



**UNIVERSITE CATHOLIQUE DU GRABEN**

**Faculté des Sciences Agronomiques**

**2014-2015**

# Notes de cours de pisciculture

A l'intention des Etudiants

de 2<sup>e</sup> Graduat en Sciences Agronomiques

et de Premier doctorat en Médecine Vétérinaire

**Dr Ir KATHAVO Symphorien**

**Professeur Associé**

Spécialiste en Aquaculture

## CHAPITRE I :

### INTRODUCTION A LA PISCICULTURE

#### 1.1- Objectifs du cours

Le cours est conçu de façon à permettre à l'étudiant de conduire efficacement l'élevage du poisson en assurant une bonne gestion de son environnement.

De façon spécifique, il doit pouvoir :

- choisir les espèces de poisson adaptées au milieu d'élevage,
- réaliser le plan de construction de quelques milieux d'élevage (étangs, bassins, etc.),
- choisir une méthode d'élevage piscicole en respectant les normes de protection des plans d'eau et de l'environnement,
- et de choisir un modèle d'association qui intègre l'agriculture, l'élevage et la pisciculture.

#### 1.2- Quelques définitions

L'aquaculture (aqua = eau, culture = élevage) est l'élevage des organismes vivants aquatiques (animaux et végétaux). La pisciculture fait partie de l'aquaculture. C'est l'élevage des poissons.

En fonction de la qualité des eaux, de l'espèce élevée et du type d'élevage l'aquaculture peut prendre des appellations différentes à savoir :

A. par rapport à la qualité de l'eau on parlera :

- eau douce : aquiculture
- eaux marines : thalassoculture
- eaux des zones d'influence de marées : mariculture
- eaux continentales : limniculture

B. par rapport à ce qui est cultivé on a :

- poisson : pisciculture
- tilapia : tilapiaculture
- clarias : clariculture
- carpe : carpiculture

- cyprinidés : cypriniculture
- mugilidés : mugiliculture
- salmonidés : salmoniculture
- crustacés : carciniculture
- crevette : crevetticulture
- péneidés : péneiculture
- mollusques : conchyliculture
- moules : mytiliculture
- huîtres : ostréiculture
- algues : algoculture

#### C. par rapport aux types d'élevage

- pisciculture + agriculture : agropisciculture
- riziculture + pisciculture : rizipisciculture

### **1.3- Importance de la pisciculture**

La pisciculture est une technique d'une grande importance à divers titres :

1. Elle permet de maintenir la biodiversité en réduisant la pression de pêche sur les ressources aquatiques des milieux naturels.
2. Elle crée de l'emploi, génère des revenus et réduit la pauvreté.
3. Elle utilise une main d'œuvre qui, sans elle, devrait quitter irréversiblement son milieu traditionnel.
4. Elle fournit aux populations des aliments riches en protéines à des prix accessibles à tous.
5. Elle contribue aux activités de recherche scientifique.
6. Elle a un rôle didactique et récréatif (aquariologie).
7. Enfin, elle contribue au développement socio-économique des pays.

### **1.4- Disciplines liées à la pisciculture**

L'aquaculture est un domaine qui utilise plusieurs disciplines à savoir :

- La physico-chimie : on y fait recours pour l'évaluation de la qualité de l'eau (pH, O<sub>2</sub> dissous, température, alcalinité, etc.).
- La biochimie et la nutrition animale.

- Les sciences du sol pour connaître la texture et la structure du sol (lors du creusement des étangs par exemple).
- La topographie pour connaître le type de vallée, la pente du terrain, etc. avant l'installation des étangs.
- La systématique, l'écologie, la biologie et l'anatomie de l'espèce à élever.
- Des études comportementales (ou éthologie) de l'espèce à élever.
- Des études sociologiques relatives à l'acceptation de l'espèce à élever par les populations.

### **1.5- Spécificités de l'élevage des poissons**

Comme tous les animaux, les poissons possèdent un certain nombre de particularités propres à la vie dans l'eau. Ils ont un corps allongé, fusiforme, bien adapté au déplacement dans un milieu liquide et se distinguent des autres vertébrés par l'absence de cou, la présence de nageoires et d'écailles, une respiration branchiale et bien d'autres caractères et fonctions qui leur sont propres. On peut distinguer deux grands groupes de poissons :

- **les poissons cartilagineux** constitués par les **raies et les requins** qui appartiennent aux Sélaciens.
- **les poissons osseux** ou **Ostéichtyens**.

Parmi ces derniers, le super-ordre des Téléostéens renferme la majorité des familles de poissons connus et de ceux qui sont élevés, à l'exception de l'Esturgeon.

On peut rencontrer des poissons depuis la surface jusqu'aux plus grandes profondeurs de l'océan, des côtes jusqu'au large et dans toutes les eaux continentales.

Certains sont capables de respiration aérienne (ex : le *Clarias gariepinus*). Bien que les poissons habitent un milieu à trois dimensions, ils ne fréquentent pas tous la totalité de ce milieu. Certains vivent au large près de la surface et s'approchent peu des côtes ou du fond (poissons *pélagiques*), d'autres sont inféodés au fond (poissons benthiques) et ne se s'éloignent guère des trous de roches qu'ils habitent, ou demeurent enfouis dans le sable. Certains, enfin, vivent au voisinage du fond qu'ils ne perdent guère de vue : ce sont les poissons démersaux.

Mais toutes les espèces de poissons ne se plient pas à une telle subdivision. Il y a des poissons que l'on peut rencontrer dans une anfractuosité rocheuse (cavité profonde et sinueuse) près de la côte, qu'au large sur des fonds de 100 m, ou à l'embouchure d'un fleuve, voire en eau douce. L'anguille, le loup ou bar, la daurade sont de ceux là. On les range sous le terme d'espèces *ubiquistes*.

Il faut remarquer que tous sont élevés, sans doute parce qu'à la différence d'un thon très exigeant dans les caractéristiques de son environnement et de son alimentation, ils s'accommodent dans un milieu variable.

Nous ne nous intéresserons ici qu'aux seuls aspects ayant une relation directe avec l'aquaculture.

### **1.6. Types de pisciculture suivant le mode d'élevage**

Suivant le mode d'élevage on peut distinguer :

- o la pisciculture artisanale (technologie artisanale peu évoluée)
- o la pisciculture familiale (pisciculture pour la famille, pour son autoconsommation)
- o la pisciculture extensive (on met à contribution la richesse de l'eau pour nourrir les poissons, rendement faible)
- o La pisciculture semi-intensive (
- o la pisciculture intensive (haute technologie et rendement très élevé)
- o la pisciculture commerciale (technologie évoluée, parfois intensive)
- o La pisciculture super-intensive

Les différents systèmes de production piscicole sont généralement caractérisés par leur degré d'intensification, lui-même défini selon les pratiques d'alimentation ; l'aliment exogène représente en effet en général plus de 50 % du coût total de production dans les systèmes intensifs. Cependant l'intensification concerne de nombreux autres facteurs de production, comme l'eau, le foncier, le capital et le travail.

Une première classification peut être établie de la manière suivante :

*les systèmes de production piscicole extensifs, basés sur la productivité naturelle de l'environnement ou de la structure d'élevage des poissons, sans ou avec très peu d'apports d'intrants.*

Les systèmes d'intégration entre riziculture et pisciculture (rizipisciculture) appartiennent à cette catégorie extensive, puisque le poisson bénéficie des intrants apportés pour la culture du riz ;

- > les systèmes de production piscicole semi-intensifs reposant sur l'utilisation d'une fertilisation
- ou sur l'emploi d'une alimentation complémentaire, sachant qu'une part importante de l'alimentation du poisson est fournie *in situ* par l'aliment naturel. Les élevages associés du type volaille-poisson ou porc-poisson appartiennent typiquement à ce type de pisciculture, ainsi que tous les systèmes piscicoles recyclant différents types de déchets, notamment les systèmes de recyclage direct (étangs à latrines du Vietnam par exemple) ou indirect. Ces différents systèmes permettent d'obtenir des rendements piscicoles élevés ;
- > les systèmes intensifs et superintensifs, dans lesquels tous les besoins nutritionnels des poissons
- sont satisfaits par l'apport exogène d'aliments complets, avec pas ou très peu d'apports nutritionnels issus de la productivité naturelle du bassin ou du plan d'eau dans lequel le poisson est élevé (lac, rivière). L'aliment utilisé dans ces systèmes d'élevage est généralement riche en protéines (25 à 40 %) ; il est par conséquent coûteux. Les principales infrastructures d'élevage de ce type de pisciculture sont les enclos, les cages ou les *raceways*, avec des taux de renouvellement de l'eau très élevés. Les différents types de systèmes de production piscicole sont présentés dans le tableau 1 selon leur degré d'intensification ( L. Dabbadie ; J. Lazard et M. Oswald, 2002)

Densité de poisson à la mise en charge	< 1/m <sup>2</sup>	1 à 5/m <sup>2</sup>		5 à 10/m <sup>2</sup>	10 à 100/m <sup>2</sup>
Structure d'élevage	Etang	Etang	Etang	Etang ou Cage	Cage ou Raceway
Rendement (T/ha/an)	0-1	1-5	5-15	15-20	50 voir 100kg/m <sup>3</sup>
Intrants	Pas d'intrants	Macrophytes Fumure	Fumure et aliment simple	Aliment composé	Aliment composé
Taux journalier de renouvellement de l'eau (%)		< 5, compensation des pertes	5 à 10	10 à 30 Aération et recirculation de l'eau	> 30 Aération/Oxygénation
Niveau d'intensification	Extensif	Semi-intensif	Semi-intensif	Intensif	Super intensif

### 1.6.1 Pisciculture extensive

Les élevages sont conduits sans fertilisants ni apports de nourriture et visent le maintien d'un équilibre écologique naturel et stable, mais dirigé au profit de l'homme. L'un des principes est d'isoler des zones à haute productivité naturelle

par des vannes, des claies ou des grilles permettant la pénétration des jeunes et empêchant la fuite des poissons plus gros. Le rendement est de l'ordre de 100 à 150kg/ha/an, parfois plus si la productivité naturelle des eaux est particulièrement élevée.

### **1.6.2. Pisciculture semi - intensive**

Les élevages de poissons se font en zones fermées. Pour intensifier la production de poissons dans ces eaux naturelles, on fournit à ces poissons un supplément de nourriture. On peut atteindre ainsi des rendements de 1,5 à 2,5 T/ ha/ an par fertilisation ou par nourrissage direct.

### **1.6.3. Pisciculture intensive**

Dans ce cas, l'eau et l'alimentation sont contrôlées. En pisciculture intensive, on obtient fréquemment 5 à 10 T/ ha/ an en étang, 50 à 100 kg/ m<sup>3</sup> /an en cage, même parfois plus de 20 kg/ m<sup>3</sup> /mois.

### **1.6.4. Pisciculture super intensive**

En Belgique, par exemple, on élève des Tilapias ou Carpes du Nil (*Oreochromis niloticus*) en bacs inoxydables à la densité de 300 poissons par m<sup>3</sup> avec un renouvellement d'eau de 400% par heure.

On utilise de l'eau chaude provenant du système de refroidissement d'une centrale nucléaire. Les poissons atteignent de 250 à 500 g. La production est de 30 kg/m<sup>3</sup>/mois soit 3.600 Tonnes/ ha/ an avec un cycle complet (alevinage inclus) de 10 mois. Pour l'alimentation des poissons, on utilise des distributeurs qui se terminent par des tiges qui sont dans l'eau. Chaque fois que le poisson pousse la tige avec sa bouche, un peu de nourriture tombe dans l'eau à cet endroit. Les poissons apprennent très vite à se nourrir à la demande.

## **1.7- Historique de la pisciculture**

### **1.7.1- Dans le monde**

La pisciculture est pratiquée de façon plus ou moins intensive depuis près de 2 000 ans. L'origine principale de la pisciculture semble être la Chine où les premières espèces élevées furent la carpe (carpe chinoise = *Cyprinus carpio*) et le carassin doré (*Carassius auratus*). Les premiers essais d'élevage ont été réalisés dans des viviers (sortes de jarre). A cette époque, les carpes étaient nourries avec les pupes des vers à soie. Les améliorations apportées au cours des siècles à la pratique de la pisciculture résultent essentiellement de la méthode « *essais et*

*erreurs* ». Et, c'est seulement depuis quelques dizaines d'années que l'activité est devenue un art (ou une science) suite à la surexploitation des ressources dans les plans d'eaux naturelles, à la découverte de nouvelles espèces de pisciculture, à la maîtrise de l'alimentation des poissons et à surtout à la mise au point des premières techniques d'induction artificielle de la ponte dans les années 30.

Estimée à 1 million de tonnes en 1986, la production mondiale de l'aquaculture est passée à 40 millions de tonnes en 1996. Certaines prévisions font état d'une production mondiale atteignant 50 millions de tonnes aux alentours de 2020. Il convient de signaler que l'essentiel de l'augmentation de la production ces dernières années (qui résulte essentiellement de la production des poissons et mollusques) a été observée dans les pays en développement et particulièrement en Chine.

En Afrique l'Egypte est l'un des pays les plus anciens à pratiquer la pisciculture. Les premiers essais ont été réalisés au Kenya en 1924, au Congo en 1937, en Gambie en 1942 et au Zimbabwe en 1950.

### **1.7.2- En République Démocratique du Congo**

Les premières études sur les poissons d'Afrique commencent au 18<sup>e</sup> siècle, avec Michel Adanson, fondateur de l'ichtyologie africaine.

Les grands lacs d'Afrique de l'Est, où cohabitent plusieurs centaines d'espèces de cichlidés endémiques, constituent de véritables laboratoires naturels pour l'étude de l'évolution des espèces. On recense plus de 300 espèces dans le lac Tanganyika, 500 dans le lac Victoria et 800 dans le lac Malawi

Une première suggestion de l'emploi des tilapias fut émise en 1925 par Monod. Mais c'est seulement pendant la seconde guerre mondiale, à l'occasion des difficultés d'approvisionnement en denrées alimentaires, que l'attention des autorités du Congo Belge, actuellement R.D.Congo, fut attirée sur les possibilités de l'élevage des poissons pour l'alimentation des populations locales. Ainsi commencèrent en 1946 au Katanga, les premières études scientifiques sur l'élevage des poissons. L'élevage du poisson fut introduit en RDCongo( alors Congo Belge) vers les années 1948, avec l'avènement de l'implantation de la station de recherche en pisciculture de KIPOPO et de la première conférence Anglo-Belge sur la pisciculture organisée à Elizabethville (actuellement Lubumbashi) en 1949.

En raison de ses caractéristiques bioécologiques prévalant au Congo (approvisionnement facile en géniteurs, grande variabilité génétique, croissance rapide en conditions d'élevage semi-intensif, absence d'interdits alimentaires, polyculture envisageable et pisciculture intégrée recommandable), le poisson s'est répandu dans toutes les provinces du pays à travers divers projets de pisciculture initiés par la FAO années 1980. Cependant, son élevage dans les régions de haute altitude est compromis par des mortalités massives et par le problème de nanisme, principalement dû au froid.

Les territoires voisins s'intéressèrent également à ce problème et des essais furent entrepris dès 1948 au Cameroun, dès 1949 au Congo-Brazzaville. En 1949, la conférence piscicole anglo-belge réunit à Elizabethville (Lubumbashi) des spécialistes du Royaume-Uni et de ses territoires voisins ainsi que des délégués du Congo-Belge.

L'intérêt de la pisciculture était alors démontré et les bases d'un développement spectaculaire de cette technique étaient jetées. Au cours des années 1950 à 1960, à l'initiative des administrations coloniales et dans le but d'améliorer le régime alimentaire des populations, on assiste à un développement explosif de la pisciculture. Le Congo-Belge bat tous les records avec la construction de 122076 étangs couvrant une superficie de 4058 Ha. Ceci est extraordinaire quand on sait qu'en 1946 commencèrent les premiers essais d'élevage des poissons. Néanmoins, après l'indépendance des pays africains, on a constaté une forte régression de cette activité dans tous les pays. Différentes causes peuvent expliquer cet échec de la pisciculture familiale en milieu rural. Ce sont notamment :

- l'absence de personnel d'encadrement et des matériels ;
- la faible production (0.5 à 10 T par ha et par an);
- la confusion parmi les nombreuses espèces des poissons;
- les introductions anarchiques d'espèces dans différents bassins fluviaux;
- la dimension ridicule des étangs ruraux (parfois quelques mètres carrés);
- l'alimentation des poissons ignorée ou mal résolue;
- la rentabilité économique des exploitations non envisagée, etc.

Malgré toutes ces difficultés de mise en route, la pisciculture s'est maintenue à l'état latent dans la plupart de pays africains et cette activité suscite actuellement de plus en plus d'intérêts auprès des gouvernements nationaux.

L'aquaculture congolaise repose essentiellement sur la pisciculture familiale de subsistance dans laquelle la culture du tilapia est prédominante malgré les potentialités d'élevage d'autres espèces aquacoles. Ces tilapias sont élevés par des paysans dans des étangs en terre construits dans des vallées et autres milieux humides, en systèmes extensifs et semi intensifs de pisciculture familiale en vue d'améliorer la nutrition des populations autochtones et rurales ; ils sont nourris principalement de microorganismes planctoniques dont la croissance est favorisée par le compostage. On y élève aussi les poisson-chats.

### **1.7.3. Contraintes limitant le développement de l'aquaculture en R.D. Congo**

L'aquaculture en Afrique est dans l'ensemble très jeune. Sur le plan mondial, l'ensemble du continent ne représente qu'environ 0,5% de la production mondiale. C'est de loin l'Egypte qui a contribué à la hausse de la production aquacole de l'Afrique produisant 400.000 tonnes.

Le Nigéria est le 2<sup>e</sup> avec 30.000 tonnes et vient ensuite le Madagascar avec moins e 10.000 tonnes.

En ce qui concerne la RD Congo, il faut indiquer qu'il y a une forte diminution de la consommation du poisson frais à cause du déclin des productions halieutiques des rivières et des lacs. Cette diminution conduit à une augmentation du prix du poisson sur les marchés nationaux et locaux en rapport avec le faible revenu du congolais. Le prix moyen du poisson tilapia varie suivant la distance en rapport avec les lacs d'origine, la période, mais aussi la qualité considérée sur le marché local.

On comprend dès lors l'intérêt de développer l'aquaculture en RDCongo. Malheureusement, ce développement est limité par de nombreux problèmes fonciers en ce qui concerne le Nord Kivu, le faible revenu des paysans ne permettant pas l'investissement de base, le manque de technicité suffisante des pisciculteurs, l'insuffisance des cadres techniques, le manque de soutien public.

## CHAPITRE II

### LES MILIEUX D'ELEVAGE

#### **2.1- Critères de choix des milieux d'élevage**

##### **2.1.1- La nature de la vallée et la topographie :**

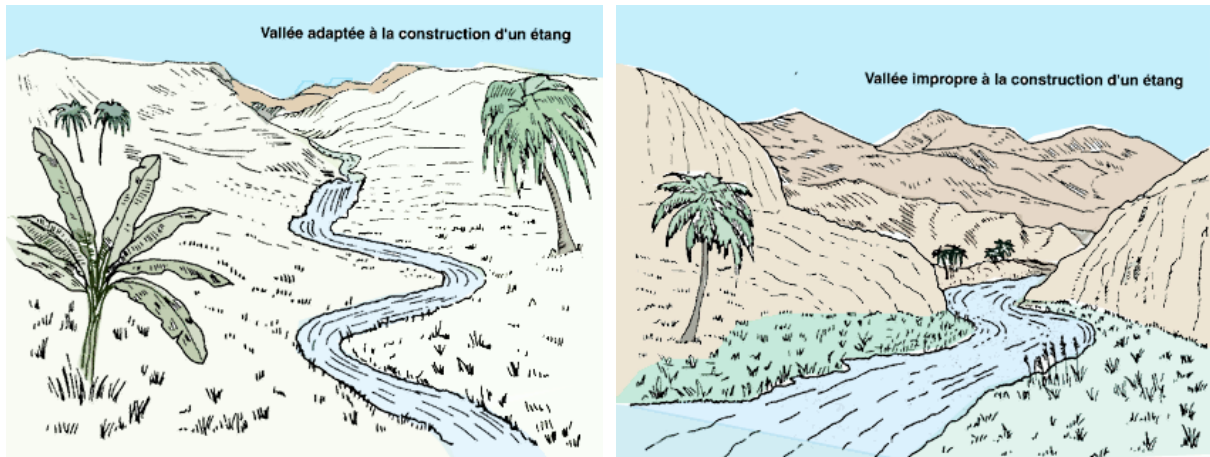
L'élément le plus important dans la sélection d'un site pour la pisciculture en étang est son potentiel pour une vidange totale et si possible gravitaire. Ceci implique que le fond des bassins des étangs soit situé au dessus de l'exutoire hydraulique (rivière, canal ou fosse de reprise pour pompage).

Le site optimum pour la construction d'étang présente une pente faible ou nulle (0,5 à 2 %). Ainsi, la pente du fond de l'étang suivant celle du sol, les volumes de terre mis en œuvre pour la confection des digues sont alors réduits. Lorsque la pente du terrain est supérieure, la profondeur maximale de l'étang doit être calculée de façon à ce qu'il soit ménagé une profondeur suffisante pour la vie piscicole au point le moins profond (80 à 100 cm). Ceci implique souvent d'importants déplacements de terre.

En zone accidentée, des digues hautes et coûteuses doivent être construites. La limite à ne pas dépasser pour des raisons économiques est de 3 m de hauteur.

La topographie et la situation du site doivent permettre un accès en tout temps aux étangs pour les différentes opérations techniques (nourrissage, fertilisation, récoltes).

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



**Fig. 1 : Types de vallée (A) Vallée adaptée (B) Vallée impropre à la pisciculture**

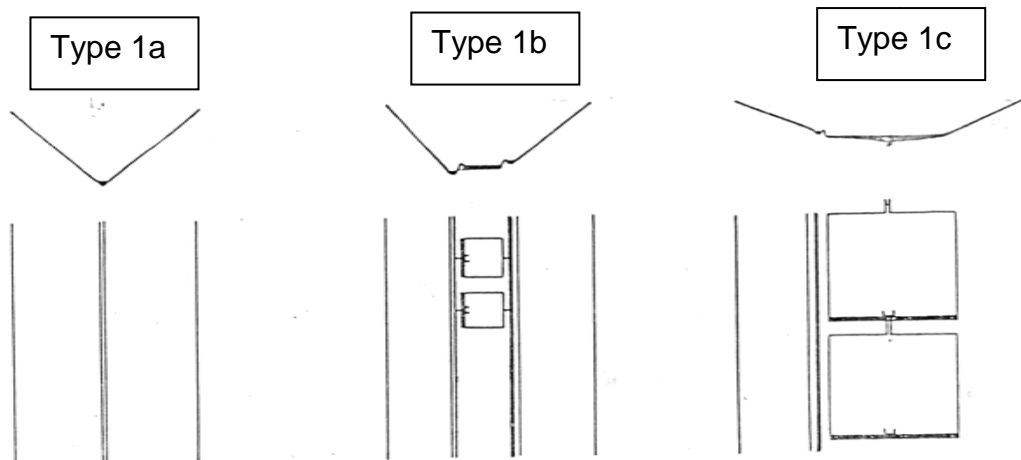
D'après la forme générale de ce profil, vous pouvez d'ores et déjà décider du type d'étang que vous pourriez construire:

- ✚ si la vallée est profonde, escarpée et étroite, ne construisez pas d'étang;
- ✚ si le fond de la vallée a une largeur de 50 à 100 m, des étangs de barrage pourraient convenir;
- ✚ si le fond de la vallée a plus de 100 m de large, des étangs en dérivation pourraient y être construits.

