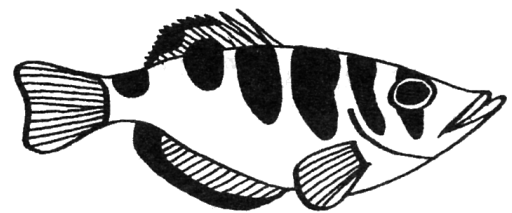
Les **cardinalis**, bleus et rouges pendant la journée, deviennent grisâtres la nuit. De semblables variations s'observent chez beaucoup de poissons des récifs coralliens comme les **chétodons**.

E - Colorations disruptives

Sur un fond clair ou sombre, la forme naturelle du poisson paraît divisée par des bandes, des plaques ou des points aux couleurs violemment contrastées et aux contours très nettement marqués : le repérage de la silhouette caractéristique du poisson devient difficile. Le prédateur, étant attiré par l'une ou l'autre des formes colorées, serait incapable de voir sa proie en entier et, par suite, de l'identifier.



Scalaire



Poisson archer



Effet de couleurs contrastées : un même poisson (*Heniochus*) vu sur fonds gris, blanc et noir (d'après COTT).

F - Ocelle ou "faux œil"

Ce sont des taches noires circulaires placées à l'arrière du corps. Les vrais yeux sont alors dissimulés par un masque ou une bande sombre.

Ces "faux yeux" tromperaient-ils les prédateurs sur la position de la tête de la proie ? Ces ocelles peuvent servir de **signaux** lors de combats entre espèces : le *Chelmon rostratus* combat tête contre queue avec le *Chaetodon capistratus*. Dès que l'un des poissons est en état d'infériorité, il étend ses nageoires et ses ocelles palissent, indiquant qu'il abandonne le combat.

IV - Couleurs et communication

A - Communication entre espèces différentes

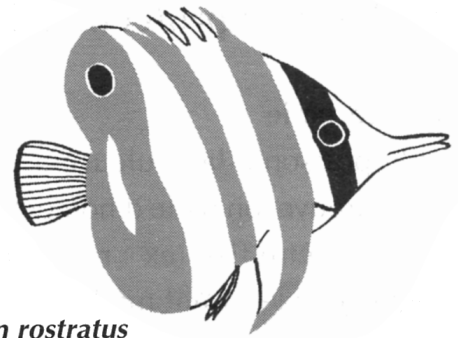
1 - Couleurs voyantes, "publicité" des poissons nettoyeurs

Les **poissons nettoyeurs** se signalent à l'attention des "poissons clients" (**murènes, labres, poissons-perroquets, mérus, poissons-anges...**) par leurs bandes longitudinales colorées : exemple : le **nettoyeur vrai** a des bandes bleu clair et bleu foncé.

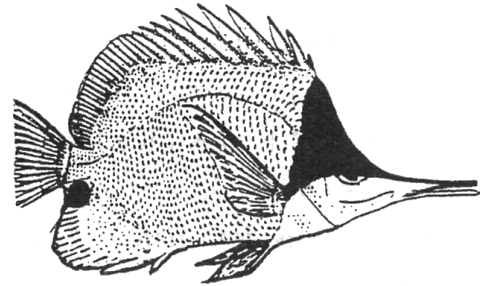
L'autre signal est la danse ondulante sur la station de nettoyage, lieu fixe du récif. Les **faux nettoyeurs** utilisent le même comportement et bénéficient de la même coloration, mais ils ne pratiquent pas de déparasitage et s'attaquent même aux téguments et aux écailles.

2 - Les couleurs voyantes d'avertissement

Certains poissons ont des livrées de couleurs très criardes, visibles de loin, qui ont valeur d'avertissement pour les autres espèces. Ces couleurs dites aposématiques (grec : APO : venant de, SEMA : signe), sont le rouge, le jaune, le blanc en combinaison avec le noir.



Chelmon rostratus

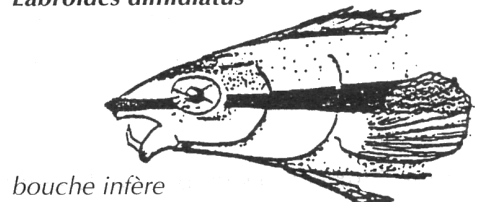


Forcipiger longirostris

bouche terminale

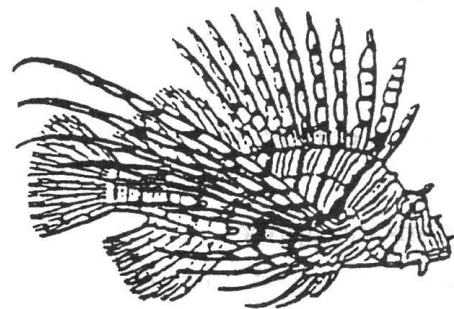


Poisson nettoyeur commun
Labroides dimidiatus



bouche infère

Faux nettoyeur
Aspidontus taeniatus



Poisson scorpion
Pterois volitans

- rayons venimeux des nageoires dorsales et pectorales
- coloration avertissante (rouge et blanc)

Ces couleurs peuvent signaler un danger potentiel pour l'attaquant : une tache orange entoure le scalpel de certains poissons chirurgiens.

Les mérous venimeux ont une livrée voyante : leur peau sécrète une substance toxique en cas de danger (la grammistine). La couleur vive avertissante leur confère une protection vis-à-vis des prédateurs.

Ces couleurs aposématiques peuvent aussi indiquer l'occupation du territoire.

Les vives couleurs des poissons clowns sont très voyantes dans les grandes anémones des récifs qui les protègent. Le poisson clown protège aussi son anémone : il repousse les attaques des poissons papillons qui peuvent brouter les tentacules de l'anémone.

B - Communication entre poissons de la même espèce

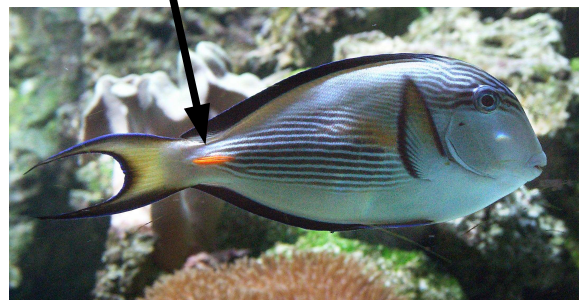
1 - Les couleurs voyantes permettent de reconnaître un partenaire de la même espèce

Les couples de poissons papillons et de poissons anges sont durables ; cependant il n'y a pas de soins aux jeunes. Le but est d'éviter la reproduction entre deux espèces voisines dans la zone à faible densité de population : si un poisson est physiologiquement prêt à se reproduire, il peut accepter un partenaire d'une espèce voisine (ex : *Chaetodon falcula* et *Chaetodon lunula*).

2 - Certaines couleurs voyantes des poissons des récifs constituent un marquage du territoire, comparable au chant des oiseaux.

Des poissons de la même espèce ont les mêmes exigences nutritionnelles : il y a donc concurrence entre eux. Certains poissons vivent en couple sur leur territoire (ex : couple de cochers).

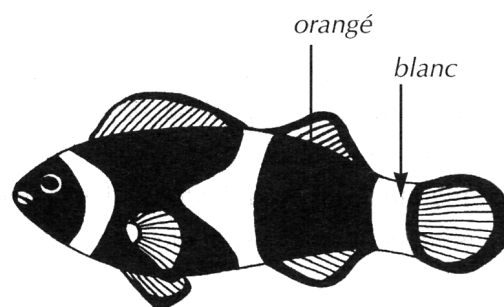
tache orange



POISSON CHIRURGIEN

Acanthurus sohal

Les poissons chirurgiens sont pourvus d'une lancette érectile, ressemblant à un scalpel, sur le pédoncule caudal. Cette arme défensive est mise en évidence par la tache colorée orange qui l'entoure.



Poisson clown à 3 bandes

(symbiose avec les anémones)



Cocher

Un même patron de coloration peut déclencher l'attaque : la livrée des juvéniles est différente de celle des adultes, ce qui les protège des attaques de ceux-ci (exemple : *Pomacanthus annularis*).

3 - Signaux colorés et reproduction chez les cichlidés

La réaction à suivre la mère, chez les jeunes des cichlidés pondreurs sur substrat, est déclenchée par les mouvements et la coloration de la mère.

Chez les cichlidés incubateurs buccaux, la vue des œufs est le stimulus déclencheur du comportement des femelles : elles prennent les ovules en bouche immédiatement après la ponte.

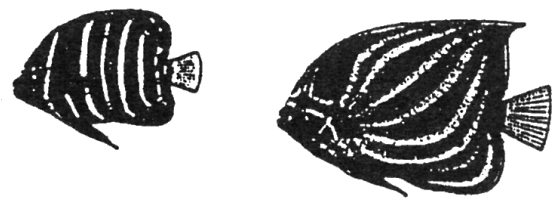
Dans certaines espèces, les mâles ont des taches jaunes semblables aux œufs sur la nageoire anale. Au moment où la femelle essaie de ramasser ses faux œufs, le mâle émet la laitance : bien qu'externe, les chances de succès d'une telle fécondation sont élevées.

4 - Signaux colorés et cohésion du groupe

Une tache colorée peut constituer le signal de rassemblement qui permet la cohésion d'un banc de poissons. Chez *Pristella riddlei*, il s'agit d'une tache sur la nageoire dorsale.

Chez certaines **demoiselles** (*Dascyllus trimaculatus* ou *Dascyllus albisella*), ce sont des taches blanches sur le front et les flancs.

Leurs colorations permettent aux poissons de se camoufler, de s'afficher, de communiquer. Efforçons nous pourtant de ne pas les interpréter d'après nos propres perceptions.



juvénile

adulte

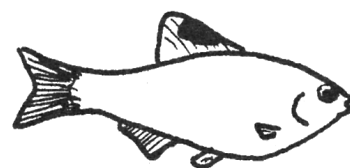
Pomacanthus annularis



M'BUNA ZEBRE

Pseudotropheus zebra

La nageoire anale de ce cichlidé mâle présente des taches dont la forme et la couleur ressemblent à celles des œufs que la femelle incube dans la bouche.



Pristella riddlei

REPRODUCTION DES POISSONS

Pour la majorité des poissons, il n'y a pas de dimorphisme sexuel : on ne peut pas distinguer le mâle de la femelle, mais les sexes sont séparés. Les gonades sont de grande taille ; les ovaires d'une femelle de saumon représentent le cinquième de sa masse.

Les mâles et les femelles se rassemblent pour le frai ; la période de frai est souvent liée à la température de l'eau, le lieu du frai est bien déterminé pour chaque espèce. Il n'y a pas d'accouplement ; ovules et laitance sont émis dans l'eau, la fécondation est externe. Les œufs, très nombreux, sont abandonnés dans l'eau.

Cependant l'étude des cas particuliers permet de trouver des comportements reproducteurs étonnants et très variés.

Changement de sexe et hermaphrodisme

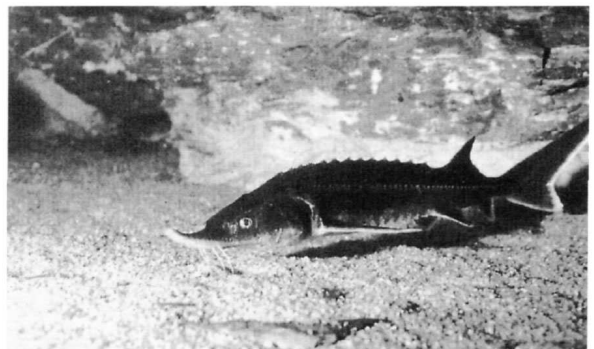
Certains poissons sont d'abord femelles et deviennent mâles en vieillissant : le **mérou noir** est femelle jusqu'à 9-12 ans, mâle ensuite. Chez les **labres nettoyeurs** des récifs coralliens, la station de déparasitage est souvent occupée par un mâle et des femelles d'âges différents ; si le mâle meurt, la femelle la plus âgée devient un mâle fonctionnel en 14 à 18 jours. D'autres poissons sont d'abord mâles puis deviennent femelles : c'est le cas de la **daurade royale**. Dans le cas exceptionnel où le poisson possède à la fois ovaire et testicule fonctionnels, on parle d'hermaphrodisme.

Dimorphisme sexuel

Des caractères sexuels secondaires permettent de distinguer les mâles des femelles : le **guppy** mâle se reconnaît à ses couleurs vives et sa grande nageoire caudale et à son gonopode. Le mâle du *Cyphotilapia frontosa* se reconnaît à sa bosse graisseuse frontale.