Une étude plus approfondie devrait confirmer la sélection, en se basant sur les profils longitudinaux et en travers de la vallée. Le type d'étang à construire sera choisi :

- soit selon la **forme** de la vallée et ses profils
- soit selon la **pente du profil longitudinal** (vers l'aval) et la section transversale de la vallée

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

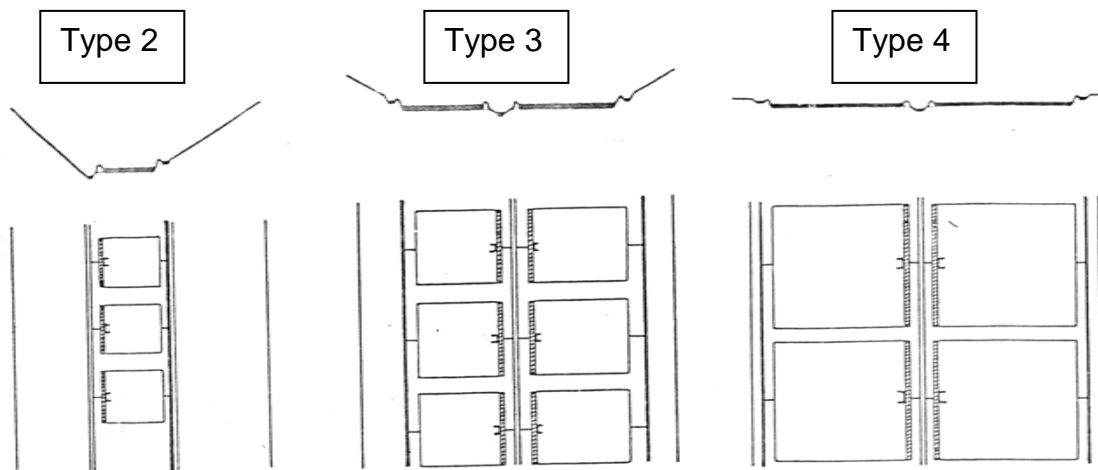


**Fig. 2 : Types de vallée selon la forme**

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

Type 1b : Création de petits étangs en dérivation

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



**Fig. 3 : Type de vallée selon le profil transversal**

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

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

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

**Tableau 2 : Choix du type d'étangs en fonction du profil de la vallée**

Type d'étang	Forme du profil en travers de la vallée			
	V	V arrondi	V tronqué dans l'axe	V tronqué latéral
Etang en déblai	—	A condition de disposer d'une alimentation en eau souterraine (sources ou infiltrations) ou en eau de ruissellement		
Etang de barrage	Si le profil longitudinal de la vallée a moins de 5 % de pente	—	—	Si le profil longitudinal de la vallée a moins de 5 % de pente, la pente du profil travers est de 5 à
Etang en dérivation: creusé et endigué	—	Lorsque le profil longitudinal de la vallée a moins de 5 % de pente	Lorsque le profil en travers a une pente de 0,5	
Etang en dérivation: type rizière	—	—	Lorsque le profil en travers a une pente de moins de 0,5 %	

**Tableau 3 : Choix du type d'étang en fonction des pentes de la vallée**

Profil longitudinal de la vallée	Profil en travers de la vallée	Type d'étang envisageable
Pente supérieure à 5 %	Pente supérieure à 5 %	Aucun
	Pente inférieure à 5 %	Etang en dérivation Etang en déblai
Pente inférieure à 5 %	Pente de 5 à 10 %	Etang de barrage Etang en déblai
	Pente inférieure à 5 %	Etang en dérivation Etang de type rizière Etang en déblai

### 2.1.2. Notion de pente : définition et calcul

### Définition de la pente

La pente est « l'obliquité par rapport au plan de l'horizontale. En géomorphologie elle est même définie plus précisément comme étant la « tangente trigonométrique (exprimée par une fraction ou en pourcentage) de l'angle formé avec le plan horizontal ». En mathématiques il s'agit, pour une droite affine  $y = ax + b$ , de son coefficient directeur  $a$ , qui correspond à la tangente de l'angle formé avec l'axe « horizontal » des abscisses.

Cette définition étant posée, la valeur absolue d'une pente moyenne  $P$  de terrain s'obtient en calculant le quotient de la dénivellation (différence d'altitude) par la distance à l'horizontale (ces deux distances devant être exprimées avec la même unité de mesure).

Il est ainsi aisé de calculer la pente moyenne entre deux points d'après une carte, en divisant la différence d'altitude des deux points par leur distance horizontale (obtenue en mesurant en ligne droite la distance entre les deux points sur la carte et en la divisant par l'échelle de la carte). Par habitude cette pente  $P$  est exprimée en pourcentage, ceci se faisant en multipliant  $P$  par 100 (car une pente de  $x$  est une pente de  $x$  100 %). Cela permet « de se représenter » la dénivellation pour 100 mètres à l'horizontal.

$$P = (\text{Dénivellation} / \text{Distance horizontale}) \times 100$$

Exemple :

Sur une carte d'échelle 1 : 25 000, la distance mesurée en ligne droite entre 2 points est de 8,3 cm alors que leur différence d'altitude est de 250 m.

1° Distance horizontale réelle :

$$8,3 \text{ cm} \div (1 \div 25000) = 8,3 \text{ cm} \div 0,00004 = 207500 \text{ cm} = 2070,5 \text{ m}$$

2° Pente moyenne du terrain :

$$P = 250 \text{ m} / 2070,5 \text{ m} = 0,120744 \text{ m} = 0,121 \text{ m} = 12,1100\% = 12,1 \%$$

### Application mathématique

Dans un triangle OBC rectangle en C où l'horizontale est [OC], la valeur absolue de la pente  $P$  de l'hypoténuse [OB] s'obtient donc en calculant le quotient  $BC/OC$ ; il suffit « d'adjoindre » le signe + lorsque le terrain est parcouru en montant, ou le signe - lorsqu'il est parcouru en descendant, pour obtenir la pente dite réelle (ce

signe n'a, en fait, que peu d'importance car ce qui se descend à l'aller, se remonte au retour...).

En général il est aisé de mesurer la distance parcourue OB et la dénivellation BC. À titre d'information il est rappelé que la propriété de Pythagore permet de retrouver l'une des trois longueurs à partir des deux autres dans le triangle rectangle :  $OB^2 = OC^2 + BC^2$

Exemple 2 :

La distance horizontale entre deux points est de 2 070 m pour une différence d'altitude de 250 m.

Ici,  $OC = 2\,070$  m et  $BC = 250$  m ;

Donc  $OB^2 = OC^2 + BC^2 = 2\,070^2 + 250^2 = 4\,284\,900 + 62\,500 = 4\,347\,400$ m

Conclusion : Sur ce terrain la distance théorique parcourue « en pente » est la racine carrée de 4 347 400 soit 2 085 m

### **2.1.3- La nature du sol**

L'une des principales particularités de la pisciculture parmi les activités agricoles est la possibilité de mise en valeur d'un grand nombre de surfaces non exploitables par les techniques agronomiques traditionnelles. En effet, il est possible de créer des étangs dans un sol très argileux ou non.

Les sols sur lesquels reposent les étangs piscicoles doivent donc satisfaire certaines conditions. Le sol doit être le plus imperméable possible. Au vu de cette condition, il faut privilégier des sols argileux ou argilo-limoneux pour pouvoir retenir l'eau. La topographie doit permettre un écoulement facile des eaux en cas d'étangs en dérivation.

Dans une étude de faisabilité technique, il est important de se renseigner sur la structure, la texture et la composition chimique du sol. Pour cela on peut procéder de deux façons :

- il suffit de prendre un échantillon de sol de surface, faire un mortier et en faire une boule
- Lancer la boule sur un mur vertical situé à 3m environ de l'opérateur.

- Si la boule adhère au mur, le sol est jugé bonne pour les digues d'étangs. Il est d'autant plus indiqué que le degré d'aplatissement de la boule adhérente est faible.
  - Si la boule n'adhère pas, mais se disloque et tombe, le sol sera jugé impropre à la construction d'étangs.
- on peut aussi réaliser dans le sol un trou de 1m<sup>2</sup> et de 1,5m de profondeur et d'identifier les différentes couches successives. Le trou peut être rempli d'eau pour observer le degré d'infiltration le lendemain (le faire 3 fois de suite).
  - La teneur en argile minimale pour la construction de digue est de 17-20%, il convient de ne pas dépasser 60 %, la teneur optimale pour une mise en œuvre facile étant de 40 %. Si la teneur en argile diminue, il faut compenser par un meilleur compactage (le compactage représentant 90 % de la réussite).

Une terre bonne pour la construction des parpaings en briques de terre est en principe bonne pour la construction des étangs. Dans le diagramme textural, la zone des sols argilo-sableux, limono-silto-argileux, limono-argileux, limono-sablo-argileux et limono-silteuses sont les plus souhaitables (Coche, 1985 cité par Pouomogne, 1998)

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

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

**Tableau 4 : Différents types de sols et leurs caractéristiques pour la construction de digues d'étangs**

a) Classification texturale des sols :

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

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

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

c) Perméabilité (cm/j) :

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

## CHAP III

### CONSTRUCTION DES DIFFERENTS MILIEUX D'ELEVAGE

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

#### **3.1- Les systèmes traditionnels**

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

##### **3.1.1. Les Ahlos**

Adaptés aux fleuves de plaine, ils consistent à coucher tout au long des berges du lit mineur, sur une largeur de quelques mètres, des branchages sur lesquels se développent des plantes semi-aquatiques de surface (jacinthe d'eau, nénuphar, etc.). Les poissons s'y réfugient et se nourrissent des aliments fournis par les branchages. Dans certain cas les paysans augmentent la surface du Ahlo en creusant des tranchées perpendiculaires aux berges qu'ils remplissent également de branchages. La récolte consiste à entourer en saison sèche le système d'un long filet puis de procéder par petit secteur à l'enlèvement des branchages et à la récolte des poissons (1,5 à 2 t/ha/an).

##### **3.1.2. Les whédos ou trous à poissons**

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



*Fig. 4 : Photo d'un whedos exploité et en exploitation à Gangban (Vallée de l'Ouémé au Bénin)*

### **3.1.3. Les acadjas**

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



*Fig. 5 : Parc d'acadja sur le fleuve Ouémé (Vallée de l'Ouémé)*

## **3.2- LES SYSTEMES AMELIORES**

### **3.2.1. Les étangs**

La production piscicole mondiale repose en grande partie sur l'utilisation d'étangs de terre qui contiennent de l'eau douce, la renouvellent, reçoivent des engrais ou des aliments et permettent le stockage, l'élevage et la récolte du poisson. La construction des étangs et des ouvrages qui leur sont associés comporte des préparatifs et des travaux appropriés, essentiels au succès de l'exploitation piscicole; en outre, les étangs doivent être peu coûteux à construire, faciles à entretenir et propres à assurer une bonne gestion de l'eau et des poissons.

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

Les divers étangs de pisciculture sont :

#### **3.2.1.1. Les étangs de barrage**

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

#### **3.2.1.2. Les étangs en dérivation**

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

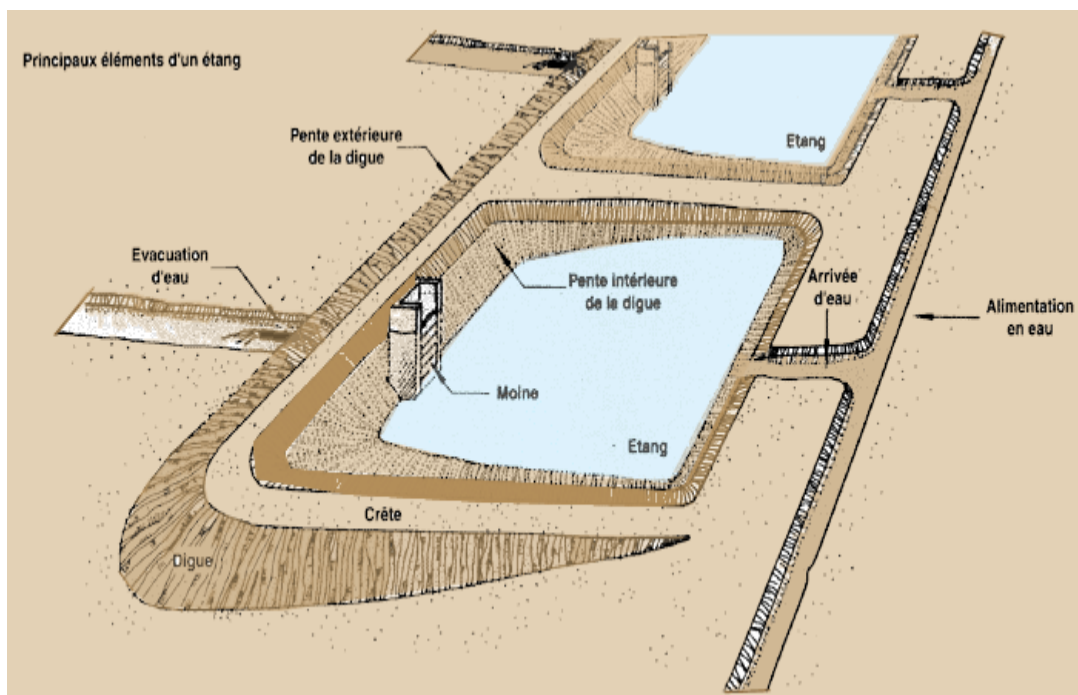
#### **3.2.1.3. Les étangs creusés par excavation**

Ils sont alimentés par une nappe souterraine qui définit le niveau d'eau

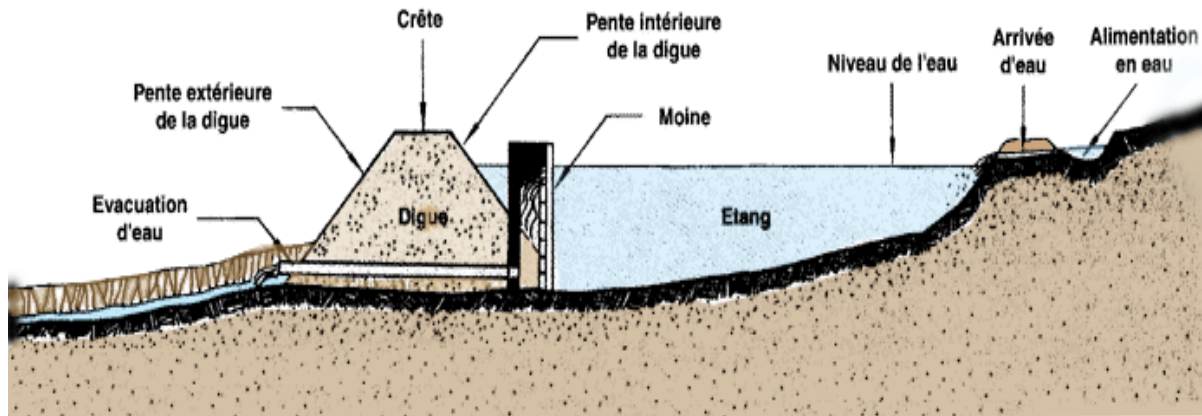
Les étangs créés par surélévation par rapport au terrain naturel par endiguement périphérique complet (bassins) ils ne disposent généralement pas d'une alimentation en eau gravitaire.

Bien qu'il existe de nombreux types d'étangs piscicoles, voici les principaux éléments et ouvrages associés à chacun d'eux:

- les **digues**, qui retiennent l'eau dans l'étang;
- les **canaux**, qui amènent ou évacuent l'eau de l'étang;
- les **dispositifs de régulation**, qui contrôlent le niveau de l'eau ou son débit à travers l'étang, ou bien les deux;
- les **chemins et voies de desserte**, qui longent l'étang et permettent d'y accéder;
- les **installations de récolte** et autres équipements destinés à la gestion de l'eau et des stocks piscicoles.



**Fig. 6 : Les parties d'un étang**



**Fig. 7 : Coupe longitudinale d'un étang**

**Rappel** : un étang piscicole est défini comme un ouvrage artificiel utilisé pour l'élevage de poisson. Il est rempli d'eau douce, assez peu profond et habituellement sans écoulement. Etangs côtiers de marée, réservoirs, tanks de stockage, raceways et bassins revêtus de fermes piscicoles ne sont pas étudiés ici.

### 3.2.2. Les formes et dimensions des milieux d'élevage

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

Forme : peut être rectangulaire, circulaire ou carrée.

Dimensions : quelques centaines de m<sup>2</sup> à un ha de préférable rectangulaire.

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

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

### 3.2.3.- Les principales parties d'un étang

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

### 3.2.3.1. Le système d'alimentation en eau

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

- une prise d'eau à l'amont du canal de dérivation
- des prises d'eau dans le canal qui amènent l'eau dans les étangs

#### a. La prise d'eau à l'amont du canal

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

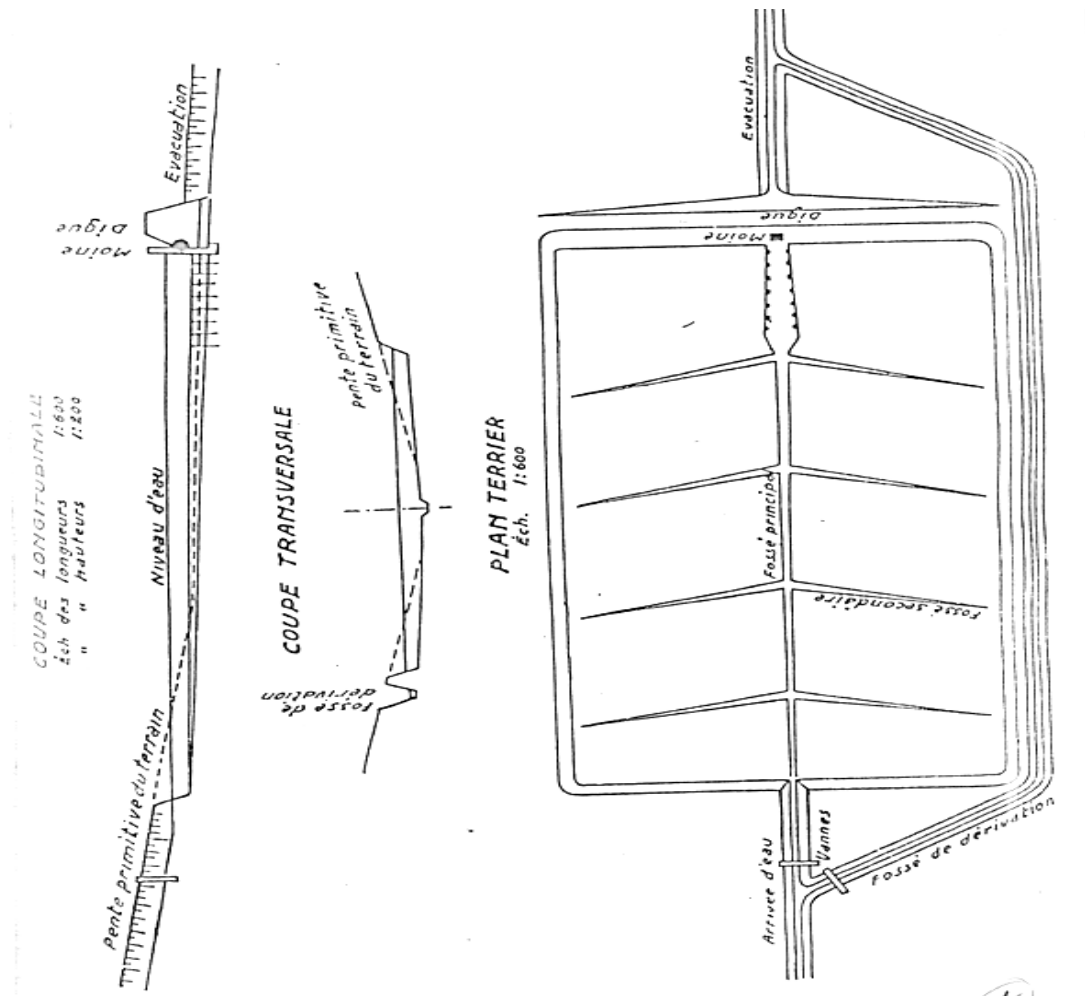
#### b. L'arrivée d'eau dans l'étang

Cette prise d'eau permet le réglage du débit d'entrée de l'eau dans l'étang et doit, d'autre part, empêcher la circulation des poissons entre le canal et l'étang.

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

### 3.2.3.2 Le fond ou assiette de l'étang

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



**Fig.8 : Coupe longitudinale et transversale de l'assiette d'un étang.**

### 3.2.3.3. La digue

La digue est l'une des principales parties d'un étang. La construction de la digue doit se faire avec un grand soin. Ses deux qualités principales sont la solidité et l'imperméabilité.

La digue doit être construite par couches de 20 cm et il faut damer chaque couche. Un sol sec doit être humecté.

En principe la largeur de la digue à son sommet doit être égale à sa hauteur et avoir au minimum un mètre.

La hauteur de la digue doit dépasser la ligne de flottaison de 30 cm pour les petits étangs et de 50 cm pour les grands étangs. Cette partie entre la ligne de flottaison et le sommet de la digue s'appelle **revanche**.

Lorsque la digue est terminée on la couvre de gazon. On ne doit pas planter d'arbres sur la digue, parce que les racines provoquent des infiltrations.

a. Les qualités de la digue

- Avoir une banquette large, suffisante pour la circulation du personnel au moins 2 m. De fois la largeur peut aller jusqu'à 3 m.
- Servir à retenir l'eau et de ce fait la digue doit être imperméable et solide.
- La digue doit former avec le fond de l'étang un récipient étanche qui ne doit pas se déformer sous la pression de l'eau. La digue doit empêcher toute déformation et glissement d'où la stabilité du sol sur le quel elle est construite.
- Il est indispensable que la digue (terre apporté) forme un ensemble avec le sous sol.
- La digue par sa section a une forme trapézoïdale dont le côté de l'eau a une pente moins raide que l'extérieur plus la terre est légère plus grande est la digue, plus pente sera plus longue, donc moins raide sera la digue.
- La digue doit avoir une terre tassée pour éviter le suintement qui peut endommager.
- Il ne faut jamais oublier de protéger la digue contre l'érosion.
- La digue doit comporter une terre exempt de matière organiques (cailloux, bois, ...) qui peuvent provoqués la fuite d'eau de l'étang et démolir la digue.

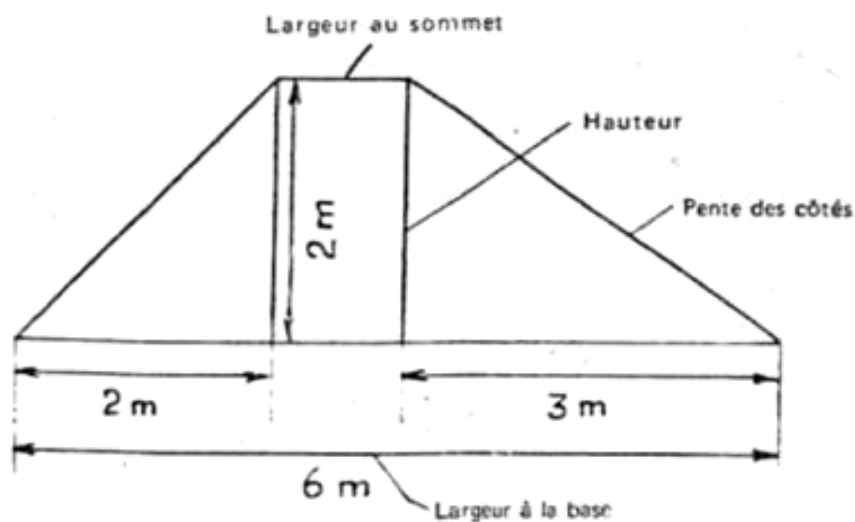


Fig. 9 : Coupe d'une digue

### 3.2.3.4. L'appareil de vidange : Le moine

Il existe de nombreux systèmes de vidange. On a beaucoup utilisé autrefois le bouchon de vidange. Il ne donne aucune souplesse lors des opérations de mise à sec. On ne peut le recommander que pour les tout petits étangs. Le meilleur dispositif de vidange est celui qui comporte un **moine**.

Le moine se compose d'une construction verticale en U ouvert vers l'étang et d'une canalisation qui traverse la digue de l'étang et aboutit dans une pêcherie. Il peut être en béton ou en bois ou être remplacé par un tuyau PVC (voir schémas ci-après).

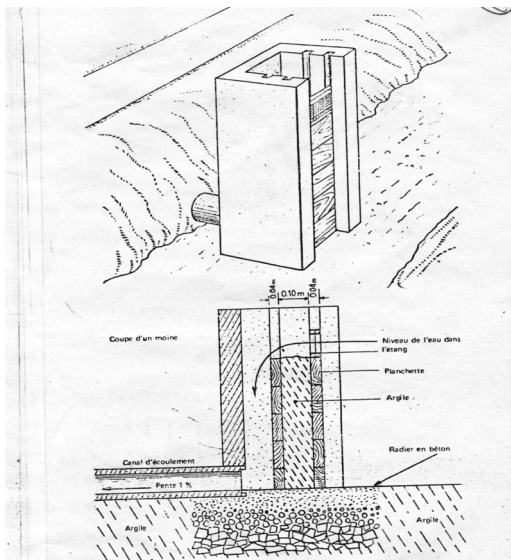


Fig. 10 : Schéma du Moine

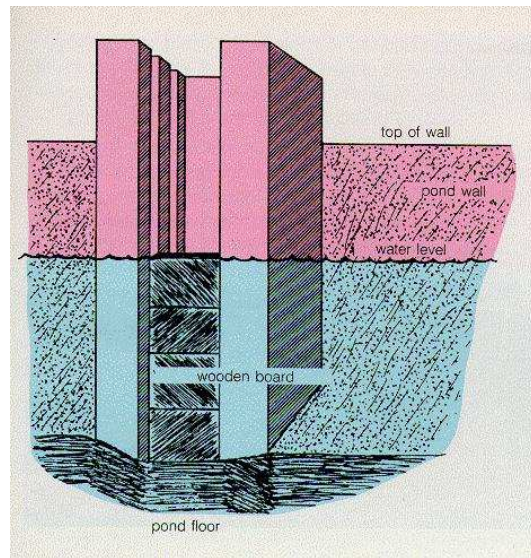


Fig. 11 : Un moine sous eau

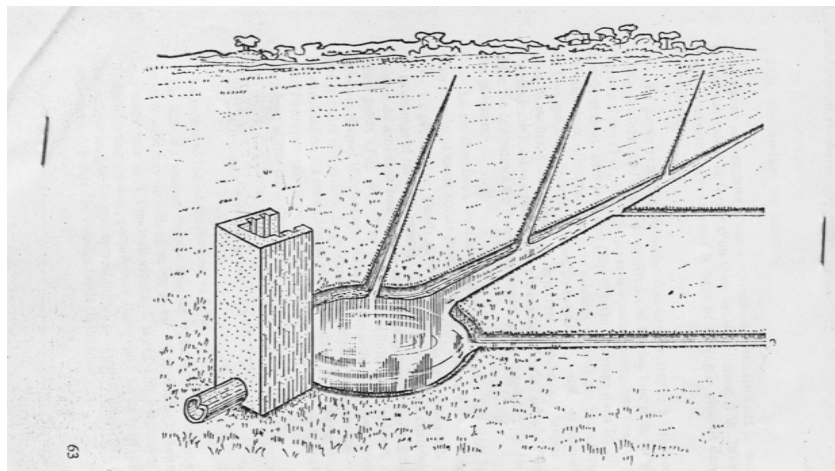
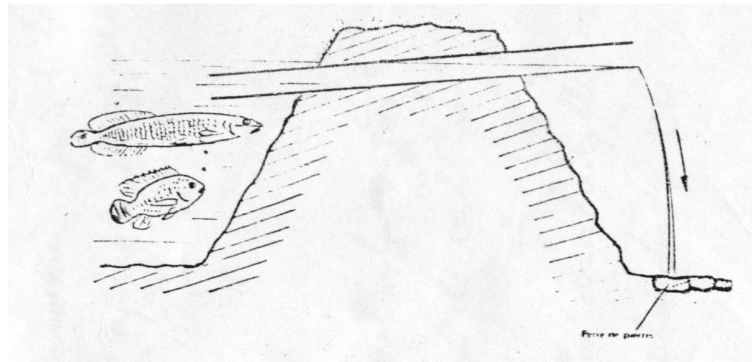


Fig. 12 : Le moine et le drainage de l'assiette d'un étang

### 3.2.3.5. Le déversoir ou le trop plein

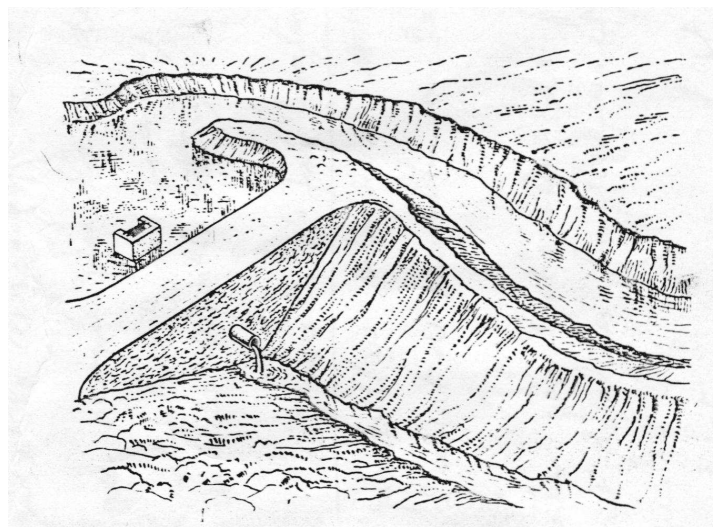
Dans les étangs en dérivation munis d'un moine, l'arrivée de l'eau dans l'étang est contrôlée et le léger filet d'eau qui en sort est évacué par le sommet du moine.

S'il s'agit d'un très petit étang où l'appareil de vidange est un simple tuyau fermé par un bouchon, il faut prévoir un tuyau de trop-plein. On donne à ce tuyau une légère pente vers l'amont de façon à ce que les débris divers qui flottent à la surface de l'eau ne risquent pas de l'obstruer (figure ci-dessous).



*Fig. 13 : Vue du tuyau de trop-plein*

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



*Fig. 14 : Vue d'un déversoir latéral*a. Grille du déversoir

L'étang étant fait pour élever des poissons, il faut donc les empêcher d'en sortir par le déversoir. Ceci peut être réalisé au moyen d'une grille ou écran placé en travers. L'expérience prouve, malheureusement que de tels dispositifs sont plus nuisibles qu'utiles. En cas de crue en effet, les débris divers charriés par l'eau obstruent la grille et annulent l'effet du déversoir. La digue risque alors d'être submergée et de se rompre. Il vaut mieux ne mettre aucun obstacle en travers du déversoir et le maintenir constamment propre. Pour éviter autant que possible les évasions de poissons, on pourra utilement donner au déversoir une largeur telle que la hauteur de la lame d'eau n'excède pas 5 cm.

b. Dimensions du déversoir

La section du déversoir est déterminée d'après le débit maximum du cours d'eau qui alimente l'étang. Ce renseignement est obtenu auprès des services compétents. Une fois cette section déterminée et compte tenu de ce qui est indiqué ci-dessus sur la hauteur maximum de la lame d'eau, on peut déterminer la largeur du fond du déversoir.

On donne en général aux déversoirs une section en forme de trapèze semblable à celle des canaux d'alimentation. S'il s'agit d'un grand étang pour lequel le sommet de la digue est prévu pour le passage des voitures, il faut aménager spécialement le déversoir. On donne alors aux côtés de celui-ci, une pente suffisamment douce pour que les voitures puissent passer dans le déversoir. Si la hauteur de la lame d'eau est limitée comme indiquée ci-dessus, un tel aménagement est très facile et bien plus économique que la construction d'un ponceau.

c. Protection du déversoir

Le déversoir peut être traversé par des courants d'eau animés d'une très grande vitesse, il est donc très important de se prémunir contre les dégâts éventuels d'érosion. Il y a deux précautions essentielles à prendre :

- Le déversoir ne doit pas comporter de chute à l'aval : il faut au contraire lui donner une pente en long régulière.

- Les parois du déversoir doivent être protégées, soit par engazonnement soit par des matériaux solides : pierres, maçonnerie en béton ou simplement de la terre bien compactée.

### 3.2.4.- Le piquetage ou dimensionnement d'un étang

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

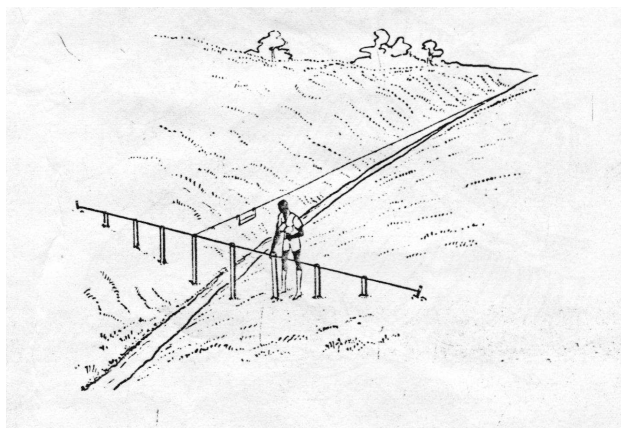


Fig.15A : Piquetage de la digue d'un étang de barrage

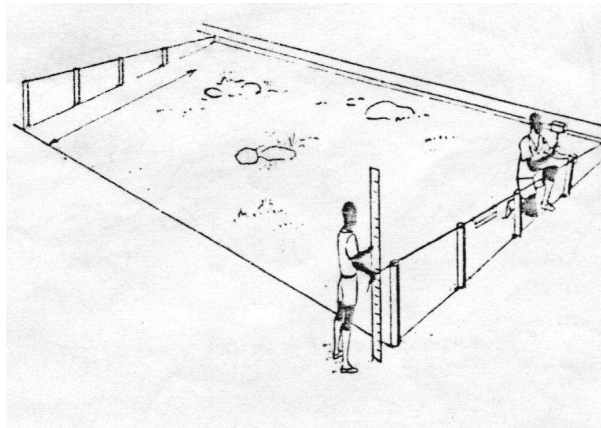


Fig. 15B : piquetage des digues latérales d'un étang

de dérivation.

### 3.2.5.- Les normes d'utilisation des plans d'eau

L'installation d'une unité piscicole aux environs d'un plan d'eau naturel peut entraîner selon le mode de gestion des nuisances graves allant jusqu'à la dégradation de la biodiversité.

En effet, lorsque nous considérons par exemple un enclos piscicole installé dans un plan d'eau, la nourriture artificielle déversée quotidiennement et les engrais minéraux appliqués de façon irrationnelle peuvent entraîner des pollutions organiques. Dans beaucoup de pays d'Afrique comme le Bénin, les plaines inondables sont utilisées pour la pisciculture. De nombreux étangs sur nappes phréatiques y sont construits dans ces zones qui constituent des milieux de reproduction par excellence des poissons. En conséquence le recrutement de ces lacs devient problématique avec pour résultat la diminution de l'abondance de certaines espèces plus sensibles.

L'ensemble de ces actions anthropiques conduit à la dégradation de l'environnement aquatiques et de ces ressources. Au nombre de ces nuisances on peut citer entre autres :

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

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

### **3.2.6. - Les différents types d'étangs**

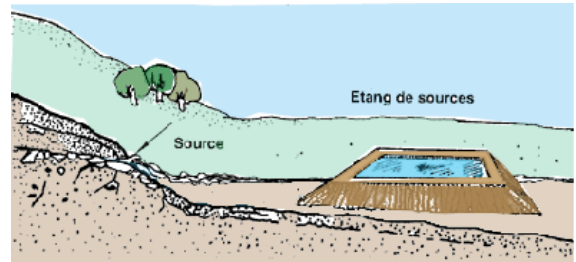
Les étangs piscicoles d'eau douce diffèrent selon l'origine de l'eau d'alimentation, la façon de les vidanger, les matériaux et procédés de construction et, enfin, les méthodes d'exploitation piscicole. Les particularités du site dans lequel ils sont construits déterminent habituellement leurs caractéristiques. Les différents types d'étangs peuvent être décrits comme suit:

#### **3.2.6.1. Selon la source d'alimentation en eau**

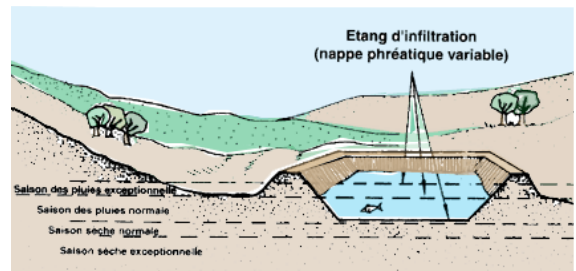
Les étangs peuvent être alimentés par de

## **l'eau souterraine:**

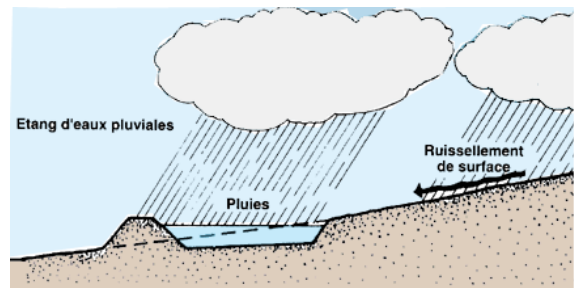
a) Les étangs de sources sont alimentés par des sources situées dans l'étang proprement dit ou à proximité immédiate. L'approvisionnement en eau peut varier durant l'année, mais la qualité de l'eau est habituellement stable.



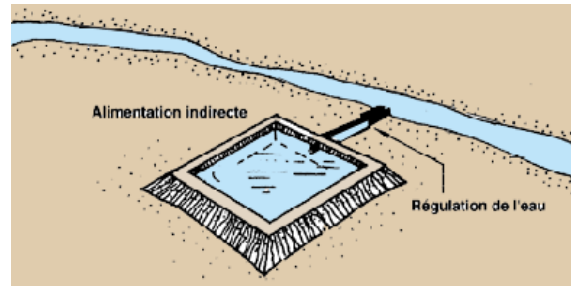
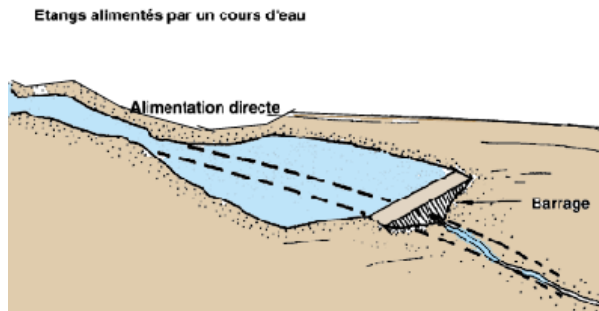
b) Les étangs d'infiltration sont alimentés par la nappe phréatique, par infiltration dans l'étang. Le niveau de l'eau variera avec celui de la nappe phréatique.



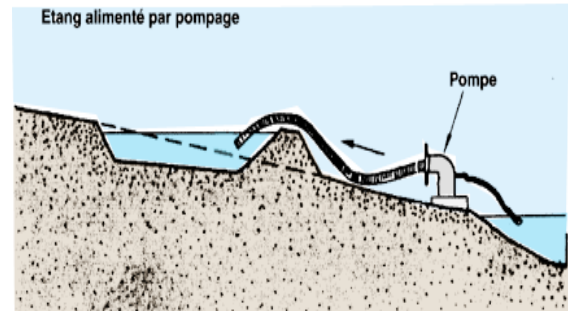
c) **Les étangs d'eaux pluviales** sont alimentés par les eaux de pluie et les eaux de ruissellement et ne reçoivent aucun apport pendant la saison sèche. Ces étangs constituent souvent de petites dépressions dans un sol imperméable, avec une digue construite du côté inférieur pour accroître la quantité d'eau retenue.



Les **étangs peuvent être alimentés par un plan d'eau**, par exemple une rivière, un lac, un réservoir ou un canal d'irrigation. Ils peuvent être alimentés soit **directement** (par exemple les **étangs de barrage**), par écoulement direct du plan d'eau dans les étangs, soit **indirectement** (par exemple les **étangs en dérivation**), des quantités d'eau déterminées pouvant être acheminées par un canal.



d) Les étangs alimentés par pompage sont habituellement situés à un niveau supérieur et peuvent être approvisionnés par pompage de l'eau d'un puits, d'une source, d'un lac, d'un réservoir ou d'un canal d'irrigation.

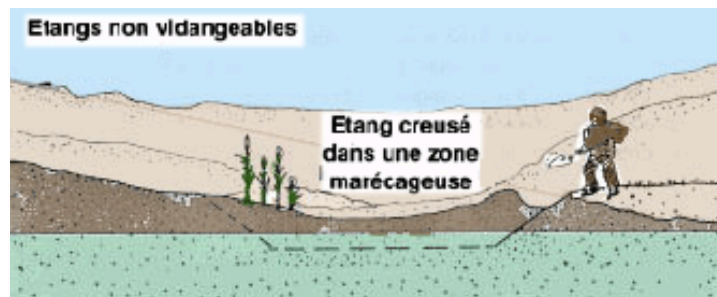


### 3.2.6.2. Selon les moyens de drainage

#### a) Les étangs non vidangeables

Ne peuvent faire l'objet d'un drainage par **gravité**. Ils sont généralement alimentés par des **eaux souterraines** et/ou de **ruissellement de surface**; leur niveau d'eau peut varier selon les saisons. Ces étangs ont principalement deux origines:

Ils peuvent être creusés dans des terrains marécageux sans autre source d'eau que la nappe phréatique.

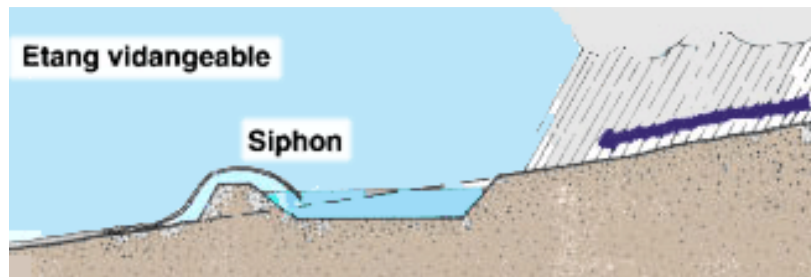


Ils peuvent être le résultat de l'extraction de matériaux tels que graviers, sable ou argile.

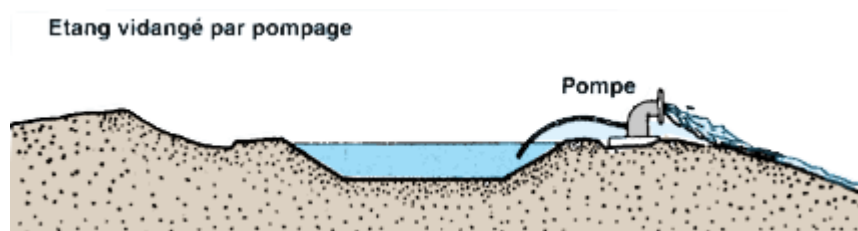


### b) Les étangs vidangeables

Sont situés plus haut que le niveau de drainage de l'eau et peuvent être facilement vidangés par **gravité**. Ils sont généralement alimentés par des eaux de surface, par exemple de ruissellement, d'une source ou d'une rivière, ou encore par pompage.



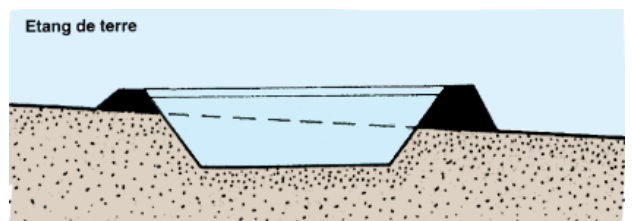
Certains **étangs à vidanger par pompage** peuvent être vidangés partiellement par gravité jusqu'à un certain niveau, puis pompés. D'autres étangs, semblables aux étangs non vidangeables, doivent être entièrement pompés. Ce type d'étang n'est employé que là où l'eau de la nappe phréatique ne se réinfiltré pas trop abondamment.



### 3.2.6.3. Selon les matériaux de construction

#### a) Les étangs de terre

Sont entièrement construits à partir de matériaux tirés du sol. Ce sont les plus courants et ce sont eux que vous étudierez principalement dans ce cours.

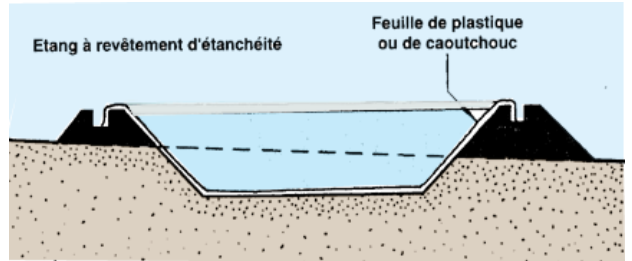
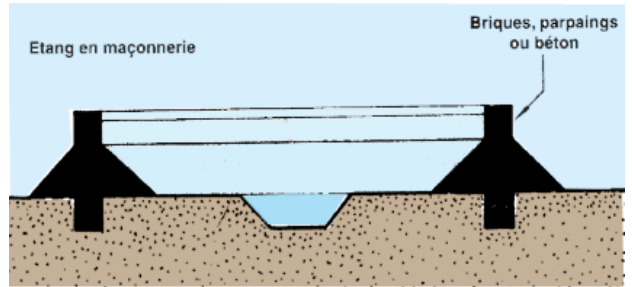


b) Les étangs en maçonnerie sont habituellement entourés de murs de pierre, de brique ou de béton; on utilise aussi parfois des planches ou de la tôle ondulée.

c) **Les étangs à revêtement d'étanchéité** Sont des étangs de terre dont les parois sont garnies d'un matériau imperméable, tel que feuille de plastique ou de caoutchouc.



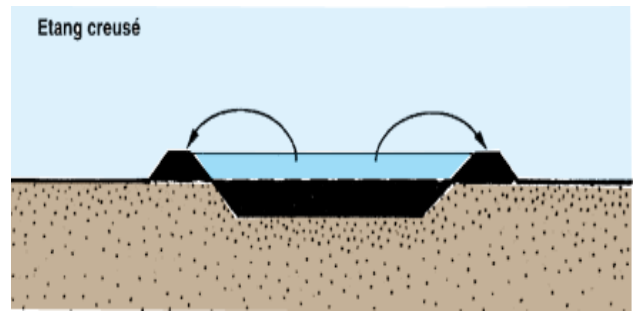
Etangs en revêtement d'étanchéité à



### 3.2.6.4. Selon la technique de construction

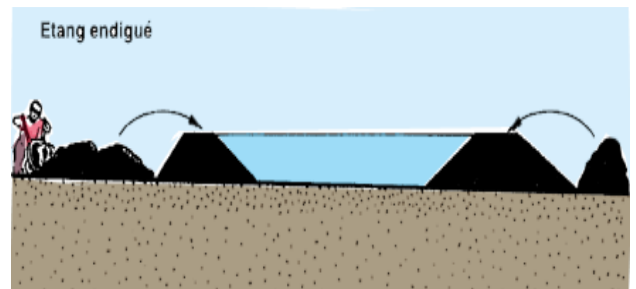
#### a. Les étangs creusés

sont réalisés par excavation du sol sur une certaine surface, de manière à créer une fosse ensuite remplie d'eau. Ils sont habituellement non vidangeables et alimentés par les eaux pluviales, l'eau de ruissellement ou les eaux souterraines.