Le **déterminisme du frai** est soumis à la température de l'eau, sa salinité, sa dureté, son oxygénation, mais aussi aux phases de la lune. Le **grunion** (côte pacifique d'Amérique du nord), vient frayer de nuit sur les plages de sable au moment des grandes marées d'équinoxe de printemps après la pleine lune et la nouvelle lune.

Pour se regrouper, certains poissons effectuent de véritables migrations. L'**esturgeon** remonte les cours d'eau pour frayer, le **saumon** quitte l'océan pour son cours d'eau natal et l'**anguille** quitte la rivière pour la mer des Sargasses.



ESTURGEON

Acipenser ruthenus

Les ovules des esturgeons constituent le caviar.

Certains mâles émettent des substances chimiques ou **phéromones** pour attirer les femelles. Ils peuvent également effectuer une parade nuptiale et guider la femelle vers le lieu de ponte. Les mâles et les femelles peuvent s'accoupler (cas des **raies**, **requins**, **guppys**). Dans ce cas les mâles possèdent des organes d'accouplement. La fécondation a donc lieu dans le corps de la femelle : elle est interne.

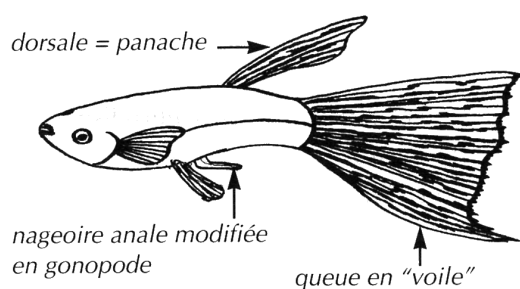
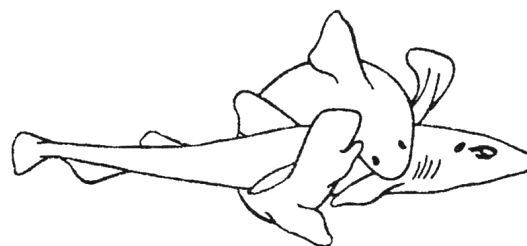
Dans la famille du **guppy**, les femelles gardent la laitance des mâles pour plusieurs portées.

Le **characin** femelle de l'Amazonie (*Copella arnoldi*) dépose ses ovules sur une feuille ou une branche à quelques centimètres au dessus de la surface de l'eau. Le mâle les féconde puis les humidifie pendant les 3 jours d'incubation. Dans ce cas, la **fécondation externe a lieu hors de l'eau**.

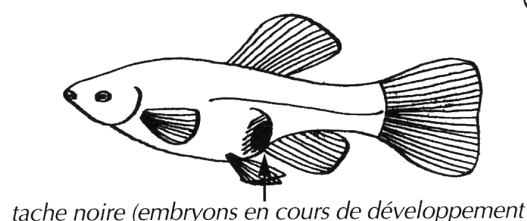
Les œufs peuvent être protégés : les **Anabantidés** les placent dans un nid de bulles. Tous les **Cichlidés** leur accordent des soins. Le couple parental peut surveiller et ventiler la ponte puis protéger les alevins. Chez d'autres Cichlidés, la femelle garde les œufs en bouche jusqu'à leur éclosion et, parfois même, les alevins peuvent s'y réfugier encore quelques temps. Chez les **hippocampes**, le mâle porte les œufs fécondés dans une poche ventrale d'où sortent les alevins. C'est ainsi que l'on a pu croire que dans cette espèce le mâle donnait naissance à des portées d'hippocampes. Les soins que les **Discus** (cichlidés) prodiguent aux alevins évoquent la lactation des mammifères. En effet, lors de la reproduction, la peau des parents sécrète un mucus abondant dont les alevins se nourrissent.

Dans le cas général, les œufs se développent dans le milieu extérieur : Il y a **oviparité**. Lorsque les œufs restent dans les voies génitales de la femelle sans apport nutritif maternel, il y a **ovoviviparité** (guppy, platty...). Si l'embryon est nourri dans le corps de la mère par l'intermédiaire d'un "placenta", on parle de **viviparité** : à la naissance, les alevins sont alors de grande taille (cas des Godéidés et de certains requins).

Accouplement de roussettes



MÂLE
3 cm environ



FEMELLE
jusqu'à 5 cm

Guppy : dimorphisme sexuel

LES ÉCAILLES

Le corps du poisson est enduit de mucus qui le protège et lui permet de mieux glisser dans l'eau. Chez la plupart des poissons, la peau renferme des écailles. Les ichthyologistes utilisent souvent le nombre des écailles comme critère systématique pour déterminer les espèces.

Les types d'écailles

Les écailles sont réparties en quatre types :

Cténoïdes : extrémité en dents de peigne

Cycloïdes : rondes

Cténoïdes et cycloïdes sont les types d'écailles les plus communs. Elles se superposent comme les tuiles d'une toiture.

Placoïdes : d'un type très ancien, elles sont épaisses, stratifiées et ressemblent à des dents. On les trouve actuellement chez les requins dont le cuir souple, une fois les écailles ôtées, est utilisé en maroquinerie : c'est le fameux galuchat. Non préparée, la peau de requin a un pouvoir abrasif connu depuis l'Antiquité.

Ganoïdes : épaisses, losangiques, articulées bord à bord telle une cote de mailles, recouvertes de ganoïne, elles ne se trouvent que sur les poissons primitifs : **lépisostées, polyptères...**

L'âge d'un poisson

Les écailles commencent déjà à pousser sur les jeunes alevins. Elles n'augmentent pas en nombre mais en taille au cours de la croissance. Chez les espèces vivant en climat tempéré, il s'y forme des stries ou cercles de croissance, comme chez les arbres (alternance de saisons : dendrochronologie). La lecture de ces cercles contribue à la connaissance de l'âge d'un poisson.



POLYPTÈRE

Polypterus ornatipinnis

Les polyptères sont des poissons primitifs dont les écailles losangiques très épaisses sont articulées et ne se recouvrent pas. Ils prennent appui sur leurs nageoires pectorales ce qui évoque le rôle des membres supérieurs chez les tétrapodes.

ÉVOLUTION

Les débuts de la vie dans l'eau

Lors du refroidissement de la terre, une atmosphère sans oxygène à l'état libre, mais riche en eau et en gaz carbonique se forma. Cette eau s'évaporant et retombant en pluie, créa les premiers océans.

Ceux-ci, remplis de composants organiques, formaient une "soupe primitive" d'où émergea la vie. Il s'agit d'abord d'organismes simples, protégés des rayons nocifs du soleil (ultra-violet) par le milieu aquatique dans lequel ils se développaient.

L'oxygène est un sous-produit de la synthèse chlorophyllienne qui fournit à ces organismes l'énergie indispensable à leur survie. L'activité de ces premiers organismes était telle que cet oxygène satura les océans et se libéra dans l'atmosphère.

Soumis au rayonnement solaire, l'oxygène réagit en produisant une couche d'ozone filtrant les rayons ultra-violet. C'est grâce à cette protection que les organismes vivants, d'abord limités au milieu aquatique, purent plus tard coloniser la terre ferme. L'élaboration de l'atmosphère terrestre actuelle commença il y a plus de deux milliards d'années. Cette atmosphère est fragile. Il ne faudrait pas que l'activité humaine la détruise (rejets de chlorofluorocarbones ou CFC).

Formation des continents

Tandis qu'évoluait la vie dans les mers, les continents de la terre se formaient. Portés par une couche plastique, ils s'assemblaient en supercontinents, se séparaient et se réassemblaient. La théorie moderne de la **tectonique des plaques** permet de rendre compte de ces développements.

Elle était pressentie dès 1912 par **Wegener** sous le nom de "dérive des continents". On pense aujourd'hui que l'activité interne de la terre, caractérisée par le volcanisme et les séismes, produit des tensions provoquant des glissements et des déchirements des plaques. La distribution de certains poissons primitifs (**dipneustes**, **ostéoglossidés**) sur différents continents fournit un argument supplémentaire en faveur de la tectonique des plaques.

C'est au Cambrien (- 570 millions d'années) que la composition de l'eau de mer permet la fixation du calcium par la faune. Des parties dures protectrices, coquille ou carapace, se forment chez plusieurs groupes d'animaux.

Les nautilies

A cette époque apparaissent les mollusques céphalopodes qui utilisent un moyen de locomotion très élaboré : la propulsion par réaction. On trouve des **ammonites** et des **bélemnites**, mais aussi des nautiloïdes qui évoquent pour nous les différentes espèces de **nautilies**.



NAUTILIE

Nautilus pompilius

Les nautilies ont très peu évolué depuis environ 400 millions d'années, ce qui leur vaut d'être appelés : "fossiles vivants". Ce sont des mollusques céphalopodes, proches parents des seiches, des calmars et des pieuvres.

L'intérieur de la coquille du nautilé actuel présente des loges qui communiquent par un siphon. Seule la dernière loge est occupée par le corps de l'animal. La proportion gaz/liquide du mélange contenu dans les autres loges affecte la flottabilité de l'animal et lui permet de garder un équilibre hydrostatique. Cette coquille est très singulière : son enroulement suit une équation mathématique complexe (spirale logarithmique).

Au début de l'Ordovicien (- 500 millions d'années) les nautilidés étaient répandus dans toutes les mers du globe. Les nautilés se trouvent aujourd'hui dans une seule région de l'océan Pacifique. Ils occupent une niche écologique précise : ce sont des détritivores vivant autour de 400 mètres de profondeur. Alors que la vie autour de lui a évolué, le nautilé n'a pratiquement pas changé. Face à une compétition accrue, il a adopté une stratégie de survie le limitant à un biotope particulier. A cette profondeur, il ne rencontre qu'une compétition très limitée.

Les premiers poissons

Les premiers poissons sont apparus à la fin du Cambrien (- 505 millions d'années). On les trouve sous forme de fossiles à partir de l'Ordovicien (- 500 millions d'années). Ils se répandent surtout à partir du Silurien, il y a environ 430 millions d'années. Dès la période suivante, le Dévonien (vers - 395 millions d'années), existent déjà des ancêtres de certaines espèces actuelles.

Poissons sans mâchoires, poissons à carapaces

Les myxines et les lamproies d'aujourd'hui descendent des **agnathes** du Dévonien. Les agnathes, premiers véritables vertébrés, sont des poissons sans mâchoires. Certains agnathes avaient le corps recouvert d'épaisses plaques osseuses qui leur valent le nom d'ostracodermes ou poissons à carapace (*Pteraspis*). Ces poissons très primitifs ne se déplaçaient que sur les fonds : dépourvus de nageoires, ils ne disposaient que de leur queue pour se propulser en avant.

Apparition des mâchoires et des nageoires

Les placodermes sont des poissons possédant des plaques osseuses enrobant la tête, ainsi que des nageoires. Leur mobilité accrue et l'apparition de mâchoires pourvues de dents sont probablement la cause de la disparition des ostracodermes dont ils sont issus (*Dinichthys*).

Poissons cartilagineux

Les poissons cartilagineux ou **chondrichthyens**, **raies** et **requins** actuels, sont des descendants des placodermes. Leur squelette se compose de cartilage, un matériau solide et flexible qui ressemble à de l'os mais n'est pas minéralisé.



RAIE D'EAU DOUCE

Paratrygon laticeps

Comme les requins, les raies sont des poissons cartilagineux dépourvus d'opercules. En raison de leur aplatissement et de la position ventrale de leur bouche, elles aspirent l'eau servant à leur respiration par un spiracle situé derrière l'œil. Après irrigation des branchies, l'eau est rejetée par des fentes branchiales ventrales.

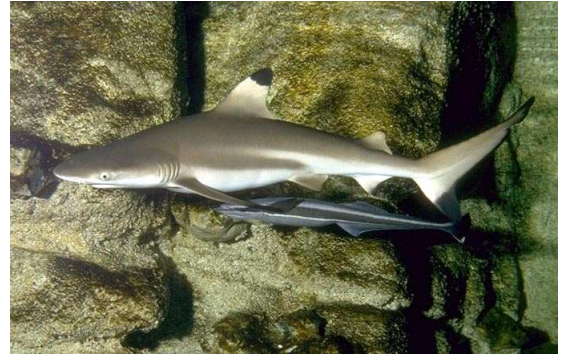
Minoritaires pendant le Dévonien (vers - 400 millions d'années), les chondrichthyens se développent au Carbonifère lorsque la disparition des placodermes et des ostracodermes leur permet de coloniser les milieux laissés vacants.