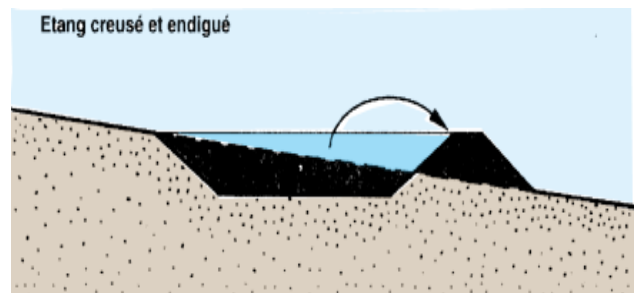
#### b. Les étangs endigués

sont réalisés sans excavation, par construction d'une ou plusieurs digues au-dessus du niveau du sol, de manière à retenir l'eau. Ils sont habituellement vidangeables et alimentés par gravité ou par pompage.



#### c. Les étangs creusés et endigués

Sont réalisés à la fois par excavation du sol et par construction de digues, sur un terrain en pente. Ils sont habituellement vidangeables, et l'eau retenue à l'intérieur des digues est apportée par gravité ou par pompage.



### 3.2.6.5. Selon le type d'utilisation de l'étang

Une ferme aquacole peut posséder plusieurs types d'étangs piscicoles, utilisés respectivement à des fins spécifiques:

- les **étangs à reproducteurs** pour l'élevage des poissons géniteurs;
- les **étangs frayères** pour la production d'œufs et de jeunes alevins;
- les **étangs d'alevinage** pour la production d'alevins de plus grandes tailles;

- les **étangs de stockage** (ou de stabulation) pour conserver le poisson vivant temporairement, souvent avant de le vendre;
- les **étangs de grossissement** pour la production de poisson de consommation;
- les **étangs intégrés** situés à proximité de cultures, d'animaux d'élevage ou d'autres étangs piscicoles dont les déchets sont susceptibles de servir de produits d'alimentation ou de fertilisation;
- Les **étangs d'hivernage** pour garder un stock de poisson vivant pendant la saison froide.

### 3.2.7. Les trois principaux types d'étangs

Comme vous venez de le voir, il existe de nombreux types d'étangs. Ils peuvent être commodément regroupés en trois types principaux selon la façon dont l'étang s'intègre au site.

**Tableau 5 : Trois types d'étangs en fonction de l'intégration au site**

PRINCIPAUX TYPES D'ETANGS	ALIMENTATION EN EAU						VIDANGE			METHODE DE CONSTRUCTION		
	Eaux souterraines		Eaux de surface	Plan d'eau		Eau pompée	Non vidangeable	Vidangeable	Pompage	Etang creusé	Etang endigué	Etang creusé et endigué
	Infiltration	Sources	Pluies et ruissellement	Directement	Indirectement	Origines diverses						
<b>ETANG EN DÉBLAI</b> -Alimentation en eau unique - Toute combinaison d'alimentation	*	*	*		*		*		&	*	&	&
<b>ETANG DE BARRAGE</b> -Sans canal de dérivation -Avec canal de dérivation -En chapelet		&	*	*	*		&	*	&		*	Barrage
<b>ETANG DE DERIVATION</b> -En chapelet -En parallèle			&		*	*		*	&		*	Terrain plat
* = très courant      & = moins courant												

#### 3.2.7..1. Etang en déblai

L'étang en déblai est non vidangeable ou seulement partiellement vidangeable car construit comme un **étang creusé** ou pour utiliser un **creux** ou une dépression du sol, parfois avec **adjonction de digues** pour en accroître la profondeur.

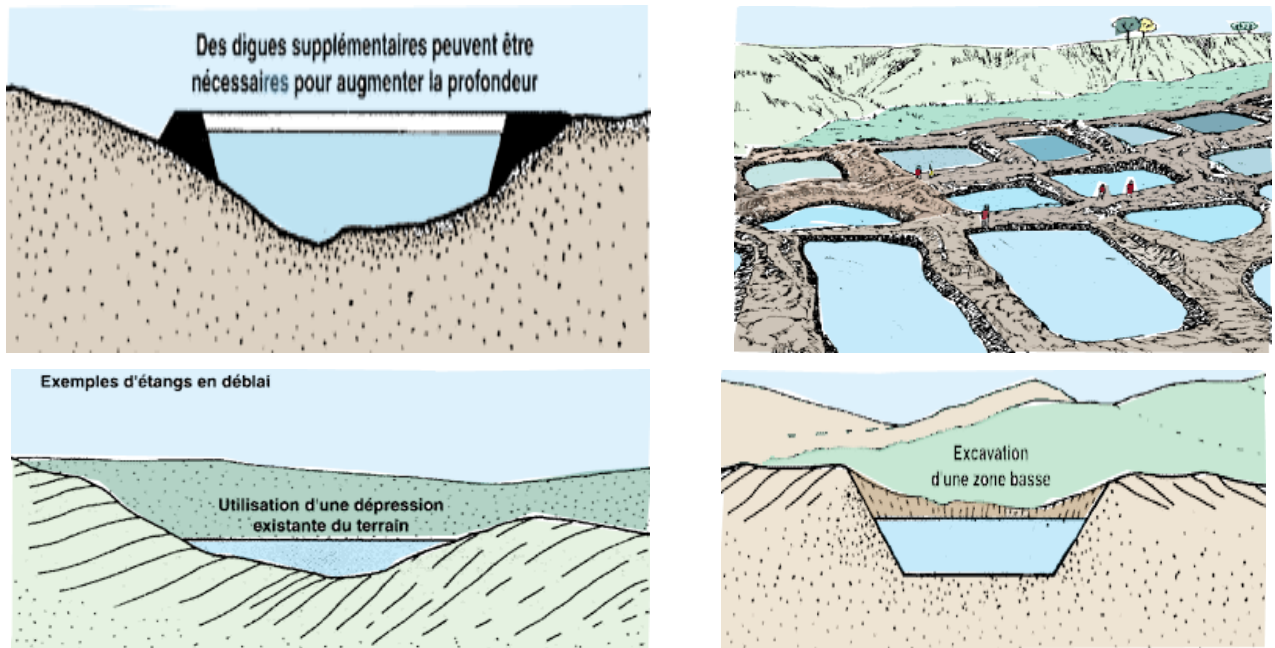
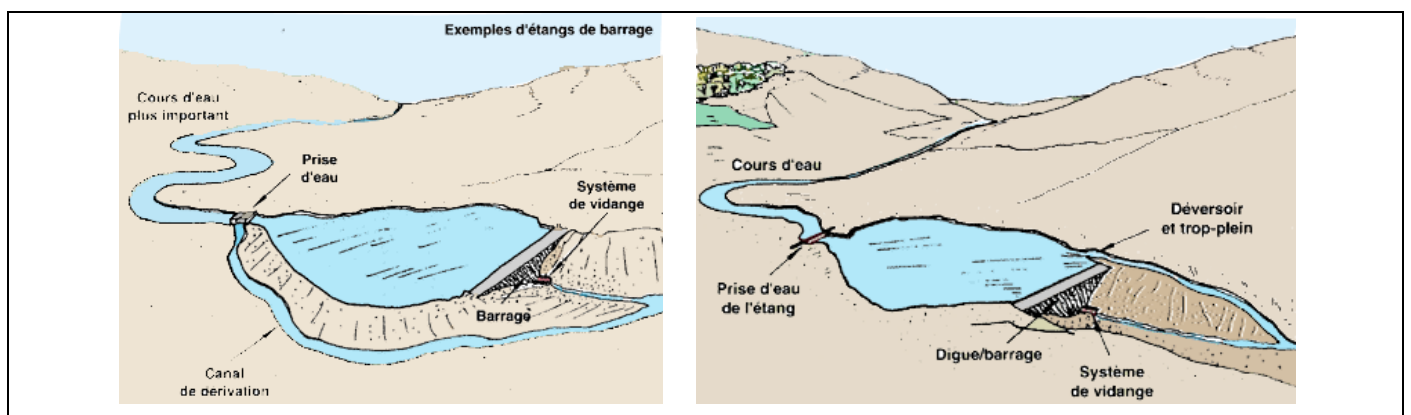


Fig. Etangs de déblai

### 3.2.7.2. Etang de barrage

Il est établi au fond d'une vallée par construction d'une **digue** en travers de la partie basse de la vallée. Les étangs de ce type peuvent être construits en chapelet le long de la vallée. L'étang de barrage peut être vidangé par l'ancien lit du cours d'eau. En cas de crue importante, l'excès d'eau est normalement détourné sur un côté de l'étang, de manière à maintenir dans l'étang un niveau d'eau constant. Un **canal de dérivation** est construit à cette fin; l'alimentation en eau est ensuite réglée par un ouvrage appelé **prise d'eau**. Provenant directement d'une source, d'un cours d'eau ou d'un réservoir voisin, l'eau pénètre dans l'étang en un point appelé **arrivée d'eau** et elle en sort en un point appelé **sortie d'eau**. La protection de la digue contre les crues exige la construction d'un **déversoir**.

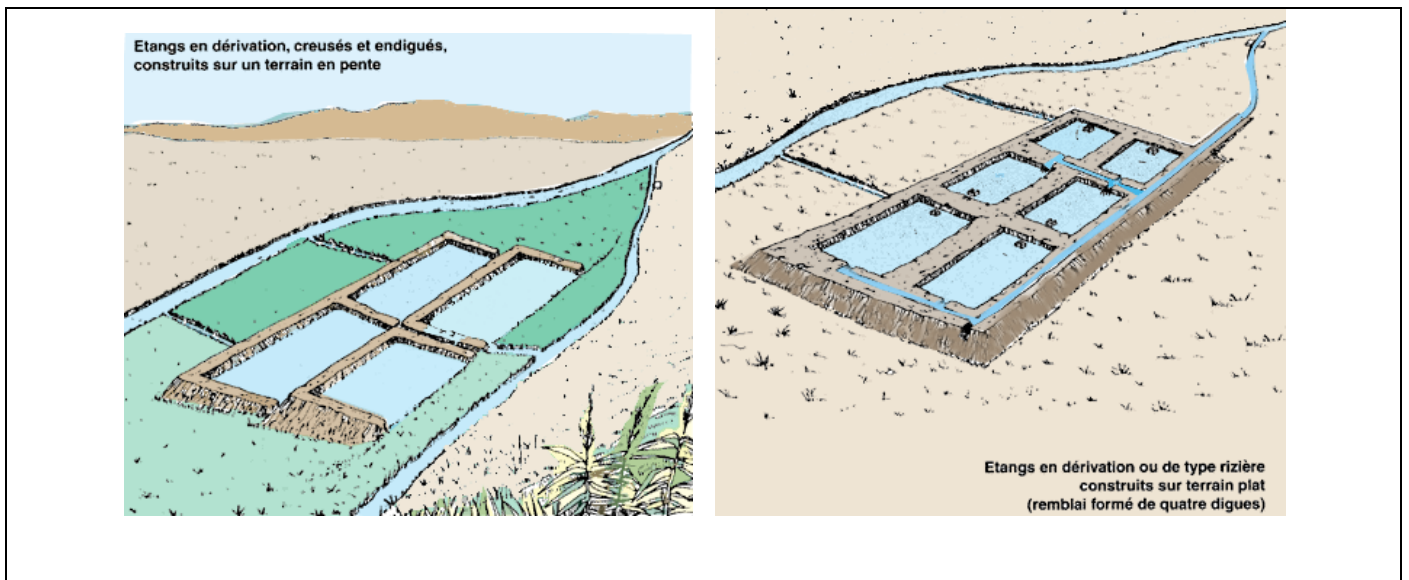


### 3.2.7.3. Etang en dérivation

L'étang en dérivation est alimenté indirectement par gravité\* ou par pompage par un canal de dérivation (qui devient le **canal principal d'alimentation**), à partir d'une source, d'une rivière, d'un lac ou d'un réservoir. Le débit d'eau est contrôlé par une prise d'eau. Chaque étang possède une arrivée d'eau et une sortie d'eau.

L'étang en dérivation peut être construit:

- soit sur un **terrain en pente** comme un étang creusé et endigué;
- soit sur un **terrain plat** comme un étang endigué à quatre digues, appelé **étang de type rizière**.
- Il est habituellement vidangeable par un canal de vidange.



### 3.2.7.4. Avantages et inconvénients de ces types d'étangs

Les avantages ainsi que les inconvénients des trois principaux types d'étangs définis ci-dessous sont résumés au tableau 6. Il importe de se souvenir des points ci-après. Un meilleur contrôle de l'alimentation en eau a pour effet de faciliter la gestion de l'étang, notamment pour la fertilisation de l'eau et l'alimentation du poisson. Un meilleur drainage a également pour effet de faciliter la gestion de l'étang, par exemple au moment de la récolte totale des poissons élevés et lors de la préparation et de l'assèchement du fond de l'étang. Une forme régulière et des dimensions correctes permettent de mieux utiliser un étang à des fins particulières et simplifient sa gestion. Le choix d'un type donné d'étang dépend beaucoup du type d'alimentation en eau disponible et de la topographie du site choisi. Lorsque vous pouvez choisir entre plusieurs types d'étangs, vous devez préférer:

- en premier lieu, les **étangs en dérivation** alimentés en eau par gravité;

- en dernier lieu, les **étangs de barrage** là où existent des crues qui nécessitent de grands canaux de dérivation.

Un **étang de barrage sans canal de dérivation** ne doit, si possible, être construit que dans l'un des cas suivants:

- s'il peut être alimenté par l'eau de ruissellement local et/ou par des sources;
- sur un cours d'eau dont le débit est faible et régulier;
- en aval d'un réservoir, où il sera alimenté par un débit d'eau contrôlé.

Sauf en cas de pompage à très bon marché, vous ne devriez pas compter uniquement sur ce mode de remplissage ou de vidange des étangs. Evitez d'y recourir en cas d'infiltrations excessives vers l'intérieur ou l'extérieur d'un étang.

**Tableau 6 : Avantages et inconvénients des trois principaux types d'étangs**

Type	Avantages	Inconvénients
Etang en déblai	Digues inutiles, sauf pour la protection contre les crues. Pas de plan d'eau nécessaire à l'alimentation en eau. Construction possible par une main-d'œuvre peu qualifiée.	Le niveau d'eau risque d'avoir des variations saisonnières considérables. Exige un travail d'excavation plus important. Non vidangeable; pas de contrôle de l'alimentation en eau, à moins d'installer un système de pompage, qui risque d'être coûteux. Faible productivité naturelle des eaux souterraines. Gestion de l'étang difficile.
Etang de barrage	Simplicité de conception dans le cas de petits cours d'eau. Coûts de construction relativement faibles, sauf en présence de problèmes de protection contre les inondations. La productivité naturelle peut être élevée suivant la qualité de l'eau d'alimentation.	La digue doit être solidement ancrée. Il faut prévoir un déversoir et son canal d'évacuation. Pas de contrôle à l'arrivée d'eau (quantité, qualité, poissons sauvages) Impossible à vidanger entièrement, sauf en cas d'assèchement complet de la source d'alimentation en eau. Gestion de l'étang difficile (fertilisation, alimentation) à cause de l'irrégularité de l'approvisionnement en eau. Forme et dimensions irrégulières.
Etang en dérivation	Facilité de régulation de l'approvisionnement en eau. Possibilité d'une bonne gestion de l'étang. Coûts de construction plus élevés sur terrain plat. Vidange totale possible. Réalisation possible d'étangs de formes et de dimensions régulières.	Coûts de construction plus élevés par comparaison aux étangs de barrage. Productivité naturelle plus faible, surtout lorsque l'étang est construit sur un sol non fertile. Les travaux de construction exigent au préalable des levés topographiques soigneux et un piquetage détaillé.

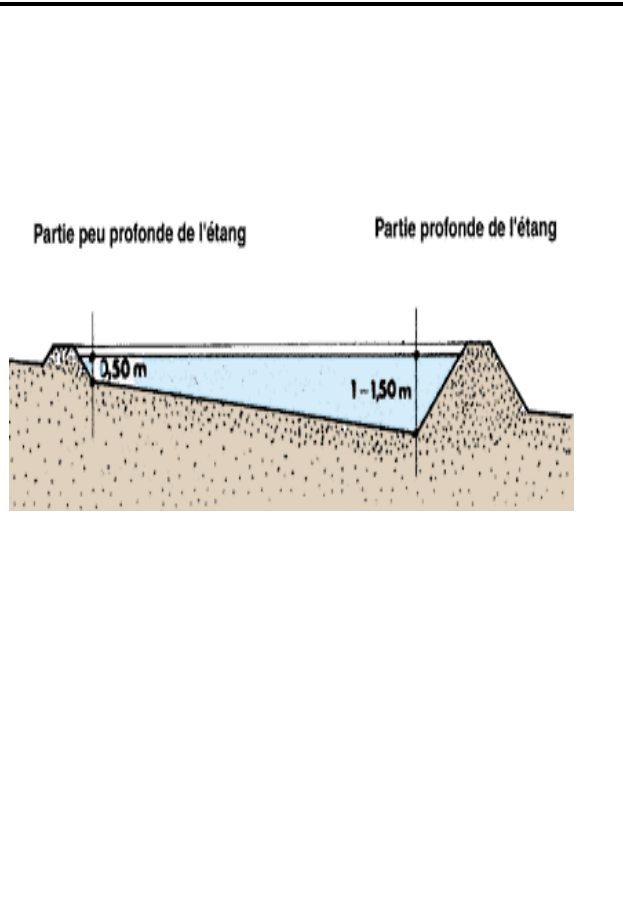
Lorsque l'étang de barrage est construit avec un canal de dérivation, certains des inconvénients qui lui sont propres peuvent disparaître (alimentation en eau contrôlée, absence de déversoir, vidange totale, gestion facilitée).

Toutefois, les coûts de construction risquent d'être considérablement augmentés, s'il faut prévoir la dérivation d'un débit d'eau important.

Les avantages relatifs dépendront de la disposition des étangs, soit en chapelet (gestion de l'étang plus difficile), soit en parallèle (évacuation et alimentation en eau indépendantes, ce qui simplifie la gestion).

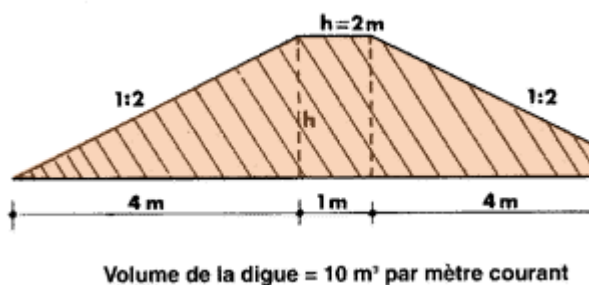
### 3.2.8. Profondeur des étangs piscicoles

Excepté quelques étangs de barrage construits sur des cours d'eau dont les profils longitudinaux sont escarpés, **les étangs piscicoles sont généralement peu profonds**. Leur profondeur maximale n'excède pas ordinairement 1,50 m. La partie la moins profonde devrait avoir au moins 0,50 m afin de limiter la croissance des plantes aquatiques. En région chaude, la profondeur d'eau dans les petits étangs ruraux varie normalement de 0,50 m (partie peu profonde) à 1 m au plus (partie profonde).



Des étangs plus profonds sont d'une construction bien plus coûteuse car le volume des digues augmente rapidement avec la profondeur de l'étang.

#### Volume de digue par mètre de longueur de digue



Toutefois, il est parfois nécessaire d'utiliser des étangs plus profonds:

- dans les régions sèches où vous devez stocker de l'eau pendant toute la saison sèche pour être certain d'en avoir assez pour les poissons;
- dans les régions froides où il peut être nécessaire de permettre aux poissons de se réfugier dans des eaux plus profondes et plus chaudes par temps froid.

**Note:** Pendant la saison froide, mieux vaut parfois tenir à sec les étangs principaux et garder les poissons dans des étangs d'hivernage plus petits et plus profonds. En pareil cas, les étangs principaux peuvent être de construction moins coûteuse. En outre, au printemps, ils se réchaufferont plus rapidement que des étangs profonds.

**Tableau 7 : Caractéristiques d'étangs peu profonds et d'étangs plus profonds**

<b>Etangs peu profonds</b>	<b>Etangs plus profonds</b>
Echauffement rapide de l'eau	Eau profonde plus chaude en saison froide
Importantes fluctuations de température	Stabilité accrue de la température de l'eau
Risques accrus de prédation par les oiseaux	Moins d'aliments naturels disponibles
Croissance accrue de plantes aquatiques	Sennage en eau profonde difficile
Plus petites digues nécessaires	Digues élevées et solides nécessaires

### **3.3. LES BASSINS**

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



Fig. Quelques types de bassins

### 3.4. LES ENCLOS

Les enclos sont installés dans les milieux peu profonds et vaseux des cours et plans d'eau. Ce sont des délimitations de portion d'eau avec des filets enfoncés solidement dans la vase et maintenus en place par des piquets. Le plus souvent l'enclos est constitué par une barrière de bambous entourée d'un filet à petite maille. La hauteur du filet doit dépasser le niveau de l'eau en cas de variation de celle-ci.

Ce dispositif est installé à des endroits peu profonds (1 à 2 m), à l'abri des vents violents. La surface des enclos varie entre 0,5 à 1 ha. Les filets sont enterrés à 50 cm dans la vase ou lesté par le bas pour éviter la fuite des poissons.



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

### 3.5. LES CAGES FLOTTANTES

Les cages sont des enclos semi-mobile que l'on peut installer en eau libre dans les cours d'eau ou retenues naturelles. Leurs surfaces varient de 1 à 100 m<sup>2</sup>. Les cages sont en général maintenues en surface de l'eau par des flotteurs ou bien posés au fond par des pieds. Une cage est constituée d'un montant qui surmonte les filets ou grillage. Voici quelques types de cages utilisés :

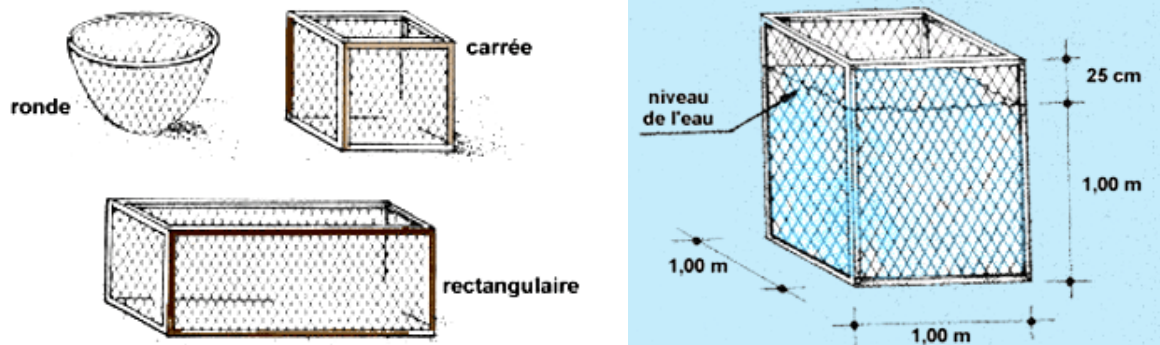


Fig. Types des cages



Fig. (A) Cages flottantes au CEFORDA/UCG (R.D.Congo)



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

## CHAPITRE IV

### L'APPROVISIONNEMENT EN EAU D'UNE INSTALLATION PISCICOLE

L'eau est le milieu de vie des poissons. Elle doit être disponible en quantité suffisante et de bonne qualité pour assurer les fonctions vitales de ceux-ci.

La quantité et la qualité de l'eau peuvent affecter le choix d'un site de pisciculture ainsi que le choix de l'espèce à élever.

#### **4.1- LA QUANTITE DE L'EAU**

Certains systèmes d'élevage sont moins exigeants en eau que d'autres ; c'est le cas des circuits fermés qui requièrent de plus faibles quantités que les systèmes d'élevage en étang ou en bassin. Ceux-ci nécessitent des quantités d'eau importantes et constantes au cours de l'année de même qu'un approvisionnement facile pour satisfaire les pertes liées à l'évaporation et l'infiltration dans le sol.

En général, pour un étang nouvellement construit, les besoins en eau sont élevés car les digues et le fond de l'étang absorbent beaucoup d'eau. Par la suite les besoins dus à l'infiltration diminuent ; ceux liés à l'évaporation étant fonction des facteurs climatiques de la région (ensoleillement, température, humidité de l'air, etc.).

Dans les études de faisabilité technique il est important de prospector le site et de s'assurer de la disponibilité de l'eau toute l'année. Pour cela il faut :

- consulter les données de pluviométrie,
- se renseigner sur la durée de la saison sèche et de la saison pluvieuse,
- se renseigner sur les sources d'eau potentielles de la localité (eaux souterraines, fleuves, rivières, barrages, lacs, lagunes, marécages, etc.),
- se renseigner sur l'écoulement et la pérennité de ces eaux,
- prospector le niveau de la nappe phréatique dans le cas des trous à poissons.

La prospection doit être réalisée à différents moments de l'année (saison des pluies, saison sèche, crue, décrue) pour s'assurer du niveau d'eau le plus bas et le plus élevé.

## **4.2- LES SOURCES D'EAU**

L'eau alimentant une installation de pisciculture peut provenir de diverses origines et peut aussi être la combinaison de différentes sources.

### a- Les eaux souterraines

Elles sont à priori, idéales pour l'alimentation des fermes piscicoles. En effet,

- 1 . leur qualité et leur disponibilité sont plus constantes que celles des eaux de surfaces,
1. elles sont exemptes de poissons nuisibles et de parasites,
2. elles sont moins polluées avec une température stable.

Cependant les eaux souterraines peuvent comporter un certain nombre d'inconvénients à savoir :

1. la contamination des nappes peu profondes par les engrais chimiques ou organiques de l'agriculture ou des fosses septiques,
2. elles sont dépourvues d'oxygène et nécessite une aération artificielle,
3. la présence de gaz toxiques comme le sulfure d'hydrogène, le méthane et le CO<sub>2</sub>,
4. peut contenir du fer,
5. dans les régions calcaireuses sa dureté est trop élevée (riche en calcium).

On distingue deux sortes d'eaux souterraines :

- les sources qui surgissent lorsqu'une fissure apparaît dans une couche géologique imperméable. L'avantage est qu'elles ne nécessitent pas de pompage
- et les puits qui peuvent être de deux sortes : les puits artésiens (attention eau salée, thermiques) et les puits creusés.

### b- Les eaux de surface

Elles sont de deux sortes :

- les eaux douces de surface qui comprennent les rivières, les fleuves, les canaux, les lacs naturels, les barrages, etc.
- les eaux saumâtres et marines

### c- Les sources d'eaux alternatives

Ce sont :

- les eaux de pluies (faire attention car elles sont souvent acides et non tamponnées),

- l'eau de ville (faire attention car elle contient de l'hypochlorite de soude = NaOCl),
- les eaux chaudes industrielles (exemple de celles de la centrale électrique de Tihange en Belgique par où elles sont mélangées à de l'eau de puits plus froide pour élever les poissons tropicaux).
- Les eaux recyclées qui sont des eaux utilisées pour d'autres objectifs comme l'irrigation (agro-pisciculture) ou qui ont déjà servi à alimenter des bassins d'élevage.

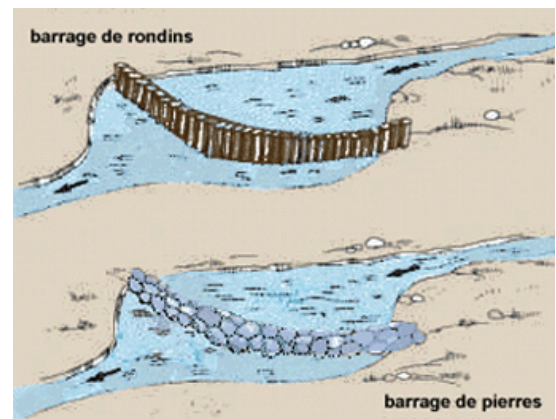
### 4.3- L'AMENEE D'EAU A L'EXPLOITATION

#### 4.3.1- Elévation du niveau de la source d'eau

Si le cours d'eau qui alimente vos étangs n'est pas nettement plus élevé que ces derniers, il peut être difficile d'y faire s'écouler l'eau.

En construisant un barrage, vous pouvez faire monter le niveau de l'eau dans le cours d'eau pour que l'eau s'écoule plus facilement dans vos étangs.

Vous pouvez construire un barrage simple à l'aide de branches entrelacées, de rondins, de pierres ou de blocs de rocher disposés au fond du cours d'eau.



Un barrage ne retient pas toute l'eau d'un cours d'eau. Selon la façon dont il est construit, il retient une partie de l'eau et en laisse passer une autre partie, à travers ou par-dessus sa structure. Si les branches d'arbres, les rondins ou les pierres sont assemblés étroitement, le niveau d'eau derrière le barrage

Si les branches, les rondins ou les pierres ne sont pas assemblés étroitement, le niveau d'eau derrière le barrage sera moins élevé.

Si vous construisez un barrage et qu'il laisse passer trop d'eau, vous pourrez retenir plus d'eau en ajoutant des branches, des rondins

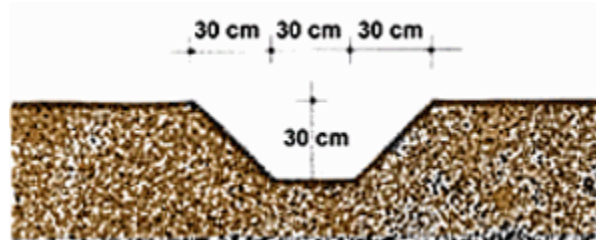
sera plus élevé.

ou des pierres.

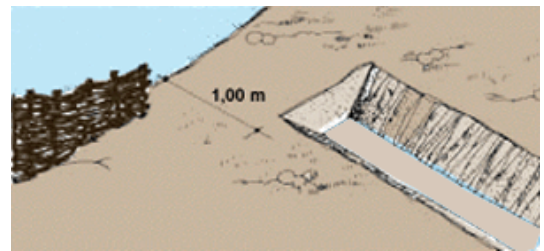
### 4.3.2- Creusement d'un canal d'alimentation

Lorsque la nappe d'eau derrière le barrage que vous avez construit aura atteint son niveau le plus élevé, vous devrez creuser un canal d'alimentation pour amener l'eau à vos étangs.

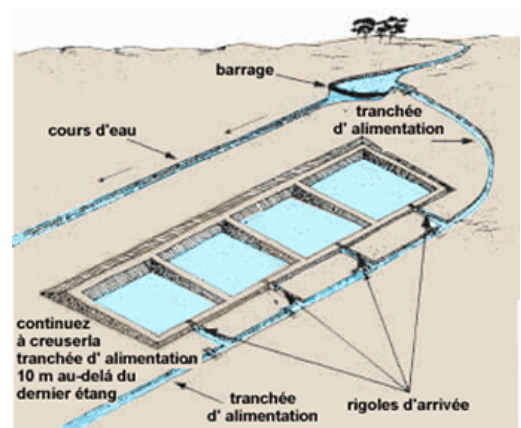
Commencez par creuser le canal d'alimentation immédiatement derrière le barrage, là où l'eau est la plus profonde. Creusez-la cependant de manière que l'eau du cours d'eau ne s'écoule pas dans le canal.



Pour cela, commencez le canal à environ 1 m du bord de l'eau. Quand vous serez prêt à mettre vos étangs en eau, vous pourrez retirer cette bande de 1 m et l'eau s'écoulera dans le canal. Le canal doit longer le côté le moins profond de vos étangs et aller dans la même direction que le cours d'eau qui vous alimente.



Le canal devrait être en pente très douce. Vous pouvez vous aider d'une planche droite et d'un niveau de maçon pour creuser votre canal. Lorsque vous atteindrez votre étang le plus élevé, le canal devrait se trouver près de l'arrivée d'eau. Continuez à creuser votre canal d'alimentation jusqu'à ce que vous atteigniez votre étang le plus bas. Quand le canal d'alimentation aura dépassé l'extrémité de l'étang le plus bas, continuez de le creuser en pente sur 10 m environ. Ramenez-le ensuite doucement vers la surface du sol. De cette manière, lorsque vous mettrez vos étangs en eau, l'eau en excédent s'écoulera au niveau du sol. Maintenant, creusez une tranchée pour faire communiquer l'arrivée d'eau de chaque étang avec le canal



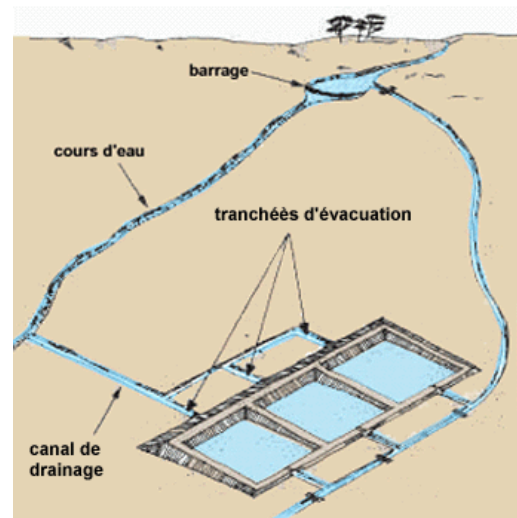
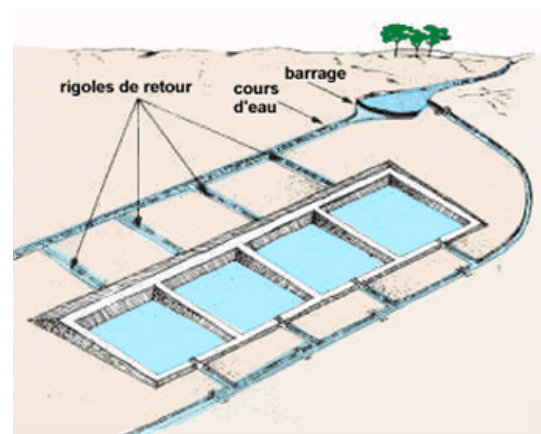
d'alimentation. Maintenez le niveau du fond horizontal.

### 4.3.3- Creusement d'un canal de drainage ou 'évacuation

Vous devrez également creuser un ou plusieurs canaux pour renvoyer l'eau au cours d'eau quand vous vidangerez vos étangs. C'est ce qu'on appelle des canaux de drainage ou d'évacuation. Vous les creuserez en tenant compte de l'emplacement de vos étangs et de leur distance par rapport au cours d'eau. Essayez de choisir le trajet le plus court et le plus facile pour renvoyer l'eau au cours d'eau. Si vos étangs sont près du ruisseau, la manière la plus simple d'y ramener l'eau est de creuser un canal de drainage reliant directement l'évacuation de chaque étang au cours d'eau. Vous pouvez également utiliser un seul canal pour deux étangs.

Si vos étangs ne sont pas proches du cours d'eau, ou si vous ne pouvez pas creuser un canal droit jusqu'à celui-ci, ne creusez qu'un seul canal de retour le long du côté évacuation de vos étangs; ce canal recueillera l'eau de tous les étangs. Commencez ce canal à la sortie de votre étang le plus élevé. Le canal doit dépasser l'évacuation de l'étang le plus bas et retourner ensuite au cours d'eau.

A présent, creusez une tranchée reliant l'évacuation de chaque étang au canal de drainage.



#### 4.3.4-Commande de l'alimentation en eau de votre canal d'alimentation

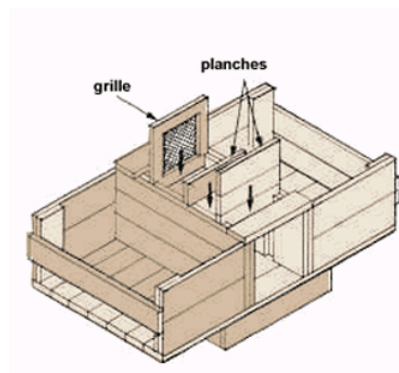
Une fois que vous aurez creusé vos canaux et tranchées, vous devrez pouvoir commander le débit de l'alimentation de votre canal d'alimentation. Par la suite, vous apprendrez à alimenter en eau chacun de vos étangs à partir du canal d'alimentation.

Pour régler le débit de l'eau dans votre canal d'alimentation d'aménée vous pouvez construire une vanne.

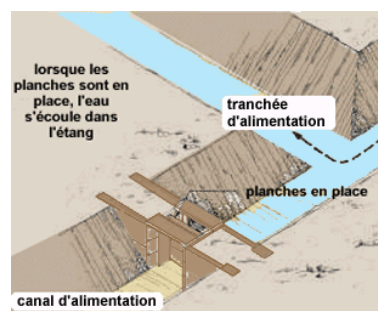
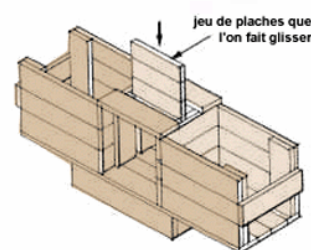
Cette vanne présentera trois rainures dans chaque paroi. Deux de ces trois séries de rainures recevront des planches et la troisième une grille destinée à arrêter les poissons indésirables.

Construisez cette vanne en amont du canal d'alimentation, juste derrière la bande de 1 m de terre que vous avez laissée au bord de l'eau lorsque vous avez commencé à creuser ce canal. Le dessin ci-contre vous montre comment construire une vanne en bois pour le canal d'alimentation du cours d'eau. Tassez de la bonne terre argileuse entre les planches pour que l'eau ne puisse pas fuir au travers.

Mais vous ne placerez la grille que lorsque vous serez prêt à utiliser la vanne. Mettez-la de côté pour éviter de la casser. Maintenant, creusez la bande de terre que vous aviez réservée à 1 mètre du bord de l'eau. Le canal se remplira d'eau jusqu'aux planches en bois de la vanne. Introduisez le panneau de planches dans la rainures pour diriger la totalité de l'eau vers un étang, ou retirez les planches pour laisser toute l'eau s'écouler plus bas le long du canal d'alimentation vers un autre étang. Par la suite, lorsque vous aurez construit vos étangs et creusé le canal d'alimentation, vous pourrez contrôler le débit de l'arrivée d'eau dans vos étangs en retirant des planches de la vanne. Pour mieux contrôler l'arrivée d'eau dans chaque étang, vous pouvez construire des vannes plus petites dans le canal d'alimentation en aval de



COMMENT CONSTRUIRE UNE VANNE EN BOIS POUR UNE ARRIVÉE DANS UN ÉTANG



Vous pouvez également ajuster les planches de chaque vanne en sorte qu'une partie de l'eau soit dirigée vers un certain étang, tandis que le reste s'écoulera plus bas pour alimenter les autres étangs. Pour cette vanne vous n'avez besoin que d'un panneau de planches, ainsi

chaque tranchée d'alimentation, comme que vous pouvez le voir sur l'illustration ci-indiqué sur l'illustration. dessus.

## **CHAPITRE V**

### **QUALITE ET NORMES DES MILIEUX AQUACOLES**

#### **5.1- L'eau**

La production contrôlée de poisson est largement influencée par des variables physiques et chimiques ( $T^\circ$ , pH,  $O_2$ , Nitrites, Nitrates, etc.). Dans l'eau de pisciculture, ces variables sont impliquées dans une série de réactions chimiques. Aussi, l'élevage lui-même exerce un effet sur le milieu à travers la respiration des organismes et la production de métabolites comme l'ammoniac ( $NH_3$ ) et le dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) qui réagissent avec les constituants déjà présents dans l'environnement, provoquant des séries de réactions. Il en résulte que les poissons vivent dans une sorte de <<*soupe chimique*>>.

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

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

#### **5.1.1- Les variables physiques**

##### **1- La température**

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

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

Mais on distingue des espèces tolérantes pouvant survivre et croître dans une gamme très large de température (Cyprinidés, percidés). Ce sont des *eurythermes*. D'autres sont peu tolérantes aux fluctuations de température. Ce sont des *sténothermes*. Chaque espèce possède ses propres courbes de croissance et de survie (voir figure ci-dessous du préférendum de croissance). En général les poissons tropicaux tolèrent des températures entre 20 et 30°C.

La température optimale de croissance est souvent aussi celle de survie. De chaque côté de cette valeur optimale le stress affecte la résistance des poissons aux maladies. En pratique, on cherche donc les sites où les exigences thermiques de l'espèce considérée sont les mieux rencontrées.

Notons enfin que la température de l'eau peut affecter l'efficacité et/ou la toxicité de nombreux traitements prophylactiques.

## **2- La salinité**

La salinité est la mesure de la concentration en ions dissous dans l'eau et principalement le sodium ( $\text{Na}^+$ ) et les chlorures ( $\text{Cl}^-$ ). Elle est exprimée en g/l ou en ‰. On trouve aussi en quantité significative des ions magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ), calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), sulfate ( $\text{SO}_4^-$ ) et des bicarbonates ( $\text{HCO}_3^-$ ).

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

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

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

## **3- La turbidité et matières en suspension**

La turbidité de l'eau résulte des substances dissoutes et en suspension dans l'eau comme l'argile, les substances humiques, la vase, le plancton, les composés colorants, etc. Une turbidité excessive peut être néfaste en pisciculture si le système est ouvert. A des concentrations élevées, les branchies des poissons, et en

particulier celles des petits poissons, risquent de se colmater provoquant l'asphyxie. De plus la sédimentation dans les bassins devient excessive et les systèmes de filtration éventuels se bouchent. La turbidité peut être évaluée par le degré de pénétration de la lumière dans l'eau qui se mesure au moyen du disque de Secchi. Une eau turbide n'est pas bien pénétrée par la lumière.

Les poissons d'eau froide ne supportent pas une exposition de 3 à 4 heures à des teneurs en matières en suspension comprises entre 0,5 et 1 g/l. Des concentrations en matières en suspension de 25 à 80 mg/l n'affectent pas de manière significative la productivité des élevages, mais 80 mg/l est déjà une valeur maximale. Certaines espèces comme *Clarias gariepinus* sont par contre plus tolérantes et supporter des concentrations de 100 g/l de matières en suspension pendant longtemps.

#### **4- La couleur de l'eau**

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

### **5.1.2- Les variables chimiques**

#### **1- L'oxygène dissous**

L'oxygène dissous, comme la température, contrôle le métabolisme des poissons. Il intervient directement dans la respiration du poisson. Il s'agit d'un facteur pouvant limiter les possibilités d'élevage. Cependant à l'inverse de la température, ce facteur est plus aisément ajustable par exemple en utilisant divers systèmes d'aération. Bien que l'atmosphère contienne 21% d'O<sub>2</sub>, celui-ci est peu soluble dans l'eau. L'eau ne contient que de faibles quantités d'oxygène disponible pour la respiration des poissons. Un point essentiel en élevage est de maintenir les taux de concentration d'oxygène aux niveaux nécessaires pour les poissons (métabolisme de base, activités de nage, agitation due au nourrissage, période de digestion, état de stress). Ces besoins sont différents selon les espèces et les stades d'évolution des poissons. Il existe des seuils en dessous desquels la survie des animaux est

mise en péril. Les effets sont d'autant plus marqués que la chute de la teneur en O<sub>2</sub> est rapide.

L'eau s'enrichit en O<sub>2</sub> de différentes façons :

- par diffusion de l'O<sub>2</sub> entre l'eau et l'atmosphère,
- par la photosynthèse des végétaux qui relâche de l'O<sub>2</sub> dans le milieu,
- par le refroidissement de l'eau qui augmente le taux de saturation.

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

- l'augmentation de la température provoque un accroissement du métabolisme des animaux (poïcilothermes) et donc de la demande en O<sub>2</sub>.  
Ce qui entraîne une diminution du taux de saturation.

À 15°C, 1 litre d'eau renferme 7,1 cm<sup>3</sup> d'O<sub>2</sub>

À 20°C, 1 litre d'eau renferme 6,4 cm<sup>3</sup> d'O<sub>2</sub>

À 30°C, 1 litre d'eau renferme 5,5 cm<sup>3</sup> d'O<sub>2</sub>

- La diminution de la pression atmosphérique et de l'altitude qui agit sur échanges entre l'air et l'eau, diminuant la solubilité de l'O<sub>2</sub>,
- La dégradation de la matière organique consommatrice d'O<sub>2</sub> (déjections des poissons, etc.),
- La solubilité de l'O<sub>2</sub> dans l'eau diminue avec l'augmentation de la salinité,
- La respiration nocturne des végétaux présents dans l'eau, avec des risques particuliers lors de phénomène de blooms planctoniques.

La teneur d'une eau en O<sub>2</sub> dissous s'exprime en mg/l ou ppm, ou encore en % de saturation et est mesurée par titration par la méthode de Winkler ou au moyen d'un oxymètre.

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

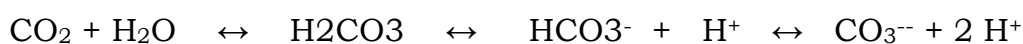
d'O<sub>2</sub>. Cependant pour l'ensemble des espèces, on considère que les conditions optimales de croissance-survie ne sont atteintes que lorsque la saturation de l'eau en O<sub>2</sub> est proche de 90 %.

Lorsque le taux d'O<sub>2</sub> dissous est insuffisant, les poissons compensent ce manque par une augmentation de la fréquence de ventilation des branchies et en absorbant l'oxygène plus concentré dans le film à la surface de l'eau. Si le taux d'O<sub>2</sub> décroît encore le métabolisme ralentit nettement lorsqu'on atteint le taux d'oxygène critique.

Gestion : Lorsque la concentration en O<sub>2</sub> dissous est trop faible la demande en O<sub>2</sub> peut être réduite en enlevant une partie du stock de poissons du système d'élevage, en éliminant les matières organiques ou simplement en augmentant le taux de renouvellement d'eau. Mais les procédés les plus simples et les plus fréquemment utilisés en aquaculture sont : les aérateurs mécaniques, l'air sous pression ou l'O<sub>2</sub> pur.

## **2- L'alcalinité totale ou la dureté temporaire**

L'alcalinité totale est définie comme la quantité totale de bases tritables dans l'eau exprimées en mg/l d'équivalent de CaCO<sub>3</sub>. Les ions principaux contribuant à l'alcalinité sont les carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) et les bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), mais aussi, dans une moindre mesure, les hydroxydes (OH<sup>-</sup>), NaOH, les silicates, et les phosphates. C'est la dureté temporaire. L'alcalinité permet de mesurer la capacité d'une eau à neutraliser les acides et donc à maintenir un pH stable. C'est le pouvoir tampon de l'eau.



Acide carbonique

Bicarbonates

Carbonates

L'apport de CO<sub>2</sub> provoque le déplacement de l'équilibre vers la gauche. Il se fait un appel de HCO<sub>3</sub> et donc une mise en solution de carbonates. Par contre l'élimination du CO<sub>2</sub> provoque le processus inverse (vers la droite) jusqu'à l'obtention d'un nouvel équilibre. De telles eaux riches en carbonates et bicarbonates sont à même de défendre leur pH, ce sont des milieux stables favorables à la faune et la flore. Elles sont tamponnées.

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

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

### **3- La dureté totale**

La dureté totale correspond à la somme des concentrations en ions métalliques exprimée en équivalents de  $\text{CaCO}_3$ . Les principaux ions sont le calcium et le magnésium. Les eaux les plus productives sont celles présentant des duretés totales et des alcalinités totales comparables. Une eau contenant de 75 à 150 mg/l de  $\text{CaCO}_3$  est considérée comme modérément dure. Pour l'élevage en eau douce, la dureté doit être comprise entre 20 et 300 mg/l. de  $\text{CaCO}_3$ .