Les requins ne sont pas tout à fait dépourvus de structure osseuse : leurs écailles "placoïdes" sont parfois appelées "denticules" parce qu'elles ressemblent par leur structure à nos dents.

Bien adaptés à leur milieu, subissant en outre peu de concurrence, ils sont encore répandus et florissants : environ 370 espèces actuelles de requins sont recensées.

Ce sont de formidables chasseurs. Grâce à leurs sens très développés, ils localisent facilement leur proie. Ils peuvent entendre un bruit émis à 1 km de distance, et détecter par l'odorat une partie de sang dans 100 millions de parties d'eau. Ils possèdent aussi sur la tête de minuscules organes qui perçoivent les petits courants électriques produits par tous les animaux (ampoules de Lorenzini). Une fois la proie repérée, leur vitesse de nage qui peut atteindre plus de 60 km/h pour certains, facilite leur chasse.

Très proches des requins, les raies ont subi un aplatissement dorso-ventral. Les conséquences sur leur locomotion, leur respiration et leur mode de nutrition sont importantes. Elles se déplacent par ondulation des nageoires pectorales et vivent surtout au contact du sédiment où elles trouvent leur nourriture.



REQUIN A POINTES NOIRES

Carcharhinus melanopterus

Dépourvu de musculatures branchiale, ce requin doit constamment nager bouche ouverte afin que l'eau puisse circuler passivement entre les branchies pour assurer l'oxygénation.

Poissons à nageoires rayonnées _____

Les poissons à nageoires rayonnées (actinoptérygiens) apparaissent en même temps que les chondrichthyens. Ils sont encore représentés aujourd'hui. Les nageoires dorsales rayonnées du **polyptère bichir du Nil** sont facilement visibles.

Les **actinoptérygiens** se différencient en **chondrostéens** (poissons cartilagineux ganoïdes), **holostéens** (poissons osseux ganoïdes) et **téléostéens** (poissons osseux supérieurs). La majorité des poissons actuels appartient à ce dernier groupe.

L'**esturgeon**, dont les œufs sont connus sous le nom de caviar, est un poisson primitif à nageoires pourvues de rayons (voir photo p. 23). Son corps est organisé autour d'une charpente cartilagineuse et recouvert d'épaisses plaques osseuses ; il appartient au groupe des chondrostéens. Il possède comme les requins une nageoire caudale dont les lobes sont de taille inégale (hétérocerque), alors que la majorité des poissons actuels ont une nageoire caudale à lobes égaux (homocerque).

Le **poisson-spatule** est un autre chondrostéen actuel. Malgré sa grande taille, il se nourrit de plancton qu'il avale en nageant la bouche ouverte. Celle-ci est surmontée d'un long appendice aplati (spatule). La nageoire caudale du poisson-spatule est légèrement hétérocerque.

La **lépisostée** ou **brochet-crocodile** est un holostéen : ses écailles sont ganoïdes. C'est un poisson indolent qui chasse à l'affût. Il possède, comme d'autres prédateurs, un long corps effilé pourvu de nageoires placées vers l'arrière qui lui permettent de bondir brusquement pour attraper ses proies.

Poissons à nageoires à lobes charnus _____

Les **sarcoptérygiens** se rapprochent des ancêtres des vertébrés terrestres (tétrapodes). Ce sont des poissons osseux à nageoires pourvues de lobes charnus, comme le célèbre **coelacanthe**.

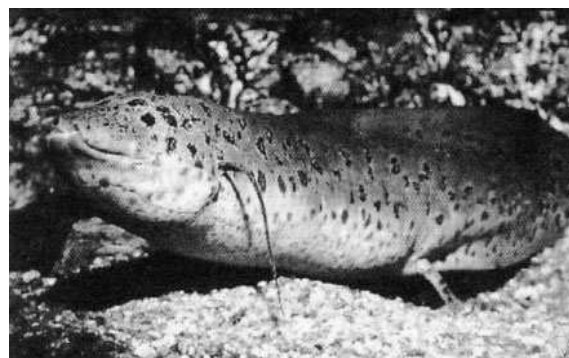
Contrairement à une idée répandue, le coelacanthe n'est pas à l'origine des tétrapodes. A un moment de son évolution, il a possédé un diverticule digestif qui, permettant d'emmagasiner de l'air atmosphérique, représente la première étape vers la respiration aérienne. Mais ce diverticule s'est atrophié et ossifié : sans poumon, il n'a pu donner naissance à des organismes capables de survivre hors du milieu aquatique.

Les **dipneustes** (Protoptères et Lepidosiren) peuplaient déjà les rivières il y a environ 300 millions d'années. Ils donnent un aperçu des formes intermédiaires entre les poissons et les premiers vertébrés terrestres, car ils possèdent deux systèmes respiratoires complémentaires.

Vivant dans des eaux chaudes et boueuses très pauvres en oxygène, les protoptères respirent grâce à un diverticule digestif qui fait office de poumon. Leur système branchial a fortement régressé : ils doivent respirer de l'air atmosphérique pour éviter la noyade.

Le lepidosiren oxygène ses œufs de façon particulière. Il capte de l'air atmosphérique dont l'oxygène est extrait et véhiculé dans son sang, jusqu'à ses nageoires pectorales : celles-ci sont hypertrophiées et hypervascularisées pendant la période de reproduction. A leur niveau s'effectue un échange gazeux qui permet, lorsqu'il remue les nageoires à proximité de sa ponte, d'oxygéner l'eau autour de celle-ci.

Les larves des dipneustes, à branchies externes comme celles de la **salamandre**, rappellent par leur apparence un tétrapode à l'état larvaire. L'**axolotl** est un curieux exemple de **batracien** restant généralement à l'état larvaire. Ses branchies et sa longue queue rappellent un têtard, mais il possède des pattes. Se reproduisant à l'état larvaire (néoténie), il peut, dans certaines conditions, se métamorphoser : il ressemble alors à une salamandre. Les tétrapodes, doués de membres locomoteurs et capables de respirer l'air atmosphérique, quitteront l'eau pour coloniser la terre ferme...



DIPNEUSTE

Protopterus annectens

Poisson primitif habitant les eaux douces d'Afrique, le protoptère peut survivre pendant la saison sèche grâce à sa possibilité de respiration "pulmonaire".

BIOGÉOGRAPHIE

Les poissons marins présentent une large distribution dans les mers du globe : contrairement aux poissons d'eau douce, aucune barrière géographique n'entrave leurs déplacements. Les larves d'organismes marins peuvent être véhiculées par les courants loin de leur point d'origine. Les espèces ainsi disséminées colonisent d'autres lieux géographiques.

Certaines populations peuvent se trouver géographiquement isolées du reste de l'espèce. L'évolution différente des populations pourra progressivement entraîner la perte de l'interfécondité transmissible : c'est ainsi que peut apparaître une nouvelle espèce.

Le poisson aveugle

L'*Astyanax mexicanus* est un **characidé** mexicain dont il existe une variété cavernicole, L' *Anoptichthysjordani*.

L'**Anoptichthys** s'est adapté à ce mode de vie. Il a perdu sa pigmentation. Ses yeux, inutiles dans les grottes sombres de son habitat, ont régressé au point d'être recouverts par une membrane opaque.

On pense que des **Astyanax** se seraient trouvés isolés dans des cours d'eau souterrains à la suite de bouleversements géologiques. Ils n'auraient pu regagner les eaux de surface, et auraient évolué vers des adaptations typiques de la faune cavernicole. La divergence entre *Astyanax* et *Anoptichthys* est assez récente pour qu'il soit encore possible de croiser les deux poissons.

Les cichlidés

La vallée du Rift africain oriental est située sur une faille tectonique le long de laquelle se sont formés des lacs, en fait de véritables mers intérieures d'eau douce. La pression évolutive dans ce milieu est importante.

Le lac Malawi est long d'environ 600 km et sa profondeur maximum atteint 700 m. Les cichlidés de ce lac occupent toutes les niches écologiques disponibles. Ils exploitent en particulier toutes les possibilités alimentaires de ce milieu : on trouve parmi les cichlidés du Malawi des planctonophages, des herbivores et des carnivores.

Selon le biotope occupé, les modes de nutrition, de locomotion, et surtout de reproduction varient. Dans le lac Tanganyika, certaines espèces pratiquent l'incubation buccale, et d'autres la nidification. Parmi ces dernières, il existe des espèces qui pondent leurs œufs sur les surfaces disponibles (plantes, rochers, coquilles) et d'autres qui construisent le nid à partir d'éléments ramassés ("châteaux de sable").



POISSON AVEUGLE

Anoptichthys jordani

Le poisson aveugle du Mexique est une variété cavernicole de l'*Astyanax* qui vit à proximité dans les cours d'eau aériens. Vivant dans des eaux souterraines obscures, l'espèce a perdu la pigmentation de la peau, les yeux ont régressé et sont recouverts par une membrane opaque.



CICHLIDÉ PAON BLEU

Sciaenochromis (=Haplochromis) ahli

Ce Cichlidé du lac Malawi présente un fort dimorphisme sexuel portant sur la coloration.

Certaines espèces sont dites endémiques : elles ne se trouvent que dans un seul lieu géographique. La destruction de leur biotope entraîne automatiquement l'extinction de ces espèces.

Les cichlidés endémiques du lac Victoria sont en danger d'être éliminés par un prédateur introduit par l'homme, la **perche du Nil** (*Lates niloticus*). La conservation du milieu ne doit pas se limiter à la lutte anti-pollution. Il convient aussi de veiller particulièrement à la protection des espèces endémiques qui sont liées à un biotope défini.

Répartition géographique

Certaines dominantes apparaissent dans la répartition géographique des familles de poissons. Les cyprinidés sont largement représentés en Asie, alors que les characidés et les cichlidés, peuplent l'Afrique et l'Amérique.

L'existence à la fois en Afrique et en Amérique de characidés et de cichlidés est un argument en faveur de la théorie de la tectonique des plaques. Comme dans le cas des dipneustes, leur présence de chaque côté de l'océan Atlantique rappellerait que l'antique continent Gondwana s'est scindé pour former l'Afrique et l'Amérique, il y a environ 100 millions d'années.

Certains cyprinidés d'Asie sont élevés par l'homme depuis des siècles. Les carpes koï d'aujourd'hui sont des poissons vivement colorés de rouge, jaune, blanc et noir. Les amateurs ont, au cours des siècles, sélectionné pour la reproduction certains individus dont ils cherchaient à transmettre les caractéristiques.

C'est ainsi que la souche d'origine, une carpe grise et terne, fut radicalement transformée. Cette évolution est le fruit de siècles de sélection évolutive volontairement contrôlée par l'action humaine.

Ostéoglossidés

Il y a environ 250 millions d'années, la Pangée peuplée de poissons primitifs regroupait tous les continents en un "supercontinent". La distribution géographique des ostéoglossidés actuels évoque cette évolution géologique. On trouve l'*Osteoglossum* en Amérique centrale, l'*Heterotis* en Afrique, le *Scleropages formosus* en Asie et le *Scleropages jardini* en Australie.

Le *Scleropages formosus* est considéré en Asie comme un animal "porte-bonheur" pour son propriétaire. En voie de raréfaction, il est maintenant protégé par la Convention de Washington : sa commercialisation est interdite.



POISSON-DRAGON

Scleropages formosus

Considéré comme porte-bonheur par certaines populations asiatiques, le *Scleropages formosus* fait maintenant l'objet de mesures de protection interdisant son commerce (convention de Washington).

LES RÉCIFS CORALLIENS

Les madréporaires

Les madréporaires sont plus généralement appelés **coraux**. Cette dénomination devrait être réservée au seul corail des bijoutiers, connu et utilisé en Méditerranée depuis l'Antiquité classique. Les madréporaires sont des invertébrés très primitifs, formés de polypes solitaires ou coloniaux.

Les polypes coloniaux sécrètent un squelette calcaire externe commun. Malgré leur petite taille individuelle, ils peuvent constituer des **récifs** importants. Le dioxyde de carbone dissous dans l'eau est utilisé par les madréporaires pour élaborer le carbonate de calcium de leur squelette.

Fixant ainsi du gaz carbonique, les madréporaires contribuent à son élimination tout comme les arbres de la grande forêt d'Amazonie. Ils jouent donc un rôle dans le contrôle de l'effet de serre qui cause le réchauffement de notre planète et menace son équilibre écologique.

Tentacules urticants

Les madréporaires capturent du zooplancton, des petits crustacés ou des larves pour se nourrir. Les polypes qui constituent les madréporaires ressemblent à un doigt de gant dont la paroi externe porte des tentacules pourvus de cellules urticantes, les cnidocytes. Un minuscule harpon relié à une glande à venin est projeté lorsque le cnidocil est effleuré. La proie, paralysée par le venin injecté par un grand nombre de cnidocytes, est amenée dans la cavité générale du polype où elle est digérée.

La symbiose

Les madréporaires ont un autre mode de nutrition. Leurs tissus abritent des algues unicellulaires, les **zooxanthelles**. Celles-ci produisent de la matière organique par photosynthèse en utilisant le dioxyde de carbone et les déchets azotés du polype. L'excédent de cette matière organique est libéré par les algues directement dans les tissus du madréporaire, où ils servent de nutriments : on parle d'endosymbiose.

Les zooxanthelles ayant besoin de lumière pour survivre, le madréporaire qui les abrite ne croît qu'en des endroits suffisamment éclairés : à faible profondeur et dans des régions où l'eau est claire.

Le **bénitier** ou tridacne est un mollusque qui croît dans des eaux pauvres en plancton. Il peut néanmoins atteindre une très grande taille. Une partie de sa nutrition est assurée, comme celle des madréporaires, par les algues unicellulaires qu'il "héberge". Elles sont responsables de la couleur de son manteau.

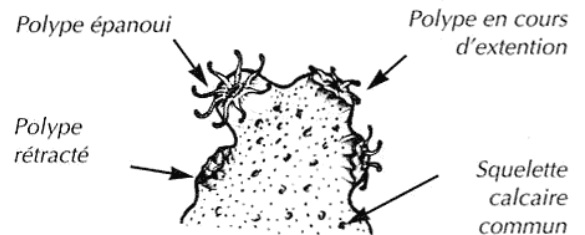


MADRÉPORAIRE COLONIAL

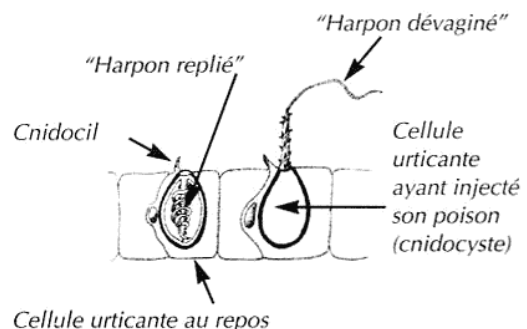
Goniopora sp.

Les madréporaires hermatypiques abritent dans leurs tissus des algues unicellulaires : les zooxanthelles avec lesquelles ils vivent en symbiose. Le squelette calcaire commun est sécrété par l'ensemble des polypes.

POLYPES D'UN MADRÉPORAIRE



CELLULES URTICANTES D'UN TENTACULE (CNIDOCYTES)



La symbiose est aussi illustrée par la relation entre les **poissons-clowns** et les **anémones de mer** (actinies). Leurs tentacules, urticants comme ceux des madréporaires, peuvent piquer et paralyser une proie qui sera ensuite digérée. L'anémone elle-même est enduite d'une "substance-retard" qui empêche la décharge lors du contact des tentacules entre eux. Les poissons-clowns s'immunisent en se frottant contre les tentacules pour s'enduire de cette substance. Cette protection n'est pas innée mais acquise : le poisson s'immunise progressivement. Il peut alors chercher refuge au milieu des tentacules, où aucun prédateur n'ira le poursuivre.

Chaque poisson-clown a une espèce d'anémone attitrée à laquelle il rapporte en aquarium des proies. Son comportement territorial est très développé : il attaque les intrus pour défendre son anémone.

Le **labre nettoyeur** (*Labroides dimidiatus*) et la crevette nettoyeuse déparasitent la peau des poissons : ils enlèvent les parasites et des vieux lambeaux de peau ou les particules engluées dans le mucus pour s'en nourrir. Les poissons modifient leur comportement pour signaler qu'ils veulent bénéficier des "services" de ces déparasiteurs.

La symbiose est une association à bénéfices réciproques, contrairement au commensalisme (une seule espèce bénéficie de la proximité de l'autre). Les **rémoras** se font véhiculer par des requins en se collant à eux par leur nageoire dorsale modifiée en "ventouse" ; ils profitent aussi des déchets de chasse de ces prédateurs dont ils sont les commensaux.

Un calendrier de corail

C'est grâce à la formation du squelette calcaire commun des madréporaires que se développent les récifs. L'activité des zooxanthelles est régie par la photosynthèse, donc par le cycle solaire. C'est ainsi que sur certains coraux, on peut distinguer des bourrelets calcaires correspondant à une journée, ou même des groupes de bourrelets équivalent à un cycle lunaire. Ce "calendrier", visible sur des madréporaires fossiles, montre que le nombre de jours dans une année décroît régulièrement : la vitesse de rotation de la terre diminue d'environ deux secondes par cent mille ans.

Reproduction

Les madréporaires ont deux modes de reproduction. Dans la reproduction sexuée, les polypes hermaphrodites donnent naissance à des larves, les planulas. Ces larves mènent une vie libre, permettant une dispersion de l'espèce, parfois sur une longue distance, puis elles se fixent et se transforment en polypes.

Les polypes peuvent aussi coloniser l'espace à proximité immédiate. La reproduction asexuée se fait par bourgeonnement à partir d'un polype qui peut être à l'origine d'une colonie faite de milliers d'individus.



POISSON-CLOWN

Amphiprion ocellaris

Les poissons-clowns vivent en symbiose avec certaines anémones de mer. Leur mucus les protège des tentacules urticants de l'anémone qui pourraient paralyser tout autre poisson de taille équivalente.



REQUIN LÉOPARD

Triakis semifasciata

Les requins sont bien adaptés à leur mode de vie de prédateurs. Leurs organes sensoriels très développés, leur forme hydrodynamique et leurs dents sans cesse renouvelées facilitent le repérage et la capture des proies.



RÉMORA

Echeneis naucrates

Grâce à leur nageoire dorsale modifiée en "ventouse", les remoras peuvent se coller aux requins et profiter de leurs déplacements sans fournir d'efforts. Ils profitent aussi des déchets des repas de leur "véhicule".

Les récifs

Les madréporaires récifaux exigent des conditions de vie très strictes. Il leur faut de l'eau suffisamment salée (on ne les trouve pas devant les estuaires), et des températures supérieures ou égales à 18°C. Les madréporaires hermatypiques (abritant des zooxanthelles) ne croissent que dans les eaux claires qui permettent la synthèse chlorophyllienne de leurs algues symbiontes. On les trouve ainsi dans la zone intertropicale (entre 32° de latitude nord et 30° de latitude sud), entre la surface de l'eau et une profondeur limitée à cent mètres où ils bénéficient d'un éclairage maximum.

Récifs frangeant et récif barrière

Les récifs sont classés selon leur morphologie. Le récif frangeant poursuit le socle continental. Il se développe le long des côtes, relativement près du rivage dont il peut être séparé par un chenal. Son évolution pourra aboutir à un atoll.

Le récif barrière est séparé de la côte par un lagon, sorte de mer intérieure coupée de passes. Ces récifs, édifiés par l'accumulation de squelettes d'animaux de petite taille, peuvent former des ensembles colossaux : la Grande Barrière d'Australie est longue de plus de 2 000 km.

Atoll et lagon

Le récif annulaire ou atoll forme une ceinture de corail autour d'un lagon. Il s'agit généralement d'une île qui, par un phénomène de subsidence, s'affaisse sous son propre poids. Cette lente subsidence est compensée par la croissance des madréporaires vers la surface et la lumière. Le centre de l'île disparaît, mais l'anneau corallien subsiste. Il se forme un atoll entourant un lagon dans lequel peuvent se développer des massifs de madréporaires émergeant d'un fond sédimentaire.

Faune corallienne

Les eaux calmes du lagon contiennent une faune abondante et variée. Certaines espèces de poissons sont très colorées. On pense que leurs vives couleurs correspondent à un marquage territorial intraspécifique. Les patrons de coloration peuvent aussi jouer un rôle de camouflage important, en présentant des effets de silhouettes interrompues ou trompeuses (rupture de silhouette). Certaines couleurs ont une valeur d'avertissement, notamment chez les espèces vénéneuses ou venimeuses. Il y a des cas de mimétisme : le *Lienardella fasciata* présente une alternance de bandes rouges et blanches similaires à celles de la rascasse volante venimeuse.

L'œil, très vulnérable, peut être caché par une bande noire. Un poisson camouflé de la sorte peut en outre posséder sur l'arrière de la nageoire dorsale un ocelle destiné à tromper un prédateur. Celui-ci attaque vers ce qui semble être la tête, anticipant la direction de fuite de sa proie qui s'enfuit dans l'autre sens !



MANDARIN

Synchiropus splendidus

Les poissons territoriaux des récifs coralliens sont souvent très colorés. Les couleurs peuvent avoir une valeur de signaux d'avertissement ou au contraire participer au camouflage (rupture de silhouette).

D'autres poissons se déplacent en bancs, offrant à un prédateur éventuel l'illusion qu'il s'attaquerait à un seul grand spécimen plutôt qu'à un groupe de petits poissons.

Le **poisson-perroquet** se nourrit en broutant les madréporaires. Le calcaire formant le squelette corallien est broyé en fine poudre, puis excrété. Ce poisson peut ainsi produire jusqu'à 500 kg de sable très fin par an. Les poissons-perroquets et les animaux foreurs (éponges) contribuent activement à la production de sédiments fins. Ces sédiments colmatent les interstices des récifs, ce qui aboutit à la formation d'une masse récifale compacte.

Les **poissons-chirurgiens** portent à la base du pédoncule caudal des épines érectiles tranchantes comme des scalpels. Ces épines se dressent en cas de danger, fournissant ainsi une défense efficace.

Les **balistes**, aussi appelés arbalétriers ou poissons-gâchettes peuvent dresser le premier rayon de leur épine dorsale, maintenu en place par le second rayon. Le troisième sert à débloquer ce dispositif qui se range alors dans un sillon dorsal. En actionnant ce système une fois réfugié dans une anfractuosité, un baliste s'y coince si bien qu'il est impossible de l'en déloger, même mort.

La **rascasse volante** ou poisson-scorpion est un redoutable prédateur protégé par ses nageoires dorsale et pectorales qui peuvent injecter un venin. Ce venin est thermolabile : il se dénature à partir de 60°C. La rascasse volante est un poisson venimeux : son venin est injecté.

Certains **poissons-ballons** ou tétraodons sont vénéneux. Les viscères contiennent de la tétraodotoxine qui peut être mortelle en cas d'ingestion. Ce poisson, appelé "fugu", est au Japon un mets recherché, préparé par des chefs diplômés qui savent en ôter les organes toxiques. La toxine du fugu agit sur le système nerveux et paralyse en particulier les muscles respiratoires, entraînant la mort.

Cet extraordinaire animal peut se remplir d'eau ou d'air sous l'effet de la frayeur, et devenir rond comme un ballon dont le volume impressionne d'éventuels prédateurs.

Il existe également des tétraodons d'eau douce, notamment en Afrique comme le *Tetraodon ocellatus* qui vit en Egypte. Selon une ancienne croyance, ces tétraodons auraient jadis dévoré le corps d'un Pharaon tombé dans le Nil et l'espèce pour cela, a été condamnée à renfermer une toxine virulente.



POISSON-PERROQUET

Scarus bowersi

Les fortes dents soudées des poissons-perroquets leur permettent de "brouter" les madréporaires qu'ils réduisent en fine poudre calcaire. Parfois la nuit, ils dorment à l'abri d'un cocon de mucus qu'ils peuvent sécréter pour s'isoler.



POISSON-BALLON

Arothron nigropunctatus

Le "bec" des tétraodontidés leur permet de briser les carapaces des crustacés dont ils se nourrissent. Effrayés, ils peuvent se gonfler d'eau et devenir sphériques d'où leur nom de poissons-ballons. Ces poissons sont vénéneux (tétraodotoxine).