Gestion : Lorsque la dureté totale dans un système d'élevage est trop faible, elle peut être augmenté par adjonction de chaux ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Cette opération renforce à la fois la dureté et l'alcalinité totale de l'eau. Lorsque l'on souhaite accroître la dureté et pas l'alcalinité, on utilise du sulfate de calcium ou du Chlorure de calcium. Il est difficile de réduire la dureté et l'alcalinité lorsque celles-ci sont trop élevées. L'alcalinité peut être réduite en augmentant le renouvellement de l'eau et la dureté par l'adjonction d'eau plus douce.

### **4- Le pH**

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

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

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

initialement utilisée, de la lumière, de l'O<sub>2</sub>, de la température, de la photosynthèse, de l'importance de la population de l'étang, etc.

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

- le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Dans les étangs, le phytoplancton et les autres organismes végétaux consomment le CO<sub>2</sub> pendant la phase de photosynthèse provoquant ainsi une augmentation du pH au cours de la journée et une diminution la nuit.  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$  (Baisse le pH)
- la réserve alcaline (principalement la dureté temporaire). C'est d'elle que dépend la défense contre l'acidification.
- La présence des acides faibles. Il s'agit en particulier des acides humiques.

La diminution du pH dans l'environnement du poisson produit, par une série de mécanismes physiologiques, une acidification du sang et des globules rouges, qui elle-même provoque une réduction de l'affinité de l'hémoglobine pour l'O<sub>2</sub>. Il en résulte une diminution des capacités du sang à transporter l'oxygène vers les tissus. Ce qui entraîne une réduction du métabolisme et des capacités maximales de croissance du poisson.

Les poissons doivent être adaptés progressivement à des changements de pH importants. Des variations brutales du pH peuvent en effet provoquer des mortalités. Mais l'effet du pH varie en fonction du stade de développement des espèces et en fonction d'éléments potentiellement toxiques comme l'ammoniac.

Gestion : Le pH peut être contrôlé par addition de bicarbonate de soude (NaHCO<sub>3</sub>) ou par une aération vigoureuse (expulsion du CO<sub>2</sub>).

### **5- Le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)**

Le dioxyde de carbone est un constituant normal des eaux naturelles. Il diffuse de l'atmosphère vers la surface de l'eau et provient de la respiration des poissons et de l'oxydation biologique de composés organiques (bactéries hétérotrophes).

Il est transporté dans le sang des poissons principalement sous forme de bicarbonate. Le bicarbonate est transformé en CO<sub>2</sub> par l'action d'enzymes au niveau des branchies.

Si la concentration en CO<sub>2</sub> de l'eau environnante augmente, le pH diminue, et le gradient nécessaire à la diffusion du CO<sub>2</sub> à travers les branchies diminue. La concentration du CO<sub>2</sub> du sang augmente et le pH diminue ce qui provoque une diminution de l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène. Il en résulte une réduction des capacités du sang à transporter l'oxygène vers les tissus.

Pour cette raison on observe une réduction du métabolisme et des capacités maximales de croissance du poisson.

On peut même enregistrer un stress respiratoire alors que le taux d'oxygène paraît suffisant.

Le pH d'une eau saturée en CO<sub>2</sub> dépend de la température, la salinité et l'alcalinité. Lorsque l'on connaît la valeur de ces 3 derniers facteurs, on peut calculer la concentration en CO<sub>2</sub> en utilisant une table. La constante donnée par ce tableau à double entrée est multipliée par l'alcalinité pour obtenir la concentration en CO<sub>2</sub>.

Le CO<sub>2</sub> n'est pas particulièrement toxique pour les poissons puisque certaines espèces comme *Ictalurus punctatus* supportent des concentrations de 50 ppm pourvu que le taux d'oxygène soit suffisant. Cependant les valeurs maximales recommandées sont de 10-15 ppm.

Gestion : Eviter les charges trop élevées en raison de la respiration des poissons pouvant élever le CO<sub>2</sub>. Les concentrations excessives de CO<sub>2</sub> peuvent être réduites par une bonne aération de l'eau.

## **6- Composés azotés**

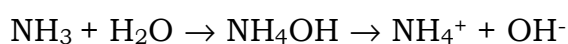
Dans les systèmes de production, lorsque la température et le taux d'oxygène dissous sont optimums, les composés azotés peuvent constituer un facteur limitant. La source principale d'azote (>90%) en aquaculture est constituée par l'aliment (acides aminés) à travers les processus métaboliques des poissons (+ excrétion azotée du métabolisme standard : turne over) et les déchets organiques (aliments non consommés, fèces). Les composés azotés principaux rencontrés en milieu d'élevage sont la forme gazeuse (N<sub>2</sub>), l'ammoniac non ionisé (NH<sub>3</sub>), l'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) les nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) et les nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

**Tableau 8 : Principaux composés azotés présents dans les systèmes d'élevage (d'après Lawson, 1995).**

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

L'azote gazeux diffuse rapidement de et vers l'atmosphère. Il est plus soluble que l'oxygène. Sa concentration diminue lorsque la température et la salinité augmentent. En milieu d'élevage, sa concentration est généralement comprise entre 10 et 20 mg/l. L'azote est un gaz inerte, mais en situation de sursaturation, il peut provoquer des problèmes d'embolie gazeuse (bubble disease).

L'ammoniac est produit à travers la conversion biologique des matières organiques grâce au processus d'ammonification. L'ammoniac est aussi le produit principal du catabolisme des protéines excrété à travers les branchies par les poissons et les invertébrés. L'ammoniac résulte aussi de la décomposition de l'urée, des fèces et de la nourriture non consommée. En solution aqueuse, les ions ammonium et l'ammoniac sont en équilibre selon l'équation :

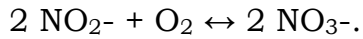


Dans les étangs d'élevage, une grande partie de l'ammoniac-ammonium est rapidement assimilée par le phytoplancton et les macrophytes. La partie non-

assimilée est oxydée au cours d'un processus en 2 étapes (nitrification). La première étape est l'oxydation de l'ammoniac-ammonium en nitrites par les bactéries *Nitrosomonas* sp :



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



Lorsque le plancton meurt, l'ammoniac est remis en solution par minéralisation.

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

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

Les nitrates et les nitrites peuvent être réduits par un processus appelé la dénitrification. Certaines bactéries anaérobies peuvent réduire les nitrates en nitrites puis en ammoniac, mais plus généralement, les nitrates sont réduits en N<sub>2</sub> et NO<sub>2</sub>. En situation anaérobie (ex : vase), la dénitrification des nitrates peut provoquer une forte hausse de la concentration en nitrites.

### **a) L'ammonium**

L'ammoniac-ammonium est présent dans l'eau sous forme ionisée (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ou non-ionisée (NH<sub>3</sub>). La toxicité de l'ammoniac total dépend de l'importance de la fraction non-ionisée. Pour le poisson, seule la forme non ionisée NH<sub>3</sub> est toxique. L'équilibre de ces 2 formes est soumis à l'influence du pH et de la température.

$$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4\text{OH} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-.$$

Le déplacement de l'équilibre vers la forme non ionisée est favorisé par l'augmentation du pH et l'augmentation de la température. Il peut constituer le 2<sup>ème</sup> facteur limitant de la production après l'O<sub>2</sub>, notamment du fait du risque

d'auto pollution de l'élevage en cas de réutilisation de l'eau et lorsque le pH est très élevé.

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

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

La DL<sub>50</sub> à 96 heures est très variables selon les espèces. Chez les poissons elle est comprise entre 0,08 et 3 mg/l de NH<sub>3</sub>.

### **b) les nitrites**

Les nitrites résultent de l'oxydation de l'ammoniac-ammonium (nitrification) par les bactéries *Nitrosomonas* sp :  $2 \text{ NH}_3 + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ NO}_2^- + 2 \text{ H}^+ + 2 \text{ H}_2\text{O}$ .

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

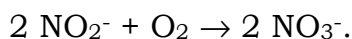
**NB** : La diffusion des ions nitrites à travers les branchies vers le plasma sanguin est largement freinée par un phénomène de compétition pour le transport actif, vis-à-vis des ions chlorures présents dans l'eau. L'augmentation du ratio chlorures/nitrites (on recommande 20/1 au moins) réduit donc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

Les concentrations létales en  $\text{NO}_2^-$  sont très variables en fonction des espèces, de la taille, du statut nutritionnel et de la chimie de l'eau.

La  $\text{DL}_{50}$  (48 h) pour la carpe est de 2.6 mg/l de  $\text{NO}_2^-$ . Il est recommandé dans les élevages de maintenir les teneurs en nitrites des eaux en dessous de 0.1 mg/l.

### c) les nitrates

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



Ils s'accumulent rarement dans les systèmes d'élevage en étang, car ils sont absorbés par les végétaux ou réduits en saison chaude et ils ne sont pas produits en saison froide en raison de l'inactivité des *Nitrobacter*. Par contre, ils peuvent s'accumuler dangereusement en circuit fermé s'ils ne sont pas éliminés par un renouvellement d'eau adéquat.

L'ion nitrate est cependant le composé minéral azoté le moins toxique pour le poisson. Son effet est comparable à celui des nitrites, mais pour des concentrations beaucoup plus élevées. La  $\text{DL}_{50}$  à 96 h de  $\text{NO}_3^-$  pour les poissons est comprise entre 1 et 3 g/l.

## 7- Le sulfure d'hydrogène

Le sulfure d'hydrogène est produit par certaines bactéries hétérotrophes en condition anaérobie à partir de sulfates et de sulfites selon la relation :  $\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{S}_2^- + 4\text{H}_2\text{O}$ . Les sulfures excrétés se retrouvent sous les formes suivantes :  $\text{H}_2\text{S} = \text{HS}^- + \text{H}^+ = \text{HS}^- = \text{S}_2^- + \text{H}^+$ . La part de  $\text{H}_2\text{S}$  diminue rapidement lorsque le pH augmente. La production de  $\text{H}_2\text{S}$  peut avoir lieu dans les zones dépourvues d'oxygène des systèmes d'élevage (bassins et filtres biologiques).

L'effet toxique du  $\text{H}_2\text{S}$  sur les poissons se traduit par une hypoxie et ce pour des concentrations très faibles. Des concentrations de 0,005 mg/l sont toxiques pour des larves de poissons-chats. La plupart des poissons sont tués par une concentration de 0,05 mg/l. En général, on recommande que la concentration totale en sulfures ne dépasse pas 0,002 mg/l.

Gestion : A titre préventif, il est recommandé d'aérer vigoureusement et de créer des courants d'eau pour éliminer les zones anaérobies. Lorsque le  $\text{H}_2\text{S}$  s'est formé,

on peut l'éliminer par oxydation avec du permanganate de potassium ou par dilution en augmentant le taux de renouvellement.

### **8- Le Chlore**

Le chlore est largement utilisé pour la désinfection de l'eau potable, mais aussi dans de nombreuses industries comme par exemple les centrales électriques où il est employé comme procédé anti-fouling. Il est extrêmement toxique pour les organismes aquatiques et il l'est plus encore lorsqu'il se combine avec de l'ammoniac, les phénols et les amines. Il peut donner un goût désagréable à la chair des poissons. Une concentration de 0.05 mg/l provoque une mortalité totale chez le saumon au bout de 23 jours. La dose létale à 72 h est de 0.1 mg/l pour cette espèce. Pour l'eau douce on recommande que le taux de chlore libre ne dépasse pas 0.003 mg/l à long terme et qu'il ne soit pas supérieur à 0.05 mg/l pour des courtes périodes de 30 min. En eau de mer, les concentrations maximales ne doivent pas excéder 0.01 mg/l.

### **9- Le fer**

Le fer sous forme ionique se trouve principalement à l'état ferreux ( $\text{Fe}_2^+$ ) et ferrique ( $\text{Fe}_3^+$ ) en milieu aquatique. Le sol contient fréquemment du fer sous forme minérale, c'est pourquoi les eaux de nappes souterraines présentent des concentrations souvent supérieures à 10 mg/l. Les conditions anaérobies favorisent la formation des ions ferreux, qui lorsque l'eau est exposée à l'oxygène, se transforment en ions ferriques insolubles qui précipitent (coloration orange du fond et des tuyauteries, on trouve fréquemment des bactéries ferreuses associées à ces précipités). Lorsque ces précipités se forment, ils peuvent provoquer un colmatage et une inflammation des branchies qui conduisent à une hypoxie. En eau douce, la dose maximale recommandée est de 0,3 mg/l de fer et en eau de mer de 0.1 mg/l.

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

## 10- Les métaux lourds

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

**Tableau 9 : Toxicité de quelques métaux lourds**

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

*Source: Boyd (1990)*

En règle générale, les concentrations recommandées sont de 10 à 100 fois inférieures à celles provoquant des mortalités lors de test LD<sub>50</sub>.

## 11- Les pesticides

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

### 5.2- Le sol

Le 2<sup>ème</sup> composant de l'environnement du poisson est le sol (parois des digues et le fond) sur lequel repose l'eau. Ce sol contient comme l'eau des sels minéraux qui sont dissous par l'eau et qui l'enrichissent. Le sol est aussi un support pour des plantes et des animaux servant de nourriture aux poissons.

### 5.3- La production d'organisme servant de nourriture aux poissons

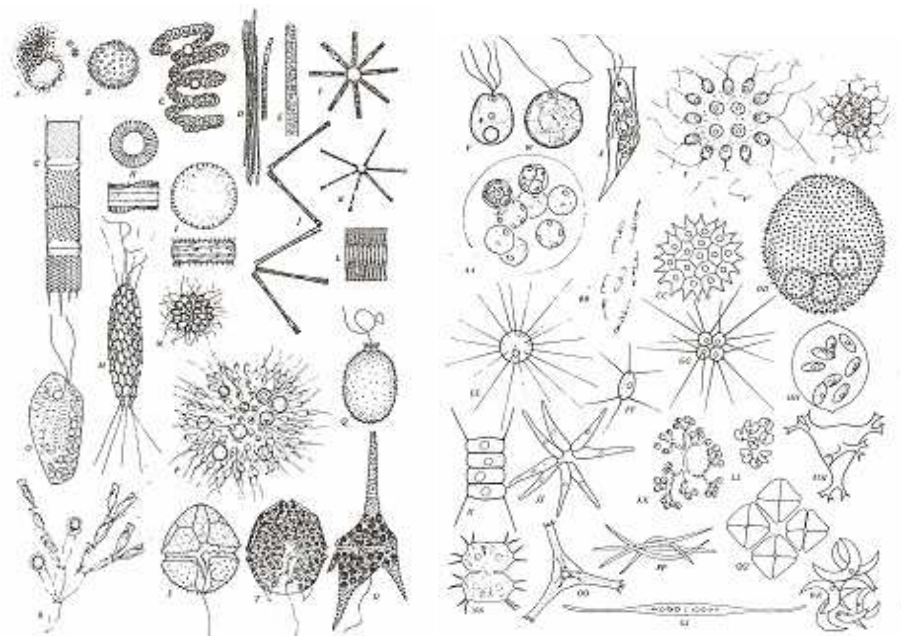
L'eau permet le développement de plusieurs catégories d'organismes. La quantité et les types d'organismes observés dépendent de la qualité de l'eau, en particulier de ses caractéristiques physico-chimiques et des conditions du milieu environnant.

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

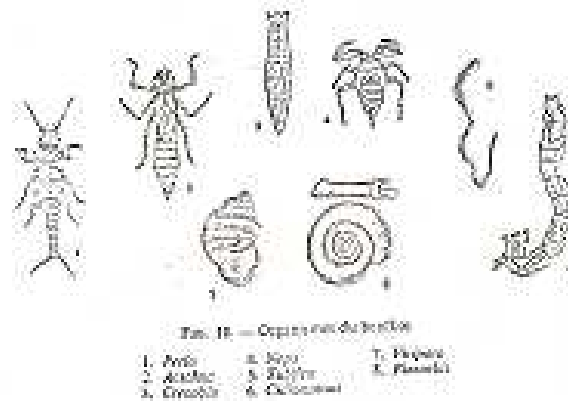
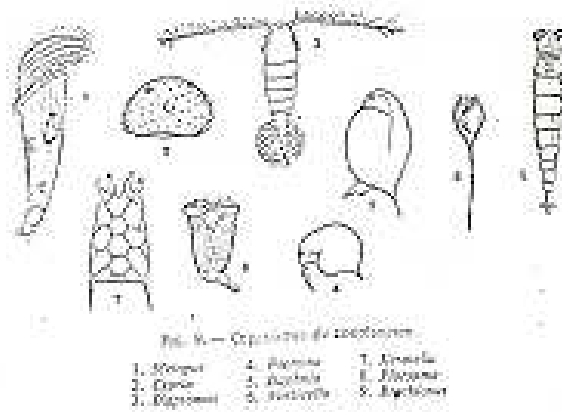
Sur le fond de l'eau se développent les organismes généralement plus gros que ceux du plancton qui forment ce qu'on appelle le benthos. Ce sont surtout des larves d'insectes, des vers, des mollusques. Ils vivent sur la surface ou dans la boue du fond. Ils se nourrissent généralement de la matière organique.

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

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



(A)



## (B)

Fig. Schéma de quelques organismes produits dans l'eau (A : phytoplanctons et B : zooplanctons et macro invertébrés)

### 5.4- La chaîne alimentaire dans l'eau

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

Les sels minéraux et certains gaz dissous ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ ) sont utilisés par le phytoplancton et les plantes supérieures qui servent à leur tour de nourriture aux animaux : zooplancton, larves d'insectes, etc. et finalement poissons. Tous les organismes qui ne sont pas mangés par d'autres meurent et tombent sur le fond sous formes de déchets organiques. Ces matières sont à leur tour transformées en sels minéraux par l'action des bactéries. Suivant les organismes dont se nourrit un poisson, il a une chaîne alimentaire plus ou moins longue.

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

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

1<sup>er</sup> maillon : le phytoplancton dont se nourrit le zooplancton.

2<sup>ème</sup> maillon : le zooplancton dont se nourrissent les larves d'insectes.

3<sup>ème</sup> maillon : les larves d'insectes mangées par ces poissons.

4<sup>ème</sup> maillon : les poissons qui lui servent de proies.

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

## CHAPITRE VI

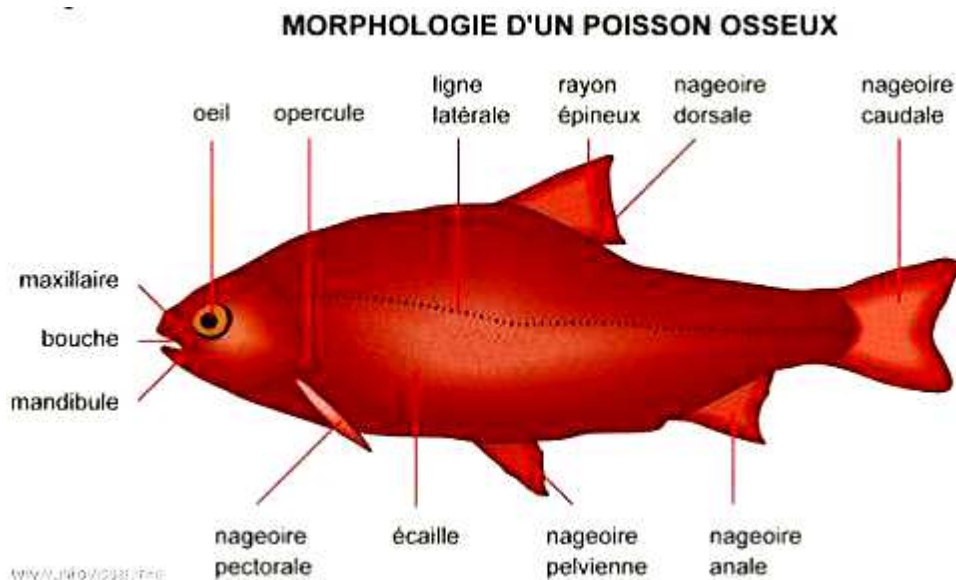
### LE POISSON : ELEMENTS D'ANATOMIE ET DE BIOLOGIE

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

#### 6.1- L'anatomie du poisson

##### 6.1.1- Le corps du poisson

Le corps du poisson comprend la tête, le tronc et les membres.



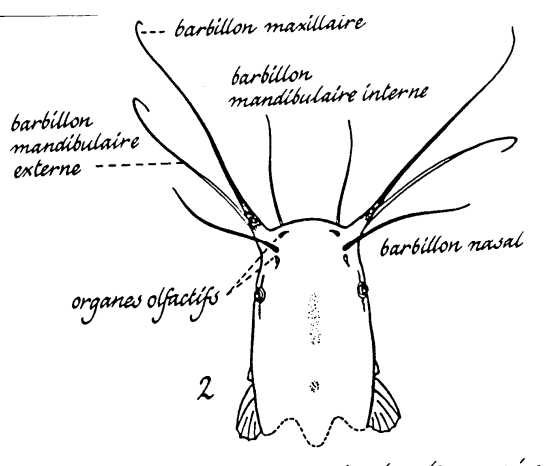
Le corps est fusiforme (allongée) et permet au poisson de bien se déplacer dans l'eau. Il est recouvert par la peau. La peau elle-même est couverte par un mucus visqueux qui la protège (contre parasites et autres). La plupart des poissons, sauf les silures ou poissons-chats, ont des écailles sous la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

Le corps du poisson est soutenu par un squelette qui est une charpente osseuse ou cartilagineuse.

### 6.1.2- La tête

Elle comprend :

- Les yeux de chaque côté, mais parfois du même côté (poisson sole)
- La bouche dont la forme et caractéristiques varient en fonction de l'alimentation du poisson (bouche terminale, infère ou supère). A l'intérieur de la bouche on a les dents dont la forme varie en fonction de ce que mange le poisson (dents fortes et pointues chez les carnivores, dents à plusieurs pointes plus ou moins arrondies placées en plusieurs rangées chez les tilapias, dents molariformes chez les omnivores, dents pharyngiennes, etc. ).
- Sur le museau, au dessus de la bouche, se trouvent les narines (uniquement pour sentir et non pour respirer.
- En bordure de la bouche de certains on a les barbillons qui sont des organes sensoriels qui aident le poisson à trouver sa nourriture.
- Les opercules qui peuvent se soulever et sous lesquels se trouvent les branchies. Les branchies comprennent un arc branchial constitué d'un os qui supporte les lamelles branchiales et les branchiospines servent de filtre pour arrêter les petites parcelles de nourriture dans l'estomac.



### 6.1.3- Le tronc

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

**6.1.4- La queue**

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

**6.1.5- Les nageoires**

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

- les paires correspondent aux pattes des animaux terrestres. Ce sont les nageoires pectorales et les nageoires pelviennes ou abdominales placées sous les pectorales ou en arrière sous le ventre.
- Les impaires sont la nageoire dorsale, la nageoire caudale (arrondie ou fourchue) à l'extrémité de la queue et la nageoire anale derrière l'anus. Pour avancer dans l'eau le poisson se sert surtout de sa nageoire caudale comme d'une pagaie. Les autres

nageoires lui sont surtout utiles pour se maintenir en équilibre.