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT AQUATIQUE

La vie a commencé en milieu aquatique : il n'y a pas de vie sans eau. Son importance est primordiale. Elle a de tout temps été utilisée pour la boisson, l'irrigation des cultures et l'élimination des déchets. Là où elle est rare, on l'économise et on la respecte. Ailleurs, elle est souvent considérée comme une ressource inépuisable qui, grâce au cycle évaporation-précipitation, est toujours pure.

Cette relative pureté de l'eau, malgré des "accidents" locaux qui pouvaient entraîner des épidémies, correspondait à une réalité quand les déchets de l'activité humaine étaient limités en quantité et surtout en qualité (pollution organique exclusivement). Les écosystèmes aquatiques étaient susceptibles de transformer ces matières biodégradables.

Ce n'est plus aujourd'hui le cas. Actuellement, l'explosion démographique et les "progrès" industriels conduisent à une augmentation massive de la pollution, tant en quantité qu'en qualité. La pollution chimique que nous engendrons n'est que peu ou pas biodégradable.

Par contre, l'évolution des technologies permet de mieux détecter, quantifier et traiter artificiellement les pollutions (par les stations d'épuration, par exemple).

Le public est progressivement sensibilisé au caractère "suicidaire" de l'évolution actuelle grâce au développement des moyens de communication. La protection future de l'environnement aquatique dépend de l'information et de la prise de conscience de l'humanité, en particulier des jeunes.

Protection de la faune

Une première approche de la protection de la faune passe par le **respect de la vie de chaque animal**. Si l'on peut admettre l'utilisation des poissons à des fins alimentaires (pêche, pisciculture...), il est difficile de justifier leur mise à mort "gratuite" (compétitions de pêche à la ligne, de chasse sous-marine...).

L'aquariophilie est une excellente école : on y apprend le respect dû à l'animal ainsi que la nécessité de contrôler son environnement pour le garder en vie.

Le commerce aquariophile devrait par contre se garder d'importer des espèces qui s'adaptent mal aux conditions de captivité. Actuellement environ 80 % des espèces d'eau douce proviennent d'élevages.

L'acclimatation de ces animaux pose peu de problèmes après une quarantaine sanitaire. Mais pratiquement tous les poissons marins proviennent de captures.

Même si l'espèce n'est pas en danger, certaines législations interdisent le commerce de poissons dont la survie en aquarium risque d'être aléatoire : l'Allemagne interdit le commerce des poissons anges et papillons (*pomacanthidés* et *chaetodontidés*). Il est exact que la majorité des *chaetodontidés* ont un régime alimentaire spécifique très difficile à fournir en aquarium : ils se nourrissent des polypes de certains madréporaires. Pourtant certains d'entre eux ont fait preuve d'une longévité importante en dépassant vingt ans en aquarium, notamment à l'Aquarium de la Porte Dorée.

Une deuxième approche passe par la **protection des espèces** menacées de disparition. Un effort particulier doit être fait pour les espèces endémiques. Si les conditions locales entraînent temporairement la disparition d'une espèce présente en un seul lieu géographique, il n'y aura plus de stock disponible pour permettre la recolonisation ultérieure de son milieu. L'espèce aura disparu.

Le lac Victoria abrite de nombreuses espèces de cichlidés endémiques. L'introduction d'un prédateur, la perche du Nil (*Lates niloticus*), à des fins alimentaires, risque d'en faire disparaître certaines. Les aquariums publics et les aquariophiles ont élaboré un programme de recensement et d'élevage des cichlidés du lac Victoria conservés en aquarium. Ces espèces pourront être sauvegardées en captivité en attendant une éventuelle réintroduction dans la

nature.

Certaines espèces subissent une pression de capture trop importante : leur stock ne peut plus se reconstituer. Ainsi l'espèce *Scleropages formosus*, le poisson "porte-bonheur" asiatique, est en voie de disparition. Une réglementation internationale (Convention de Washington) en interdit par conséquent le commerce.

La troisième approche concerne la **protection du milieu** où vivent les espèces animales. Certaines communautés vivantes sont particulièrement fragiles et méritent une protection spécifique.

Protection des biotopes

Les mangroves

Les mangroves forment un écosystème aquatique particulier. Elles se développent dans les régions littorales vaseuses des tropiques, près des estuaires de fleuves où l'eau connaît de grandes variations de salinité.

Elles se composent de palétuviers, arbustes dont les racines se développent dans l'eau saumâtre ; inextricablement entrelacées, elles piègent la vase. Ces racines jouent de la sorte un rôle écologique important : elles stabilisent les terres en les protégeant de l'érosion.

Cet écosystème tributaire de l'eau de mer sert de "nursery" aux larves de nombreux poissons marins. C'est un milieu fragile qui abrite diverses espèces animales (périophtalme, poisson-archer...). Les mangroves foisonnantes de vie sont aujourd'hui menacées par la déforestation. Il importe de les conserver car leur destruction entraînerait la perte de nombreuses espèces animales.

La forêt inondée d'Amazonie

L'Amazonie draine des rivières qui débordent lors de la saison des pluies : son bassin vit au rythme des inondations saisonnières. Les affluents sortent alors de leur lit, envahissant la forêt

environnante, et se chargent d'éléments nutritifs. Des characidés frugivores, les pacus, se nourrissent de fruits mûrs tombés dans l'eau lors de la crue. En excréant les graines, les pacus contribuent à disséminer les espèces végétales et à assurer une diversification de la couverture forestière.

Cette immense forêt dont les arbres fixent le gaz carbonique de l'atmosphère et libèrent de l'oxygène, existe grâce à un fragile et complexe équilibre écologique. L'écosystème amazonien sert de "poumon" à la planète. Il permet la réduction de l'"effet de serre" qui réchauffe la terre. La destruction de ce milieu (déforestation, construction de barrages, élevage extensif) entraîne des réactions en chaîne dont les conséquences sont difficiles à prévoir.

Les formations coralliennes

L'écosystème des récifs présente une grande diversité spécifique. Mais il est fragile et très sensible aux modifications du milieu. La pollution inhibe la reproduction des madréporaires qu'abrite cet environnement particulier. Leur mort entraînerait la disparition d'un biotope entier, avec des conséquences écologiques importantes. La Grande Barrière d'Australie, par exemple, est une construction biologique qui protège la côte australienne de l'érosion due aux vagues.

En fixant le gaz carbonique sous forme de carbonates, les madréporaires des récifs contribuent, comme la forêt amazonienne, à réduire l'"effet de serre" qui menace l'équilibre thermique de la planète.

Il importe donc de prendre des mesures évitant de surexploiter ce milieu (interdiction d'extraction de coraux, par exemple) et réglementant le déversement de substances toxiques. Ces mesures ponctuelles devront être assorties de projets de plus grande envergure comme la création de parcs et réserves aquatiques à accès contrôlé pour mieux gérer ce patrimoine biologique, et pouvoir le transmettre aux générations futures.

INTRODUCTION D'ESPÈCES

INTRODUCTION D'ESPÈCES DANS LES MILIEUX AQUATIQUES CONTINENTAUX TROPICAUX

D'après une conférence et les documents de C. LEVÊQUE (IRD)

L'introduction d'espèces de poissons dans un lac crée beaucoup plus de perturbations que celle d'une espèce terrestre dans un milieu continental ouvert. Un lac sur un continent peut être comparé à une île en mer : le nombre d'espèces y est proportionnel à la surface et à l'éloignement d'un milieu semblable.

Les introductions peuvent être réalisées en vue d'objectifs divers. Les conséquences sur les espèces et sur les milieux sont illustrées par quelques exemples.

1 - Objectifs des introductions en milieu tropical

- Développer la pêche sportive

La **truite commune** (*Salmo trutta*), le **black bass** (*Micropterus salmoides*) et la **perche du Nil** (*Lates niloticus*) ont été introduits pour la pêche sportive dans les biotopes où les conditions de température étaient similaires à celles du lieu d'origine. La truite commune, originaire d'Europe, est maintenant présente sur tous les continents.

- Améliorer la pêche artisanale

Une meilleure productivité de la pêche fait bénéficier les populations locales d'un apport supplémentaire de protéines.

- Dans certains lacs anciens, il peut exister une faune appauvrie pour des raisons historiques :

Ex : des éruptions volcaniques ont détruit une grande partie de la faune du lac Kivu (nord du Tanganyika).

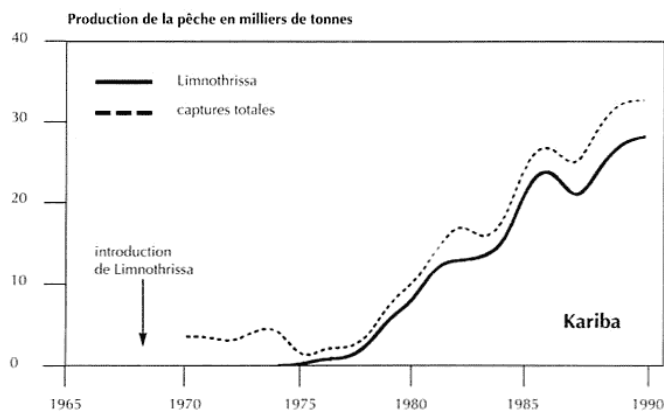
Autre Ex : dans certains lacs éthiopiens placés sur un rift, il ne reste que 3 espèces reliques (*Tilapia* – *Barbus* – *Clarias*).

- Dans les lacs naturels récents ainsi que dans les réservoirs peuplés essentiellement par des poissons d'origine fluviale, il peut y avoir des niches écologiques non utilisées. En particulier les poissons fluviaux ont en général un comportement benthique et sont mal adaptés à coloniser les milieux pélagiques. La pleine eau est donc peu utilisée. Des poissons de la famille des clupéidés (bien représentée en mer avec les sardines, les harengs..., mais moins présente en eau douce) sont susceptibles d'occuper cette niche pélagique s'ils y sont introduits.

Ex : lac Kariba

Le lac Kariba est un grand lac de barrage sur le Zambèze. En 1967-68 on a introduit un clupéidé pélagique et mangeur de zooplancton : *Limnothrissa miodon*. Cette espèce s'est bien développée, au point que la production de la pêche en 1990 a été plus de 7 fois supérieure à ce qu'elle était en 1970.

Le graphique semble montrer que les autres espèces n'ont pas été modifiées par cette introduction. La FAO assure le suivi de l'opération.



Les anciennes techniques de pêche au lamparo et à la senne tournante ont été remplacées par la pêche au chalut. Les poissons sont séchés. On les utilise entiers ou dans la confection des sauces.

Le **Limnothrissa** a par la suite colonisé le lac du barrage Cahora Bassa en aval de Kariba. Ce poisson a également été introduit en 1958-60 dans le lac Kivu. Dans tous les cas, il a occupé la niche écologique vacante et on estime que cette introduction est un succès économique sans que des impacts négatifs n'aient été relevés.

- Des poissons de la famille des cichlidés peuvent aussi occuper des niches vides. Les Cichlidés sont des perches tropicales principalement originaires d'Amérique et d'Afrique, remarquables par leur comportement parental. Ex : Dans la rivière Sepic en Papouasie-Nouvelle guinée, le cichlidé **Tilapia** (*Oreochromis mossambicus*) a été introduit dans les années 50 et constitue maintenant 50 % de la production piscicole.

Ce poisson s'est bien implanté ces dernières années dans toute la ceinture intertropicale : lacs et retenues d'eau d'Asie, d'Afrique et d'Amérique du sud. C'est une bonne espèce colonisatrice grâce à ses possibilités d'adaptation aux variations de milieu et sa capacité à se nourrir d'algues et de détrit.

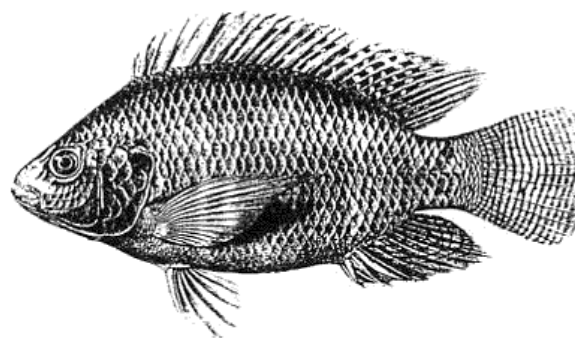
- Développer l'aquaculture

On souhaite élever des poissons pour la consommation humaine ; une centaine d'espèces ont été utilisées dans ce but.