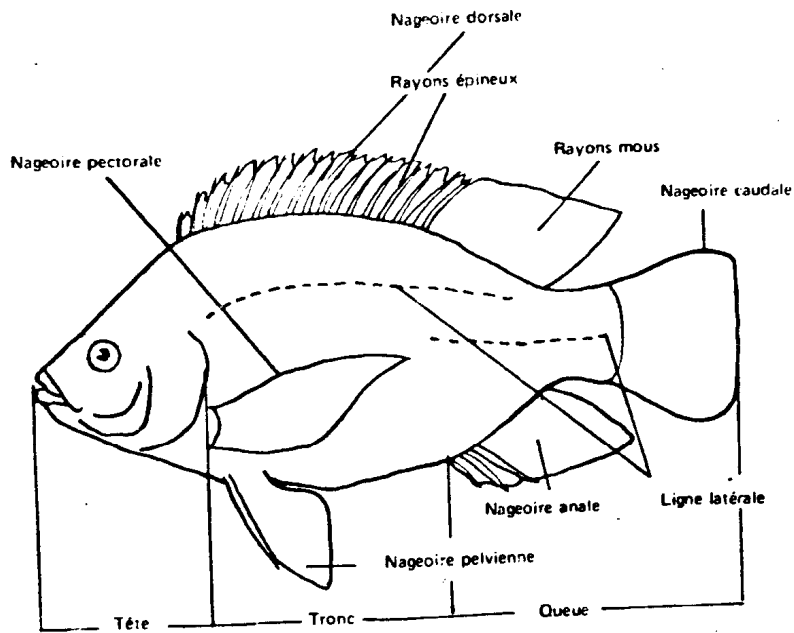


FIG. 1. — Anatomie externe du poisson.

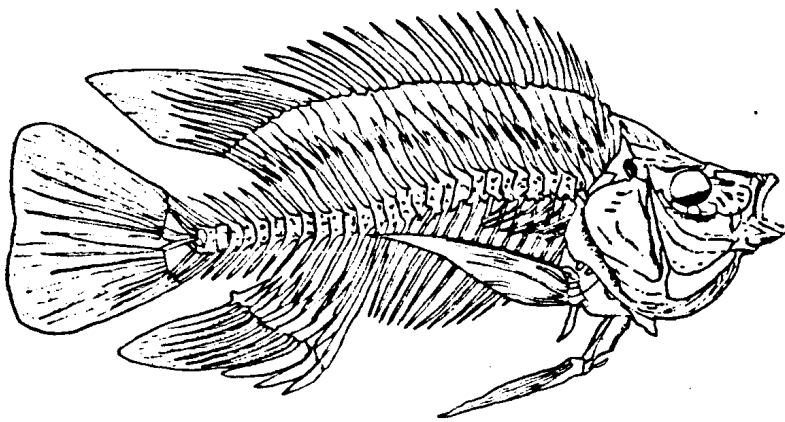
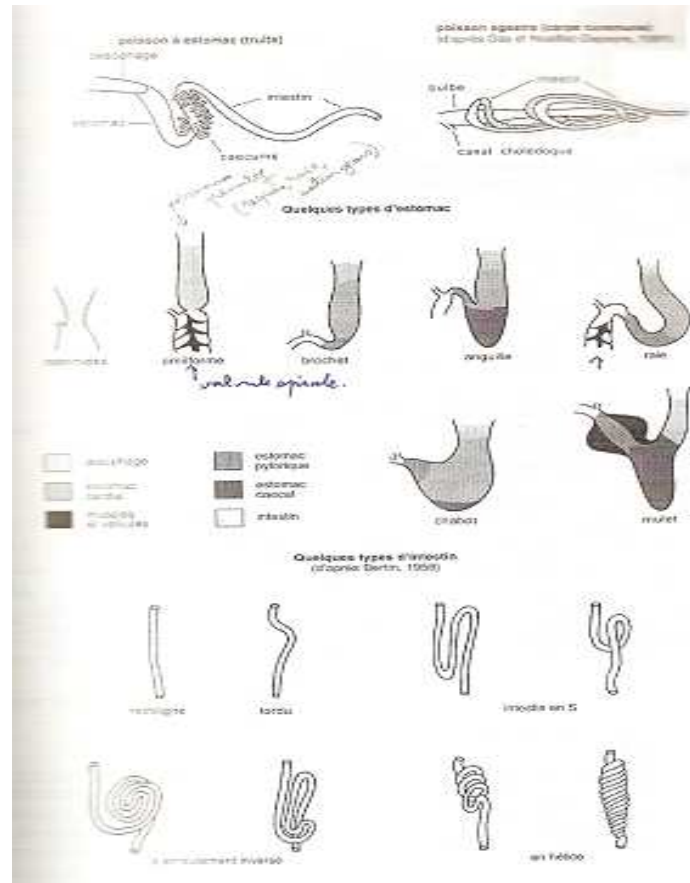


FIG. 2. — Squelette du poisson (d'après L. BERTIN).

### 6.1.6- Le tube digestif

Les schémas ci-après présentent les principaux types de tubes digestifs rencontrés chez les poissons.



*Quelques types d'estomac et d'intestin de poissons*

### 6.1.7- Les organes de sens

Possédant, sur le museau, des narines qui ne communiquent pas avec le pharynx, les poissons sont aussi très sensibles aux odeurs (les salmonidés retrouvent par olfaction l'odeur de leur fleuve d'origine. Des substances appétantes détectées par l'odorat sont d'ailleurs très utilisées par les pêcheurs. Des acides aminés appétants (et solubles) sont parfois incorporés à la diète des poissons d'élevage, par exemple chez les poissons plats.

Les organes de sens des poissons leur permettent aussi de détecter des changements de salinité de 0,2 ‰ ou des changements de température de 3/100 de degré C. Ils peuvent aussi réagir à des baissent de pression barométriques qu'ils percevraient au travers de variations de volume de la vessie natatoire. Ils s'enfoncent ainsi en profondeur avant les tempêtes et quittent les lagunes avant les orages, phénomènes connus des pêcheurs. En élevage, la prise de nourriture est également perturbée par la pluie et les orages.

La ligne latérale est un organe de sens sensible aux variations de basse fréquence, ce qui permet aux poissons de détecter les mouvements d'eau tels que les courants, la présence de congénères (maintien des bancs pendant la nuit) ou de se positionner dans anfractuosités rocheuses dans l'obscurité.

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

## **6.2- La biologie du poisson**

### **6.2.1- La respiration**

La partie du poisson la plus exposée au milieu extérieur est évidemment la branchie puisqu'elle baigne dans un courant d'eau environnante pour en extraire l'oxygène. Cette exigence commande une surface de contact importante, compte tenu de la faible richesse du milieu en oxygène. La respiration chez les poissons se fait à partir des branchies. Le poisson avale de l'eau par la bouche, celle-ci passe sur les branchies et ressort par les fentes que font les opercules en se soulevant. L'échange de gaz se fait à travers la membrane des lamelles branchiales sur lesquelles passe continuellement un courant d'eau. Le sang sert à transporter l'oxygène des branchies vers les cellules des diverses parties du corps et le CO<sub>2</sub> des cellules aux branchies. La couleur rouge des branchies traduit leur forte irrigation sanguine qui permet des échanges facilités entre le sang et le milieu extérieur au travers de minces épithéliums.

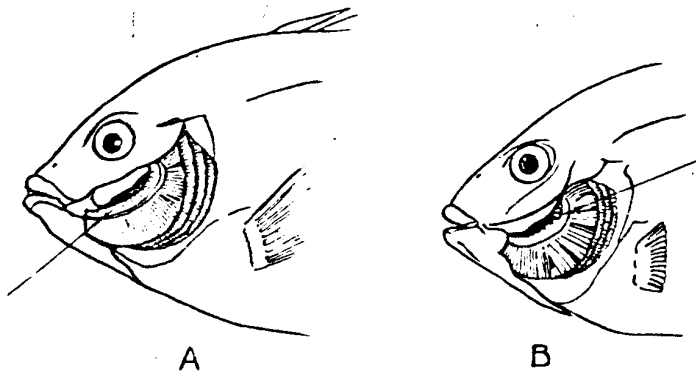


FIG. 3. — Branchiospines et lamelles branchiales sur tête de *Tilapia* sans opercule :

A. Tête de *Tilapia nilotica*  
Il y a 17 à 25 branchiospines  
sur l'arc branchial

B. Tête de *Tilapia rendalli*  
Il y a 8 à 12 branchiospines  
sur l'arc branchial

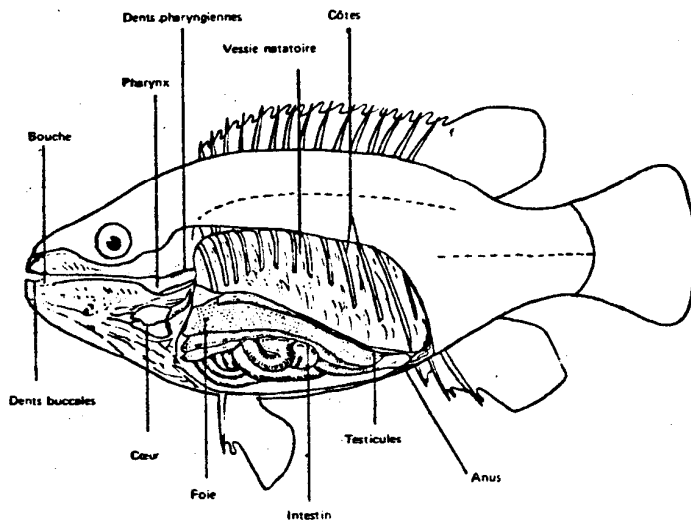


FIG. 4. — Anatomie interne du poisson (d'après W. C. BECKMAN)

### 6.2.2- L'alimentation et la digestion

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

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

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

Dans les fermes piscicoles les paramètres d'appréciation de l'efficacité des aliments sont donnés par :

- o Taux de conversion alimentaire TCA ou Quotient nutritif  $Q_n = R_d / (B_{fa} - B_i)$  ;
- o Efficacité de conversion alimentaire ECA (%) =  $100 \times (1/TCA) = 100 \times (B_{fa} - B_i) / R_d$

avec  $B_i$  = biomasse initiale (g),  $B_f$  = biomasse finale (g),  $B_{fa}$  = biomasse finale ajustée à la masse des morts (g),  $R_d$  = ration totale distribuée.

### **6.2.3- La croissance**

Elle varie selon trois facteurs principaux qui se combinent :

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

On détermine en pisciculture le taux de croissance journalière et le taux de croissance spécifique noté SGR.

- Production totale par jour ou Gain de poids total par jour désigne la croissance journalière notée GT (g) =  $(B_f - B_i) / dt$ ;
- Taux de croissance spécifique noté SGR (% / j) =  $100 \times (\ln P_f - \ln P_i) / dt$  ;

où  $P_f$  = poids moyen final (g) et  $P_i$  = Poids moyen initial (g) ;  $dt$  = nombre de jours de nourrissage ;  $B_i$  = biomasse initiale (g),  $B_f$  = biomasse finale (g).

### 6.2.4- La reproduction

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

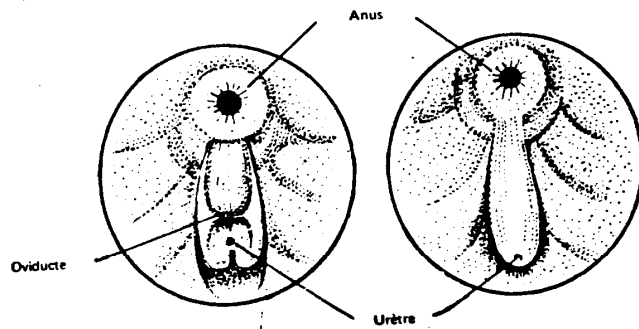


FIG. 7. — Orifices génitaux de la femelle (à gauche) et du mâle (à droite) de *Tilapia nilotica*.

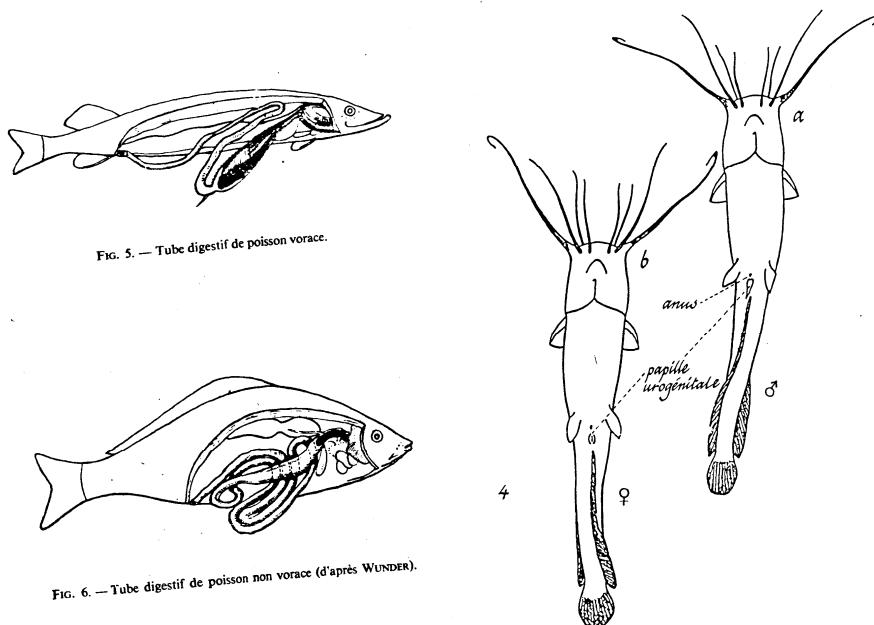
Les femelles ont des ovaires dans lesquels se forment les œufs. Les mâles ont des testicules qui contiennent la laitance. Les testicules chez les poissons-chats ont les bords crénelés.

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

On distingue trois sortes de développement ovocytaires chez les poissons.

- o les sémelpares synchrone qui regroupent les poissons qui ne pondent qu'une seule fois dans leur vie. Ils présentent un ovaire dont tous les ovocytes sont au même stade de développement (Anguilles).

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



### 6.2.5- Fonction d'osmorégulation

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

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

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

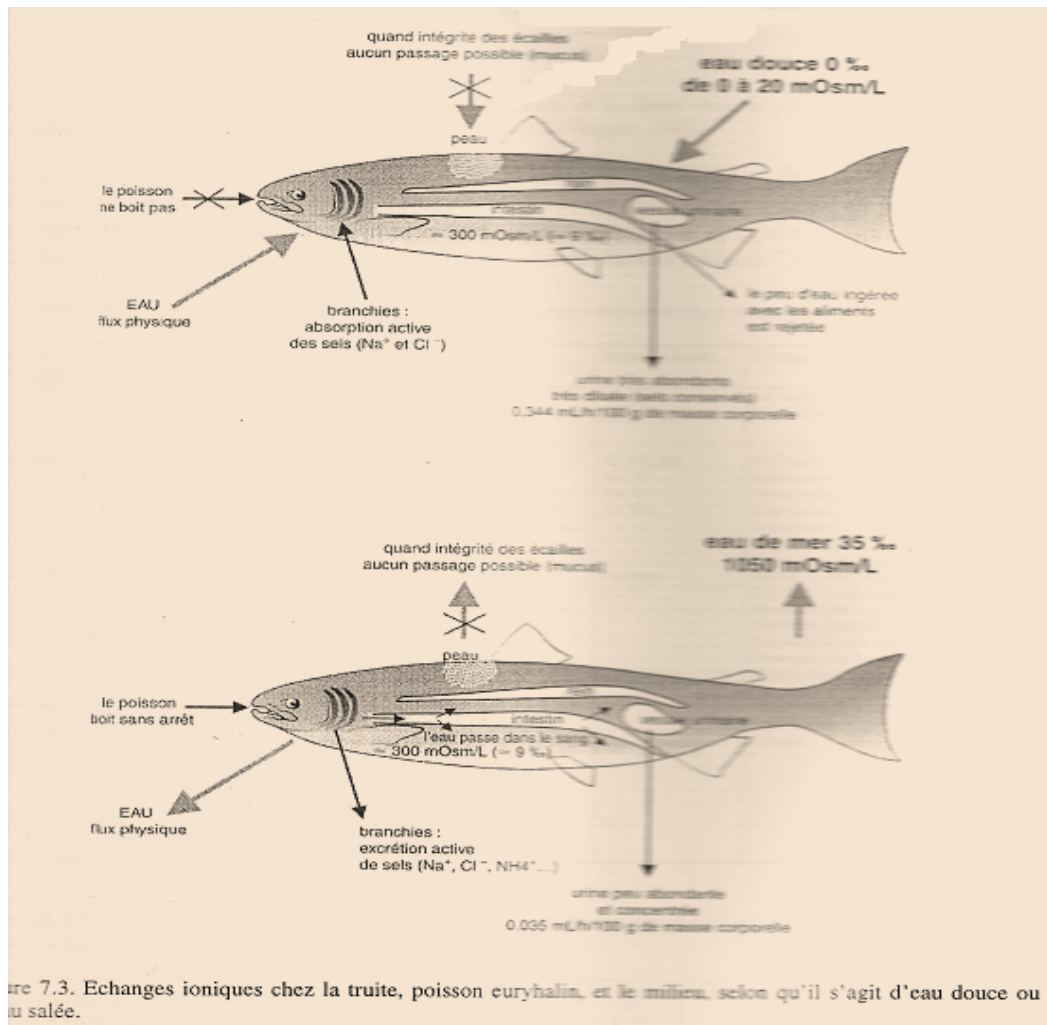
- en eau douce, les ions du milieu intérieur du poisson auront tendance à diffuser vers l'extérieur à travers les branchies et l'eau à entrer par osmose. Ces processus sont limités de deux façons.

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

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

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

Les figures de la page suivante présentent les échanges ioniques chez la truite.



## CHAP VII

### ESPECES DE POISSONS UTILISABLES EN PISCICULTURE

#### 7.1 Caractéristiques d'un poisson de pisciculture

Les espèces choisies doivent :

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

#### 7.2 Famille des *Cichlidae* (des Tialpias)

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

- chair de bonne qualité ;
- rusticité et *résilience* (*Qui présente une résistance aux chocs et reprend ses performances dès que les conditions redeviennent normales*);
- reproduction toute l'année en étang dès que la température est supérieure à 20° C ;
- facilité de manipulation.

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

### **7.2.1 Tilapia du Nil**

#### **7.2.1.1. Aménagement de l'étang**

Le site de l'étang et la manière de le construire conditionne beaucoup la réussite de l'élevage des poissons. L'appréciation de la qualité de l'eau nécessite un minimum d'équipement. Pour les espèces couramment utilisées une bonne croissance est obtenue à des températures allant de 24 à 35°C, un pH compris entre 7 et 9 et un taux d'oxygène dissous supérieur à 4mg/l. Dans tous les cas, la présence des poissons dans un ruisseau est un signe très probable que ses eaux pourraient être utilisées pour élever le tilapia du Nil (l'optimum de croissance pour cette espèce va de 28 à 33°C).

L'étang convenablement aménagé pour recevoir le tilapia du Nil en vue d'un élevage en conditions semi-intensives devra donc être autant que possible étanche (pas de fuites d'eau), avec un fond argileux (pour favoriser le développement du benthos, polyculture avec les silures ou la carpe), le pourtour bien dégagé afin de favoriser l'éclaircissement et le reheuffement des eaux par le soleil pour stimuler la productivité naturelle. L'étang doit en outre bien protégé contre l'intrusion des divers prédateurs. Il doit être construit proche des habitations pour limiter les cas des vols. L'eau d'alimentation doit présenter des caractéristiques lui permettant de bien répondre à un programme adéquat d'apports de fertilisants. La profondeur moyenne de l'eau ne doit de ce fait pas dépasser 1,5m.

#### **7.2.1.2. Préparation de l'étang à la mise en charge**

La mise en eau de l'étang devra être réalisée en prévenant l'entrée de poissons sauvages ou d'autres prédateurs. Pour cela, placer une grille à fines mailles à l'entrée du canal d'amenée d'eau dans l'étang. Cette grille peut être, en défaut de grillage, une tôle ou une boîte perforée de petits trous, une marmite trouée, une nasse de bambous, etc.

C'est l'*Oreochromis niloticus* de la famille des *Cichlidae*. C'est le poisson de pisciculture africaine et malgache par excellence.

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance rapide : de 1 et jusqu'à 3 g /jour /individu dans de bonnes conditions. Il peut atteindre 3,5 kg de poids total.
- Une reproduction aisée et rapide ; incubation buccale avec nid en cuvette, mais modérée pour un tilapia.
- C'est préférentiellement un microphage mais il assimile facilement divers aliments : son de riz, tourteau, déchets d'abattoir. Les alevins ont une tendance micro carnivore et même cannibale. On peut dire qu'il est omnivore en étangs.
- Une bonne chair, appréciée. De plus, c'est une espèce rustique, facile à manipuler et son hybridation est possible.
- Il supporte une légère salinité (5 à 15 pour mille [*L'eau de mer est à 35 pour mille, soit 35 grammes de sel par litre d'eau.*]), ce qui réduit cependant la reproduction et gêne la croissance.
- Une reconnaissance aisée grâce aux rayures caudales. Mais il faut faire attention aux hybrides.

Signalons que les *Sarotherodon galilaeus* et *Sarotherodon monodeus* ont le même mode de vie mais atteignent respectivement 1.600 et 1.000 g et leur croissance est moins importante. De plus, des hybrides sont en expérimentation, avec *Oreochromis macrochir*, *Oreochromis mossambicus*, *Oreochromis hornorum*, *Oreochromis aureus*.

### **7.2.2 Poisson-chat d'eau douce**

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

Ses caractéristiques principales sont :

- Une bonne connaissance par les populations. Sa croissance est exceptionnelle : 3 g /individu /jour et plus, mais on regrette sa difficulté de reproduction. La taille maximale observée personnellement : 1,2 mètres (à Bouaké- Côte d'Ivoire).
- Une reproduction délicate nécessitant une installation spéciale et une certaine connaissance. On peut récolter des alevins dans le milieu naturel à petit échelle.
- Un régime omnivore à tendance benthique: il prospecte la vase et avale tout ce qui peut être mangé, ainsi que le son, les déchets, les tourteaux etc. Il a une tendance ichtyophage (attention aux tailles respectives des juvéniles et des prédateurs).

- Une grande rusticité, il supporte une forte promiscuité (10 poissons/ m<sup>2</sup>), ainsi que les cages. Il remue beaucoup le fond, ce qui trouble l'eau et peut gêner d'autres espèces associées dans le même bassin. Grâce à sa respiration aérienne et son corps anguilliforme, il peut se déplacer d'un bassin à l'autre, ce qui nécessite une barrière ou des berges à pente forte. C'est un bon prédateur.
- On en trouve partout au Bénin et au Sénégal. Il se reproduit lors des crues. Il est courant aussi dans le Sud-est asiatique.
- Il supporte des eaux chaudes et peu oxygénées ce qui est un grand avantage pour l'aménagement de pièces d'eau peu profondes.

### 7.2.3 Perche du Nil (poisson capitaine)

C'est le *Lates niloticus*, famille des *Centropomidae*.

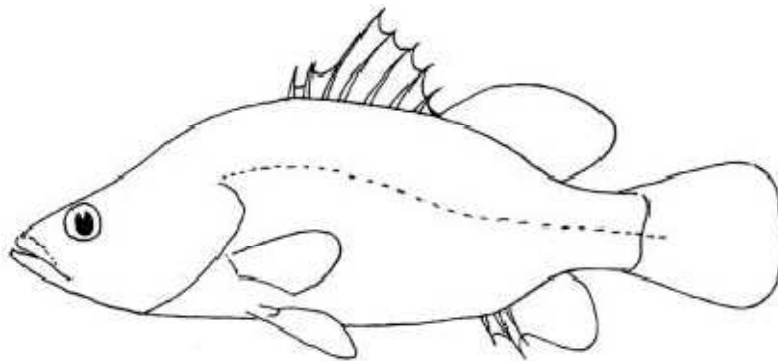


Figure : *Lates niloticus*

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance moins spectaculaire que le *Clarias*. Grande taille : jusqu'à 184 kg dans le Lac Tanganyika !
- Une bonne reproduction et une capacité de vivre dans de grandes retenues ou des lacs, à faible densité de *Lates niloticus*.
- Une chaîne alimentaire longue : c'est un ichtyophage, acceptant aussi de manger des aliments préparés.
- Intéressant pour les grandes retenues. Des études sont en cours pour son élevage en bassins. C'est un bon prédateur. Sa manipulation est délicate.