Afin d'éviter que ces espèces nouvelles se retrouvent dans le milieu, on part d'embryons ou d'alevins mâles sélectionnés par la température ou bien d'embryons non triés, mais élevés dans des conditions telles que les poissons sont sensés ne pas s'y reproduire. Malgré ces précautions, on a récemment constaté une probabilité d'introduction d'une nouvelle espèce de 1 sur 2.

- Ex : les **Tilapias** sont élevés dans le monde entier pour l'alimentation humaine, même en Europe, dans les eaux réchauffées par les centrales électriques.

En Martinique, on élève des Tilapias mutants rosés orangés plus flatteurs à l'œil que la forme sauvage. Les antillais, habitués à la consommation de poissons de mer, ont difficilement accepté ce nouveau poisson sous sa forme sauvage noire et grise à gorge blanche.



"CHICKEN-FISH"
TILAPIA

D'autre part, les premiers élevages dans des bassins vaseux donnaient des spécimens dont le goût était peu attractif. Actuellement, l'amélioration des structures d'élevage a permis d'obtenir une chair savoureuse. Leur croissance rapide permet de les commercialiser à 7 mois.

La variété sauvage, introduite aux Antilles, a rapidement colonisé les rivières et les mangroves et a presque détruit toute la faune autochtone : **l'écrevisse** *Macrobrachium camicus*, très appréciée, a ainsi failli disparaître.

- Assurer un contrôle biologique

Pour lutter contre les vecteurs des maladies infectieuses, on essaie d'introduire des poissons :

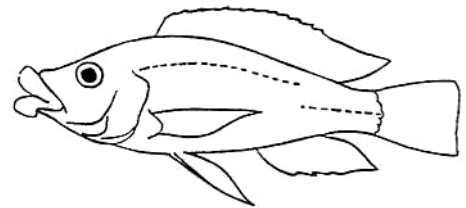
- les **gambusies** (*Gambusia affinis*) pour détruire les larves de moustiques, vecteurs du paludisme.
- le cichlidé *Astatoreochromis alluadi* pour manger les mollusques vecteurs de la bilharziose. Les résultats de ces introductions ne sont pas probants.

2 - Conséquences des introductions sur les espèces et les milieux

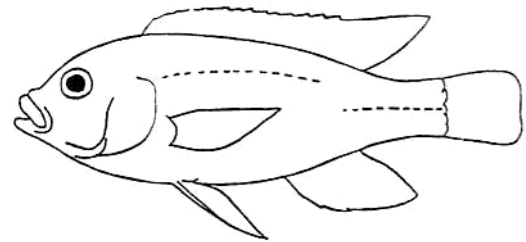
L'introduction d'un prédateur dans un écosystème aquatique peut éliminer des espèces indigènes et modifier le réseau alimentaire.

Ex : introduction de *Lates niloticus* (**perche du Nil** ou **capitaine**) dans le lac Victoria.

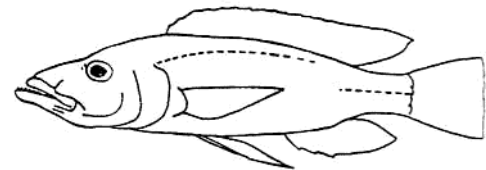
Ce grand lac de l'est africain mesure 70.000 Km² et sa profondeur maximale est de 98 m. En 1970, il renfermait plus de 400 espèces endémiques parmi lesquelles les cichlidés haplochrominiens comptaient plus de 300 espèces. Ces haplochrominiens dérivent d'un ancêtre unique : la spéciation rapide dans ce groupe est liée à l'utilisation des nombreuses possibilités trophiques du milieu. Certains broutent des algues, d'autres mangent le phytoplancton ou le zooplancton, ou des larves d'insectes, ou des mollusques, ou des écailles ou des alevins d'autres cichlidés. La forme et l'équipement de la bouche sont caractéristiques de l'espèce. Il n'y avait pas de niche vide dans l'écosystème du lac Victoria.



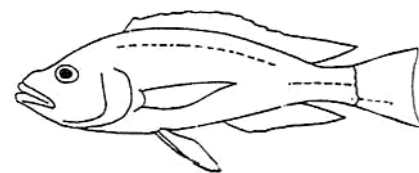
A - insectivore



B - mangeur de mollusques



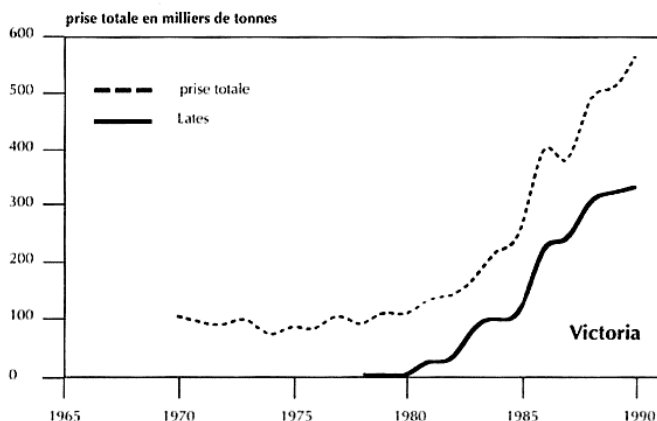
C - piscivore



D - brouteur d'écailles

HAPLOCHROMINIENS DU LAC VICTORIA

Le **lates** est introduit dans le lac en 1958 : ce poisson piscivore peut atteindre 100 Kg et représenter un bon apport en protéines pour les riverains. Grâce à lui, les prises totales dans le Victoria sont passées de 100 000 t en 1980 à 600 000 t en 1995 et les pêches sont presque monospécifiques.



LA PÊCHE DANS LE LAC VICTORIA APRÈS L'INTRODUCTION DU LATES

Mais il a entraîné la quasi disparition des **Haplochrominiens** mangeurs de détritus et de phytoplancton et du groupe des zooplanctivores : on estime que 200 espèces ont disparu.

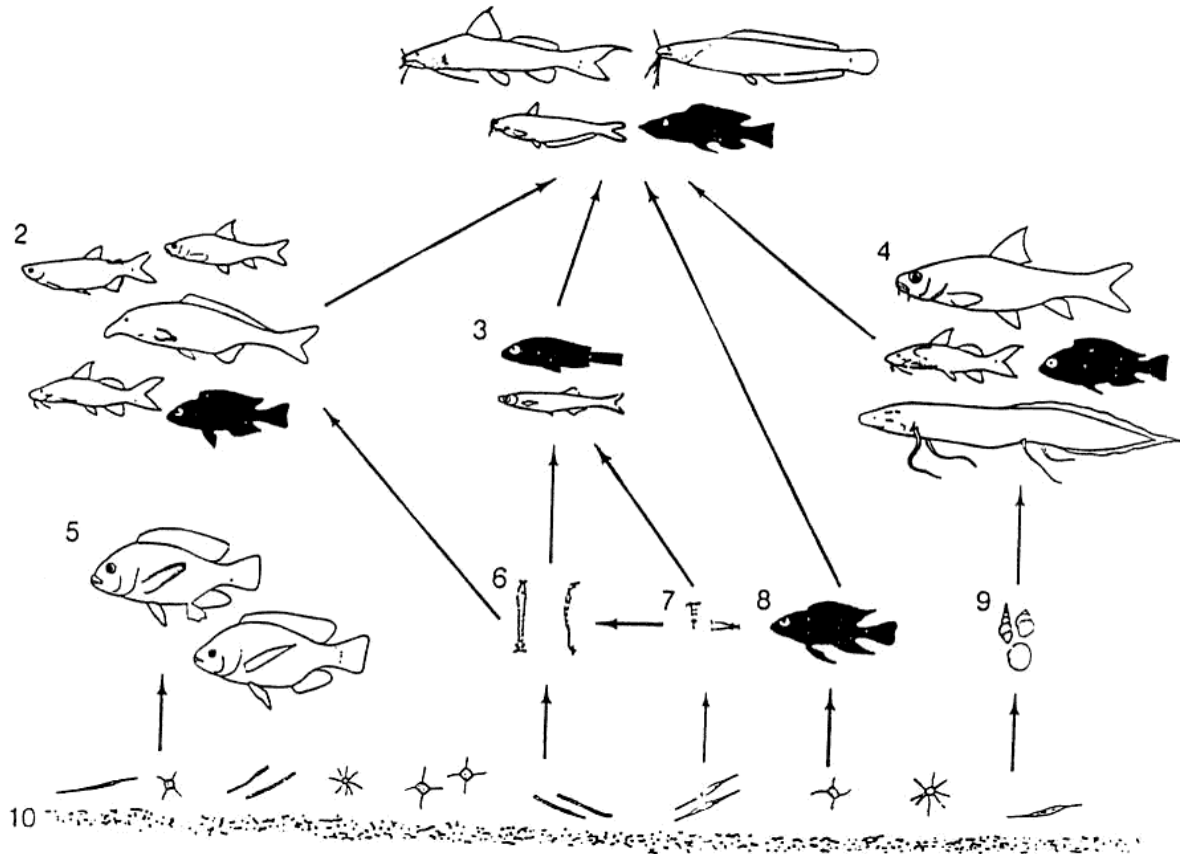
D'autre part, en mangeant les *Haplochromis* qui se nourrissaient de plancton, le **lates** a éliminé les concurrents du petit *Rastrineobola* qui a pu se multiplier ainsi que la crevette *Caridina*.

Le réseau alimentaire a été simplifié par l'introduction du Lates. Actuellement, ce prédateur mange ses propres juvéniles s'alimentant de zooplancton.

Les **Tilapias** (*Oreochromis niloticus*), introduits eux aussi dans le lac Victoria, se nourrissent de détritus et de phytoplancton et sont en progression.

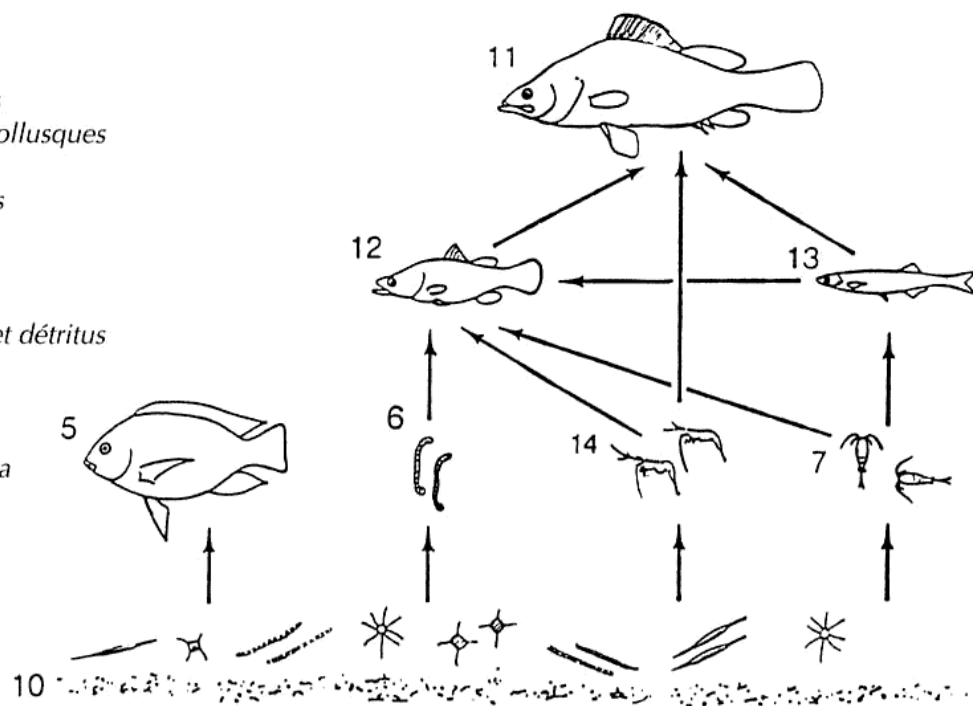
RÉSEAU ALIMENTAIRE DANS LE LAC VICTORIA

A - AVANT L'INTRODUCTION DU LATES



B - APRÈS L'INTRODUCTION DU LATES

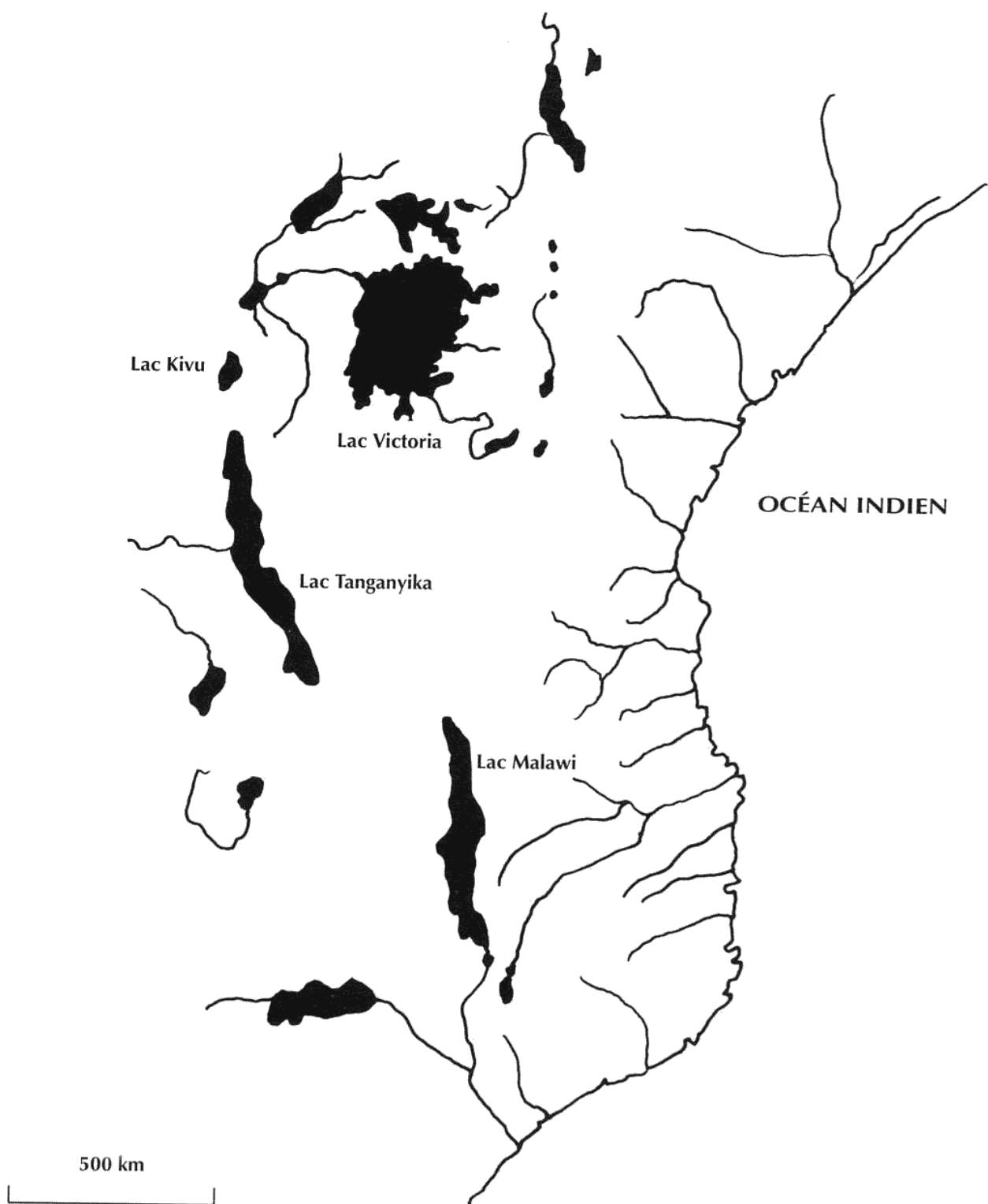
- 1 - piscivores
- 2 - insectivores
- 3 - zooplanctivores
- 4 - mangeurs de mollusques
- 5 - Tilapia
- 6 - larves d'insectes
- 7 - copépodes
- 8 - crustacés
- 9 - mollusques
- 10 - phytoplancton et détritius
- 11 - Lates
- 12 - Lates juvénile
- 13 - Rastrineobola
- 14 - crevette Caridina



Vers 1985, le Lates s'est trouvé au centre d'une polémique. On le tenait pour seul responsable de la chute de la biodiversité des cichlidés et d'un appauvrissement général de la faune du Victoria.

Depuis, d'autres observations ont été faites. La disparition des **Haplochrominiens** a permis une multiplication des larves aquatiques d'insectes : leurs adultes forment de véritables nuages au dessus du lac. Ces insectes permettent l'accroissement de la population des **hirondelles** (*Riparia riparia*). D'autre part, la multiplication des *Rastrineobola* donne une nourriture abondante au **martin pêcheur** (*Cesyle rudis*) qui se multiplie. Et on pense actuellement que si l'introduction du Lates a eu de telles conséquences c'est parce que le lac Victoria était un lac fragilisé :

- par la suppression, vers 1930, des **crocodiles**, superprédateurs, dont la présence aurait pu limiter les populations de **lates**
- par son eutrophisation (augmentation importante de la production primaire des algues et appauvrissement en oxygène des fonds) qui nuit aux cichlidés benthiques
- par l'extension rapide de la **jacinthe d'eau** qui envahit les rives.
- par la déforestation du bassin qui accroît le ruissellement terrestre de l'apport de sédiments dans le lac.
- par l'utilisation croissante d'engrais et des pesticides, et la pollution créée par les 30 millions de personnes qui vivent dans ce bassin.
- par les nouvelles techniques de pêche au chalut raclant les fonds.



Les grands lacs de l'est africain

CROCODILIENS

Classification et répartition géographique

On distingue trois familles parmi les crocodiliens :

- la famille des **Alligators** regroupe des animaux essentiellement originaires d'Amérique. Les **Caïmans** qui en font partie présentent une crête entre les yeux et certains d'entre eux sont les plus petits des crocodiliens.
- la famille des **Crocodiles** peuple les régions tropicales du monde entier. Le **crocodile du Nil** était présent autrefois dans toute l'Afrique et à Madagascar.
- la famille des **Gavials**, reptiles à long museau, est représentée par une seule espèce dans le Gange.

Mode de vie du crocodile du Nil

Ce crocodile occupe actuellement tous les habitats d'eau douce, les zones côtières d'Afrique tropicale et australe et de Madagascar.

Il nage grâce aux ondulations du corps et de la queue. Sur terre, ses pattes permettent la marche et même la course.

Quand il flotte, seuls les yeux, les narines et les oreilles émergent ; l'air qui pénètre dans les narines est conduit jusqu'aux poumons. Il est capable de plongées de longue durée (jusqu'à une heure).

Sa température corporelle, comme celle de tous les crocodiliens, varie avec la température du milieu. Il parvient cependant à la maintenir au voisinage de 26°C : la nuit, il reste dans l'eau qui se refroidit plus lentement que la terre, le matin, il se chauffe au soleil sur les berges, et l'après-midi il expose son dos au soleil tout en restant dans l'eau. Le crocodile est un prédateur qui chasse à l'affût : il peut bondir hors de l'eau pour capturer une proie à plusieurs mètres de la rive et même sauter hors de l'eau pour capturer un oiseau. Ses dents coniques servent à saisir et à maintenir la proie, la mastication est impossible. Les dents peuvent être remplacées. Les proies sont des insectes, des grenouilles, des araignées pour les petits crocodiles dont la taille est inférieure à 50 centimètres. Ensuite, pour les jeunes adultes dont la taille ne dépasse pas trois mètres, les proies sont essentiellement des poissons, mais aussi des reptiles, des oiseaux, des mammifères. Ces derniers constituent l'essentiel des captures des très grands adultes. Ces données ont été obtenues par l'analyse des contenus gastriques qui indiquent également que les adultes ne font guère plus de 50 repas par an.

Les dents et les mâchoires d'un crocodile ne peuvent pas dépecer la carcasse d'un animal à peau trop épaisse (buffle, hippopotame...) tant que celle-ci n'est pas en décomposition. Cette inaptitude a fait croire, à tort, que les crocodiles préfèrent la viande avariée. Ils laissent donc la décomposition s'amorcer en plaçant leur proie dans l'eau, puis ils arrachent des morceaux en tournant le long de leur axe longitudinal.



CROCODILE DU NIL

Crocodylus niloticus

Généralement immobiles, les crocodiles ne réagissent qu'à l'arrivée du seigneur qui apporte la nourriture.

Le comportement de parade nuptiale entre mâle et femelle commence plusieurs mois avant la ponte. L'accouplement a lieu dans l'eau. La femelle creuse un trou avec ses pattes postérieures sur la berge sableuse et y pond quelques dizaines d'œufs avant de les recouvrir de sable. L'incubation dure 3 mois environ durant lesquels la femelle monte la garde auprès du nid. Malgré cela, des prédateurs comme les **varans** réussissent à détruire la moitié des pontes. Des sons émis par les jeunes indiquent à la femelle que le moment est venu d'ouvrir le nid. Elle les transporte dans l'eau à l'intérieur de sa bouche, puis les protège durant des semaines.

Les crocodiliens ont tous un comportement social. Ils communiquent par des sons (vocalisations, frappements de tête...), des postures, des odeurs. La hiérarchie dans le groupe est surtout apparente au moment de la reproduction : chaque mâle occupe un territoire à l'intérieur duquel les territoires des femelles, établis autour du nid, se chevauchent.

Détermination du sexe chez les crocodiliens

Dans l'œuf qui vient d'être pondu le sexe du crocodile est encore indéterminé, alors que chez les oiseaux et les mammifères il est fixé dès la fécondation par les chromosomes sexuels. Chez les crocodiliens, c'est **la température d'incubation au cours des premières semaines** passées dans le nid qui détermine le sexe. Tous les crocodiliens incubent leurs œufs à une température proche de 30°C (l'exposition prolongée des œufs à moins de 27°C ou à plus de 34°C tue les embryons). Chez **l'alligator** d'Amérique on observe qu'une incubation entre 28 et 30° donne des femelles alors qu'elle produit des mâles lorsqu'elle a lieu entre 32 et 34°C (les températures intermédiaires donnent des mâles et des femelles). La détermination du sexe par la température est moins nette chez les **crocodiles** : on obtient uniquement des femelles entre 28 et 31 °C ainsi que lorsque la température est élevée à 33 ou 34°C, les mâles résultent eux, de températures d'incubation intermédiaires.

Place des crocodiliens dans la classification

Les crocodiliens partagent de nombreux caractères avec les oiseaux : ils construisent des nids, prodiguent des soins aux jeunes, ont un gésier musculéux, des ventricules cardiaques séparés, un long conduit auditif externe. Ils ont donc avec les oiseaux un ancêtre commun plus récent que celui qu'ils partagent avec les lézards et les serpents (lépidosauriens). Les crocodiliens sont les représentants actuels du groupe des reptiles dominant ou archosaures (-245 à -65 millions d'années) qui comprenait les dinosaures.

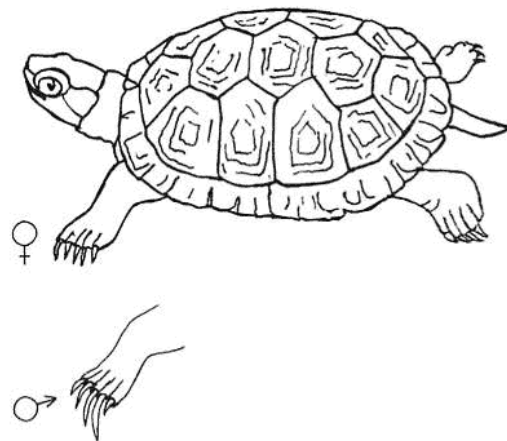
TORTUES

Les tortues

Les tortues sont caractérisées par la présence d'une carapace constituée d'une capsule osseuse recouverte d'écaillés cornées ou d'un cuir, formés par l'épiderme. La respiration, même dans les groupes aquatiques, est toujours pulmonaire. Les régimes alimentaires dépendent des espèces, mais la nourriture est toujours découpée à l'aide des mâchoires cornées : elle est repérée grâce à un odorat très développé. La reproduction débute par des parades sexuelles et se poursuit par un accouplement. Toutes les tortues sont **ovipares** : les œufs sont toujours pondus à terre, même chez les espèces marines ou dulçaquicoles. Comme chez les crocodiliens, la température d'incubation des œufs détermine le sexe. Chez les **tortues de Floride**, les éleveurs poussent la température au dessus de 29°C pour raccourcir la période d'incubation ce qui a pour autre résultat qu'il n'y a quasiment que des femelles à vendre dans le commerce animalier. Les parents n'accordent aucun soin aux jeunes et ne participent pas à l'incubation des œufs. Le rythme de vie semble être marqué, au cours de l'année, par une hibernation pour les espèces de régions tempérées ou par un repos estival pour les espèces tropicales. Actuellement les tortues occupent tous les milieux : terrestre, eau douce et eau de mer. Le groupe des tortues, dont l'origine remonte à plus de 300 millions d'années, est un groupe primitif, nettement distinct de celui des reptiles actuels par des caractères anatomiques ancestraux et particuliers. Les tortues marines et terrestres existeraient depuis plus de 200 millions d'années, les tortues d'eau douce depuis plus de 150 millions d'années.

Le commerce animalier a largement distribué en Europe des jeunes tortues de Floride élevées aux Etats-Unis. En grandissant, ces tortues peuvent causer des désagréments (odeurs, agressivité...) et certains de leurs propriétaires s'en sont débarrassés en les lâchant dans des cours d'eau où elles se sont bien adaptées. Il peut en résulter un déséquilibre écologique comme lors de toute introduction d'espèce nouvelle dans un biotope. Les associations de protection de la nature se sont mobilisées pour faire interdire leur importation et ont initié une campagne médiatique en s'appuyant aussi sur des risques sanitaires potentiels (salmonellose). L'importation a été temporairement interdite et les résultats de la campagne d'opinion font, qu'aujourd'hui, on importe 10 fois moins de tortues qu'il y a 10 ans.

Il est nécessaire de responsabiliser leurs propriétaires afin qu'ils leur offrent des conditions de vie décentes (chauffage et filtration de l'eau...) et surtout ne s'en débarrassent pas en les lâchant dans la nature (ce qui est d'ailleurs interdit par la loi).



TORTUE DE FLORIDE

Pseudemys scripta elegans

La croissance de la carapace des tortues se fait par l'augmentation périphérique de la taille de chacune des écailles et des os sous-jacents. Chez cette espèce, le mâle est caractérisé par la longueur démesurée des griffes portées par les pattes antérieures.

UTILISATION PÉDAGOGIQUE DE L'AQUARIUM

L'aquarium en milieu scolaire

On situe traditionnellement les débuts de l'aquariophilie en Chine, où l'on élève à partir du Xe siècle l'ancêtre du fameux "poisson rouge". Celui-ci n'arrive en Europe qu'au XVIIIe siècle. C'est surtout au XXe siècle que l'aquariophilie se développe, prenant un essor considérable avec l'apparition de l'électricité (éclairage et chauffage artificiels, pompes,...).

Au-delà de son aspect décoratif et récréatif, l'aquariophilie présente la possibilité d'aborder des notions permettant une meilleure compréhension des phénomènes écologiques qui régissent la vie sur terre. La responsabilité de l'équilibre du microcosme de l'aquarium et de la vie qu'il contient donne une conscience plus nette de la complexité des interactions permettant la vie. On arrive ainsi à des indications sur le fonctionnement des écosystèmes en général.

Cet apprentissage peut s'effectuer en milieu scolaire à travers des manipulations pratiques. On admire un aquarium en groupe, on s'en occupe à plusieurs. Les expériences menées à l'Aquarium de la Porte Dorée ont démontré, que la mise en route d'un aquarium par une classe, renforce la cohésion et la communication au sein du groupe en faisant participer tous les élèves.

Les plantes d'un aquarium d'eau douce contribuent à son équilibre biologique et à ses qualités esthétiques. Rappelons l'effet calmant de la contemplation d'un aquarium bien planté. Cet effet, récemment scientifiquement démontré, est maintenant utilisé en milieu hospitalier.

L'Association des amis de l'Aquarium du MAAO (AMAO) – association actuellement en sommeil – a participé à une opération d'installation d'aquariums dans des hôpitaux. Le personnel hospitalier a pu constater l'effet bénéfique de cette opération, notamment sur les enfants en difficulté psychologique ou dans des services de stomatologie.

Utilisations pédagogiques potentielles d'un aquarium en classe

Elles sont multiples, la liste présentée ici n'est nullement exhaustive.

- Biologie (reproduction...).
- Écologie (filtration : cycle de l'eau, cycle de l'azote, épuration biologique...).
- Mathématiques (étude des volumes et des pourcentages grâce aux changements d'eau...).
- Géographie (origine des poissons, climatologie...).
- Arts plastiques (dessin, modelage...).
- Expression écrite (tenue d'un livre de bord...).

La responsabilité envers le vivant qu'implique la tenue d'un aquarium peut être développée à travers les "activités quotidiennes" de l'aquariophile : analyses de la qualité de l'eau, nourriture des poissons (quantité, régularité...).

Au cours d'une expérience pilote, l'AMAO a aidé des enseignants à installer plus de 800 aquariums entre 1988 et 1995.

Les paramètres de la réussite

On doit aborder l'aquariophilie à la lumière des connaissances apportées par l'écologie. L'équilibre de l'aquarium doit être maintenu artificiellement malgré les processus déstabilisateurs qui s'y produisent.

Il faut maîtriser les paramètres physico-chimiques de l'eau. Pour qu'elle possède les qualités de clarté et de limpidité permettant une bonne observation, l'eau doit être filtrée mécaniquement. Le mouvement de l'eau favorise le renouvellement de l'oxygène indispensable à la vie des poissons.

Le brassage provoqué par la filtration mécanique permet aussi d'homogénéiser la température du bac. A l'inverse des mammifères, un poisson n'est pas capable de réguler sa température interne : elle varie avec celle du milieu (poecilothermie). On veille donc à maintenir un aquarium tropical autour de 24°C.

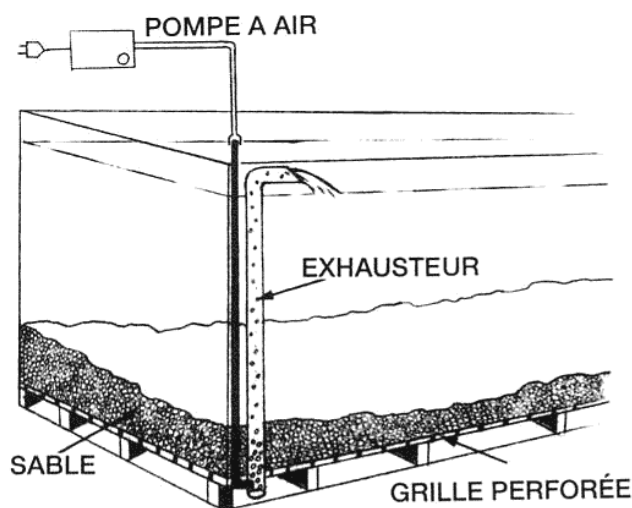
Le cycle de l'azote et de la filtration "biologique"

Les poissons produisent des déchets qui polluent l'eau : excréments, restes de nourriture... Ces déchets se minéralisent en éléments toxiques (ammoniaque...) pour les poissons du bac. Ils correspondent aux produits azotés qu'il faut éliminer.

Pour ce faire, on peut changer très fréquemment une partie de l'eau, mais aujourd'hui on préfère en général favoriser l'établissement de bactéries qui oxydent l'ammoniaque. Celui-ci est transformé par les bactéries, d'abord en nitrites toujours hautement toxiques, puis en nitrates qui le sont bien moins.

Cette oxydation se produit au cours de la filtration "biologique" qui se rapproche des phénomènes naturels. Des bactéries (Nitrosomonas et Nitrobacter), partout présentes dans le milieu aquatique, se multiplient dans des conditions favorables. Pour accélérer ce processus et peupler assez rapidement l'aquarium, il est conseillé d'utiliser un substrat provenant d'un autre aquarium déjà équilibré.

L'eau, préalablement bien oxygénée (grâce, par exemple, à l'emploi de diffuseurs d'air comprimé), doit percoler lentement une masse filtrante bien colonisée en bactéries. Dans la nature, celles-ci colonisent le sable qui épure l'eau. Le filtre sous sable combine l'aération, la filtration mécanique et la filtration biologique. Il est de plus facile à utiliser, peu onéreux et permet une explication claire des processus d'épuration de l'eau.



POUR EN SAVOIR PLUS

- ANDREWS C, EXELL A, et CARRINGTON N.,
Comment soigner vos poissons d'aquarium
Bordas, Paris 1990.
- CACUTT L.,
Les poissons, connaissance de la nature,
Edimages 1992.
- FAVRÉ H.,
Le Guide Marabout de l'aquarium d'eau douce,
MS77, Belgique, 1989.
- FAVRÉ H.,
Le Guide Marabout de l'aquarium d'eau de mer,
MS359, Belgique, 1979.
- FAVRÉ H. et TASSIGNY M.,
Les règles d'or de la réussite de l'aquarium,
Guide Marabout GM 98, Belgique, 1988.
- GRZIMEK B.,
Le monde animal - tome 6 : reptiles,
Éditions Stauffacher, 1974.
- HUNNAM P.,
Tout l'aquarium,
Bordas, 1982.
- HIGNETTE M.,
*Musée national des Arts d'Afrique et d'Océanie :
Aquarium*,
Petit Guide des Grands Musées, Réunion des
Musées Nationaux, Paris, 1995.
- HIGNETTE M., BUTTEUX P., LOISEAU-GLÉNAZ C.
et RABUT C.,
*Un aquarium dans la classe in : "l'enfant, l'animal
et l'école"*, p. 173 à 191,
Bayard Édition/AFIRAC, 1995.
- KAHL B.,
Poissons d'aquarium,
miniguide Nathan tout terrain, Paris, 1989.
- LOUISY P., MAÎTRE ALLAIN T., et GOURDON G.,
Les Poissons d'aquarium,
Éditions du Rocher, 1989.
- MAÎTRE-ALLAIN T.,
Le nouveau manuel de l'aquarium,
Solar, 1992.
- MARSHALL N. B.,
La Vie des Poissons, 2 t.,
Bordas, 1971.
- MASSON C. et coll.,
Poissons et aquariums,
Larousse, 1984.
- MILLS D.,
Les poissons d'aquarium, oeil nature,
Bordas 1994.
- OMMANNEY F.,
Les Poissons,
Life le monde vivant, Time-Life International
(Hollande), 1963.
- PARKER S.,
Vie et Mœurs des Poissons,
collection "Les Yeux de la Découverte", Gallimard,
1990.
- PAXTON J.,
Les poissons, encyclopédie des animaux,
Bordas 1995.
- PRITCHARD P.,
Encyclopedia of turtles,
TFH Publications, 1979.
- RABUT C. et BUTTEUX P.,
L'art de l'aquarium,
Bordas-nature 1995.
- SAKURAI A., SAKAMOTO Y. et MORI Y.,
Les poissons d'aquarium en eau douce,
Glénat 1990.
- TERVER D.,
*Manuel d'Aquariologie : l'aquarium, eau douce,
eau de mer*,
Réalisations Éditoriales Pédagogiques, 1995.
- VAN RAMSHORT J. D.,
Encyclopédie des poissons d'aquarium,
Elsevier-Séquoia, 1977.
- WEBB G, MANOLIS S. et WHITEHEAD P.,
Wildlife management : crocodiles and alligators,
1987.
- WHITEHEAD P.,
Ainsi vivent les poissons,
Elsevier-Séquoia, Paris-Bruxelles, 1976.
- WILKIE D.,
Les poissons d'aquarium, la maison rustique,
Flammarion 1986.



M'BUNA ZEBRE

Pseudotropheus zebra

La nageoire anale de ce cichlidé mâle présente des taches dont la forme et la couleur ressemblent à celle des œufs.



MANDARIN

Synchiropus splendidus

Les poissons territoriaux des récifs coralliens sont souvent très colorés. Les couleurs peuvent avoir une valeur de signaux d'avertissement ou au contraire participer au camouflage (rupture de silhouette).



POISSON-CLOWN

Amphiprion ocellaris

Les poissons-clowns vivent en symbiose avec certaines anémones de mer. Leur mucus les protège des tentacules urticants de l'anémone qui pourraient paralyser tout autre poisson de taille équivalente.

AQUARIUM TROPICAL DE LA PORTE DORÉE

293, avenue Daumesnil

75012 Paris

Métro : Porte Dorée

Tél : 01 44 74 84 80

Fax : 01 43 43 27 53

<http://www.aquarium-portedoree.fr>

Ouvert tous les jours sauf le mardi, de 10h à 17h15.

Couverture

Symphysodon aequifasciatus

Poisson disque originaire de l'Amazonie,
variété d'élevage sélectionnée
pour ses couleurs.

Avec le concours du Département des Publics de la Direction des Musées de France