- On le rencontre au Burundi, au Lac Tanganyika, dans le fleuve Sénégal et en Côte d'Ivoire notamment.
- Il préfère les eaux oxygénées pas trop chaudes.

#### 7.2.4 Hétérotis

Il s'agit de *Heterotis niloticus*, de la famille des *Osteoglossidae*.

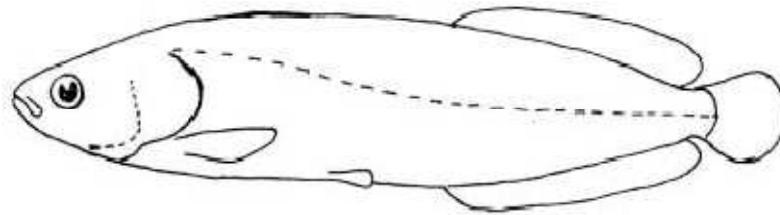


Figure : *Heterotis niloticus*

Ses caractéristiques principales sont :

- Une croissance rapide : 3 g /individu /jour et plus. Grande taille, supérieure à un mètre de long.
- Une reproduction délicate. Il nécessite une faible profondeur et de la végétation herbacée. Il aime l'espace.
- Une microphagie - planctophagie. Il tolère les aliments classiques avec une tendance omnivore en étang comme l'*Oreochromis niloticus*.
- Il est intéressant pour le repeuplement des grandes retenues ou comme prédateur. Son élevage est un peu délicat
- On en trouve au Nord et à l'Est du Sénégal et en Côte d'Ivoire.

### 7.3. Techniques de production

#### 7.3.1- Récolte des poissons marchands

Pour récolter les poissons, il faut des pêcheries. On distingue deux sortes de pêcheries: la pêcherie fixe et la pêcherie mobile.

- **Pêcherie fixe** : c'est un *bassin* à fond bétonné ou cimenté à la base. On prévoit des rainures dans lesquelles on glisse les grillages qui laissent passer l'eau et retiennent les poissons.

• **Pêcherie mobile** : c'est une *caisse de capture* constituée d'un fond de deux parois latérales en grillages et de petits côtés. Le côté arrière est muni de grillages ; le côté avant est fait d'une planche dans laquelle est réalisé un trou de même diamètre que les buses de vidange.

La *caisse de capture* est plus efficace que la pêcherie fixe car elle a l'avantage de faire sortir l'eau sur plusieurs faces, alors que dans la pêcherie fixe, l'eau ne peut sortir que par le grillage aval. Toutefois la caisse de capture ne peut s'employer pour des étangs de grandes surfaces. Pour les petits étangs qui se vidangent par un tuyau, on peut recueillir les poissons à l'aide d'une épuisette.

La récolte des poissons peut se faire en une ou plusieurs prises.

#### **a. Récolte en une prise**

Elle se fait plusieurs mois après la mise en charge et au maximum un an pour les étangs de barrage.

On vide l'étang lentement, en ouvrant le moine de la façon suivante :

- déplacer la grille de la rangée des planchettes amont à la rangée des planchettes aval ;
- enlever toutes les planchettes amont ainsi que la terre qui se trouve entre les deux rangées de planchettes ;
- vidanger ensuite en enlevant une à une, les planchettes aval, et
- récolter les poissons dans une pêcherie fixe ou mobile située au bout du tuyau de vidange.

Généralement, les producteurs ne disposent pas de pêcheries ; ils diminuent considérablement l'eau de l'étang puis ramassent les poissons à l'épuisette ou à la senne, devant ou derrière le moine. Cette méthode de récolte implique que l'on dispose sur place un marché capable d'absorber tout le poisson le jour de la vidange.

#### **b. Récolte en plusieurs prises**

Lorsque le marché existant ne peut pas consommer toute la production de l'étang, le pisciculteur peut échelonner ses récoltes en faisant plusieurs pêches sans vider complètement l'étang. Les pêches commencent lorsque les poissons ont

atteint la taille désirée, par exemple 4 à 6 mois pour 200g à 250g chez le tilapia. A chaque pêche, soit on retire seulement la quantité de poissons que le marché peut consommer, soit on stocke les poissons non vendus dans un autre étang. Les pêches intermédiaires s'effectuent à la *senne à petites mailles* (14 mm) ou parfois à *l'épervier* (filet conique plombé sur le pourtour et qui se lance dans un mouvement circulaire). Avant de faire la pêche intermédiaire, on diminue le niveau de l'eau.

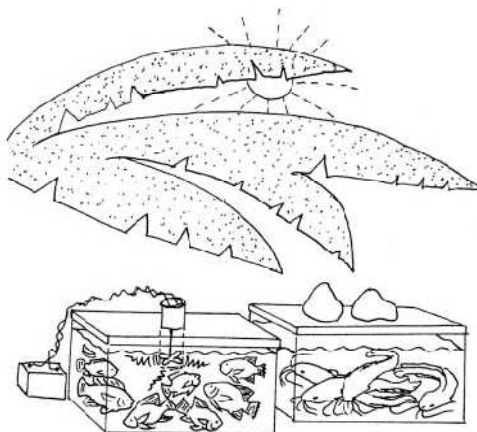


Figure: Transport des poissons

La pêche totale s'effectue en vidant l'étang, ce qui permet de récolter tout ce qui reste à la fin de la vidange. Après la récolte, il faut parfois transporter les poissons en utilisant des caisses comme montré à la figure ci après. Attention au manque d'oxygène qui se traduit par le fait que les poissons viennent « piper » l'air.

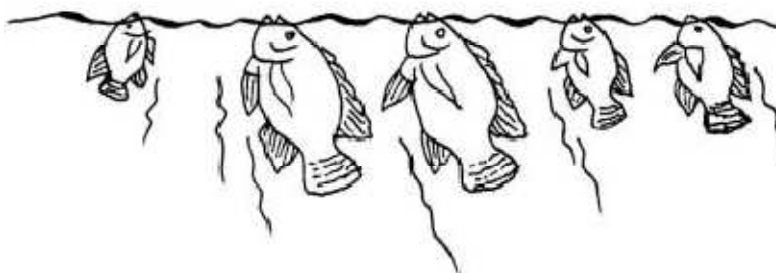


Figure: Manque d'oxygène : les poissons viennent « piper » l'air

### 7.3.2- Entretien à chaque vidange

L'entretien courant se fait à chaque vidange en plusieurs opérations :

- Le *curage* : il consiste à enlever la vase en excès et à la remonter sur les digues pour leur redonner la forme initiale. La vase en excès peut servir d'engrais pour les

champs et les jardins après séchage. On doit aussi enlever les mauvaises herbes aquatiques nuisibles, du fond et de surface sauf celles servant à la reproduction des poissons (*Heterotis*) si nécessaire.

- *Inspection* soigneuse des digues avec bouchage des trous et crevasses avec de l'argile, repiquage des plantes fixatrices des berges.
- *Inspection* de l'alimentation et de la vidange, nettoyage de ces systèmes et de toute maçonnerie.
- *Fertilisation* : épandage d'engrais minéraux et de matière organique (voir alimentation).
- *Scarification* ou labour une fois par an pour intégrer la vase au sol du fond de l'étang.

Il peut arriver qu'une digue se rompe. Avant de la réparer il faut en premier lieu trouver la cause de la rupture car, si l'on ne supprime pas cette cause, la digue sera de nouveau détériorée à la première occasion. Pour la réparation, il est nécessaire de *débrider la brèche*, les matériaux résultant des éboulis et les racines des végétaux arrachés sont enlevés, et la brèche est largement nettoyée à la pelle-bêche jusqu'à atteindre la terre dure, en dessus et sur les côtés. De la terre argileuse, si possible de même origine que celle ayant servi à la construction, sera apportée, humidifiée et compactée en couches minces dans l'ouverture jusqu'à colmatage complet. Il est bon de travailler comme pour la construction des digues, en faisant monter le niveau de l'eau au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Par la suite, les zones de jonction doivent être surveillées attentivement car une réparation est toujours aléatoire, malgré le soin apporté aux travaux (dilatation et retrait différents des nouveaux matériaux, par exemple).

Ne pas oublier que les arbres et arbustes qui poussent sur les digues peuvent être une cause de rupture : pourrissement des racines ou déracinement par grand vent, par exemple). Il est donc préférable de les supprimer quand ils sont tous petits, au moins sur les digues étroites et à la partie intérieure des digues larges. Ce conseil est également valable lorsqu'il s'agit d'arbres fruitiers comme les manguiers, orangers et autres, malgré la répugnance qu'on peut avoir à supprimer ces arbres.

Il est d'ailleurs conseillé de ne pas ombrager fortement l'étang pour favoriser la croissance du plancton ; de plus les feuilles mortes ne sont pas

consommées par les poissons et s'accumulent sur le fond en pourrissant au détriment du taux d'oxygène.

### **7.3.3- Entretien journalier**

Il consiste à :

- nettoyer les grilles d'arrivée et de trop plein
- vérifier le bon fonctionnement des systèmes d'alimentation et de trop plein, éventuellement le déversoir.

Tout ceci peut se faire en même temps que l'alimentation.

### **7.3.4- Chronologie**

*Chaque jour* : Alimenter les poissons. Nettoyer l'alimentation et la vidange.

Vérifier tous les systèmes.

*Vidange* : Doucement. Curage et entretien. Inspection des digues et réparation. Fertilisation et labour ou scarifications.

*Attendre* 10 jours avant la mise en eau.

*Mise en eau* : Lente. Surveiller les digues : l'eau monte de 5 à 10 cm par jour avec arrêt de 2 à 3 jours lorsque l'on atteint le premier puis le deuxième tiers la première fois que l'étang est mis en eau.

*Attendre* 1 semaine avant la mise en charge.

*Mise en charge* : introduction des alevins.

## **7.4 Alimentation**

### **7.4.1 Introduction**

Il est impossible de faire de la pisciculture intensive ou semi intensive en comptant simplement sur la productivité naturelle des eaux. Il est indispensable d'améliorer les rendements par l'apport d'engrais ou de nourritures variées.

Dans ce cas, il faut toutefois faire attention de ne pas surcharger les eaux en déchets, faute de quoi on obtient rapidement un déficit en oxygène et la mort des poissons. Nous verrons la fertilisation de l'eau puis l'alimentation directe.

### **7.4. 2. Fertilisation aux engrais organiques**

#### **a. Action des engrais organiques**

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

→ Certains engrais organiques sont assimilés par la faune aquatique, le zooplancton et par quelques poissons.

→ Par décomposition et minéralisation, ils favorisent la production de gaz carbonique et fournissent des nitrates et phosphates nécessaires au développement du phytoplancton.

### **b. Type d'engrais organiques**

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

- Les *fientes de poules* et autres oiseaux sont souvent trop dispersées en milieu rural pour être exploitables dans les grands étangs.

Le fumier produit au poulailler est une source de revenu et représente environ 10 à 12% de la production avicole. On estime à 7Kg de fumier par oiseau et par an. Et ce fumier est d'une grande valeur : il contient 5 fois plus d'éléments fertilisants qu'un simple fumier de ferme (De JOUFFROY, 1970).

La composition moyenne du fumier frais de volaille est la suivante : azote total (N) 2,1%, potasse (K) 1,3%, chaux et magnésie (CaO+ MgO) 4,2%. Ainsi donc, on voit que sa teneur en acide phosphorique et en chaux le rend particulièrement intéressant.

Par contre, la proximité d'un élevage avicole industriel est une richesse pour un pisciculteur. En élevage intensif, les doses peuvent atteindre 1/4 à 1/2 brouette toutes les 2 semaines pour 100 m<sup>2</sup> d'étang : épandre en poids de fientes soit 1/2 à 1 brouette par semaine /étang de 4 ares. On se limite à 2,5 - 4% par jour de la biomasse des poissons avec des fientes de poulets ou canards.

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

- Le *fumier de vache* et autres ruminants qui est à utiliser avec beaucoup de précautions car il est trop riche en cellulose et risque de provoquer une importante fermentation qui fera chuter brutalement le taux d'oxygène. On se limite à 3 - 4%

de la biomasse des poissons par jour. Il est préférable de l'utiliser en application sur le fond des étangs, à sec après la vidange, à la dose de 30 tonnes /ha /an, soit 1 tonne /étang de 4 ares /an. Une scarification de l'assiette permet de mélanger le fumier à la vase sans retourner le sol.

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

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

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

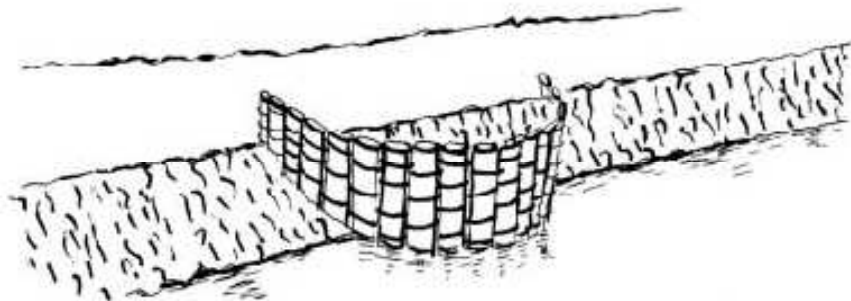


Figure: Compostière dans l'étang sur la banquette de la digue amont réalisée en clayonnage pour apport d'engrais organiques.

- Les *eaux usées* sont les évacuations des sanitaires. Dans tout le Sud-Est asiatique, là où les étangs sont proches des habitations, les toilettes sont construites sur pilotis directement au-dessus des étangs. Il en est de même au bac de Gambie où des pêcheurs attrapent joyeusement des poissons de consommation en aval des toilettes publiques.

- Le *rouissage du manioc* : il permet d'augmenter sensiblement la production de poissons. Le manioc est ensuite récupéré et consommé : la fertilisation provient du jus de rouissage et est donc gratuite. Un apport minimum de 10 kg de tubercules /are /jour est recommandé ; la dose peut atteindre 200 kg /are /semaine mais jamais plus.

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

- Les *élevages associés* sont une formule très intéressante, étudiée dans le dernier chapitre.

### **7.4.3- Apports de nourriture**

#### **a. Composition**

Les apports de nourriture sont le moyen principal pour alimenter des poissons de pisciculture comme montré à la figure 5.6. Tous les déchets de transformation de produits alimentaires, ménagers ou agro-industriels, peuvent s'employer en pisciculture, mais tous n'ont pas la même valeur nutritive.



Figure : Apports de nourriture

Dans certains pays, les aliments composés adaptés à la pisciculture se trouvent sur le marché. Ces granulés doivent répondre à plusieurs critères bien déterminés:

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

Grâce à ces granulés, on peut maintenant élever économiquement et rapidement des poissons carnivores et des crustacés : on obtient un poisson de taille commerciale en 18 mois, au lieu de 3 ans.

### **b. Formulation d'un aliment**

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

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

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

#### **Composantes Pourcentage**

Protéines brutes 22 à 58 %

Matières grasses 1,2 à 8 %

Hydrates de carbone 2 à 41%

Matière minérale 10,4 à 22 %

Eau 6,5 à 11 %

Vitamines traces

Le taux de protéine semble le plus important pour les poissons. Pour la plupart des espèces de poissons une teneur d'environ 40% de protéines brutes donne de meilleure croissance. Cependant, compte tenu du prix élevé des sources de protéines, le pourcentage de protéines est souvent plus faible que l'optimum

pour la croissance. Pour *Oreochromis niloticus* en cage, l'aliment doit contenir 20 à 30 % de protéines.

Dans toute formulation d'aliments composés et concentrés, un certain pourcentage de protéines, le plus faible possible, doit venir de source animale dont la farine de poisson, particulièrement riche en acides aminés indispensables et assimilables, et en acides gras essentiels. La farine de poisson peut provoquer des maladies si le poisson séché n'était pas frais. Il est probable que 4 à 6% de farine de poisson serait acceptable pour *Oreochromis niloticus* en cage. Il semble, que *Oreochromis niloticus* trouve ses vitamines nécessaires dans l'aliment et les algues du plan d'eau. Les tourteaux de coton sont mieux utilisés que les tourteaux d'arachide par *Oreochromis niloticus*.

Pour la pisciculture en étang, on utilisera le plus souvent possible des aliments

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

Pour la pisciculture encage, l'utilisation d'un aliment composé et concentré sous forme de granulés est obligatoire.



Figure: Fabrication d'un aliment granulé pour poissons à l'aide d'une boudineuse.

D'une manière générale, le choix de tels ou tels aliments purs, de telles ou telles formules d'aliment, pour nourrir le poisson dépendra du coût ou de la

disponibilité des produits et sous-produits. On oublie souvent de compléter par la fertilisation organique.

### **A. Distribution**

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

- Fréquence de distribution. Il faut donner à manger aux poissons tous les jours, de préférence le matin.

La ration alimentaire journalière peut être donnée :

- en une seule fois entre 8 et 10 heures
- ou en plusieurs fois : deux fois par exemple, entre 8 et 10 heures et 16 et 17 heures. (une heure après le lever et avant le coucher du soleil minimum). Cependant la distribution en plusieurs services permet de diminuer les pertes, surtout s'il s'agit de son de riz seul.

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

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

En élevage de poissons, plus la taille du sujet est grande, plus la ration alimentaire est importante. Les poissons mangent plus et digèrent plus vite quand la température de l'eau augmente jusqu'à une certaine valeur.

La fertilisation minérale est de loin moins productive que la fertilisation organique (souvent en 50%). Son utilisation est cependant plus aisée et les risques moins élevés.

### **7.5. Transport des alevins**

On peut transporter des alevins de 2 mois. Après avoir sorti les alevins de l'étang, on les laisse dans une cage ou un trou d'eau où l'eau circule beaucoup. On

arrête l'alimentation et ceci pendant 2 à 3 jours. Ensuite on peut mettre les alevins dans un récipient large en bas et aéré.

En voiture, on isole le récipient du plancher de la voiture. En vélo, on s'arrête de temps en temps pour pomper de l'air avec la pompe à vélo. En voiture on peut utiliser un compresseur d'air qui se branche sur l'allume cigare (qui sert à gonfler les pneus), ceci toutes les demi-heures. On peut mettre 100 alevins/10 litres.

On essaye d'éviter les heures chaudes. Si on passe près d'un puits, on change la moitié de l'eau. Quand on arrive à l'étang, on dépose les alevins dans leur nouvel étang délicatement, sans qu'ils reçoivent un choc de température.

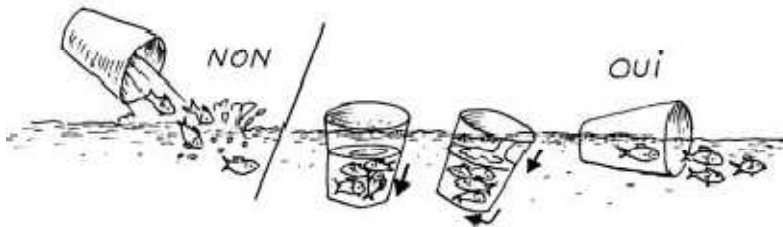
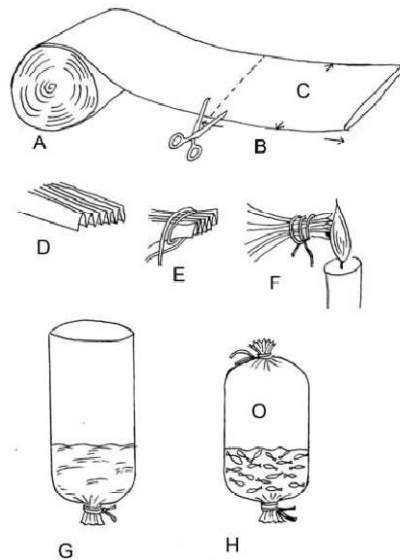


Figure: Technique de remise des alevins dans l'étang.

### **Recommandations**

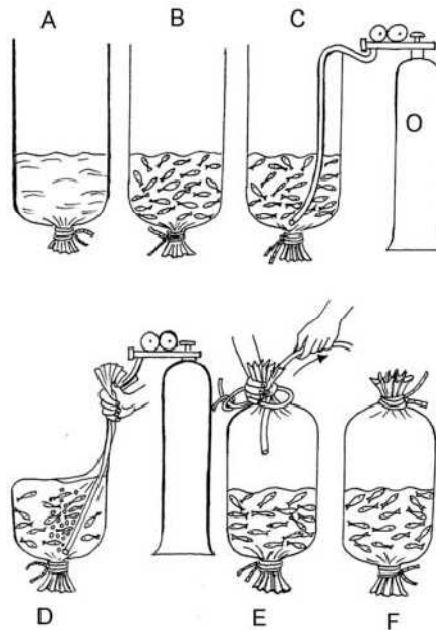
a) Pour transporter des poissons adultes, il convient de les anesthésier pour éviter qu'ils ne se battent et s'entretuent. L'anesthésique peut être le carbamate d'éthyle à la dose de 1,3 g /l, ou encore un tranquillisant SANDOZ MS 222 à la dose de 1/25 000 ou du phénoxy-éthanol. Il est toujours souhaitable de faire des essais préalables pour vérifier les doses utilisées qui peuvent varier avec la qualité de l'eau et les espèces de poissons.

b) Effectuer les transports à base température pour réduire le métabolisme des poissons et, par conséquent, la consommation en oxygène. Employer des cubes de glace pour diminuer la température si nécessaire. Une température de 18 à 20° est satisfaisante pour la plupart des espèces tropicales transportées.



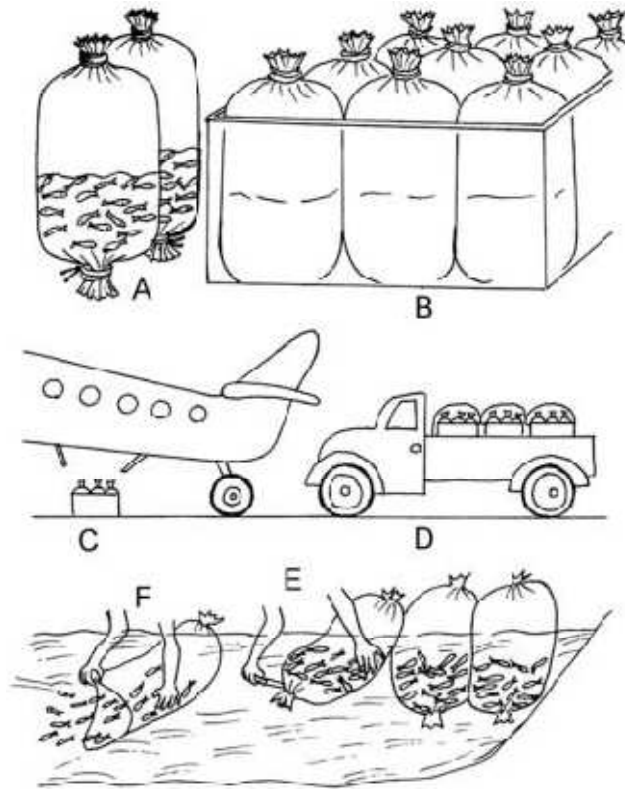
Légende : A = Découper une feuille de plastique, B = 80 - 90 cm, C = 55 - 60 cm, D = Plier, E = Lier, F = Faire fondre et souder les extrémités, G = Emballage plastique rempli d'eau, H = Conditionnement des alevins pour le transport, O = Oxygène.

Figure 5.19 : Confection d'emballages de plastique pour le transport des alevins.



Légende : A = 5 - 6 litres d'eau pure, B = Mettre le nombre recommandé de poissons, C = Maintenir au fond le tuyau d'oxygène, O = Oxygène, D = Expurger l'air et insuffler l'oxygène au fond du sac, E = Insuffler suffisamment d'oxygène pour gonfler le sac qu'on nouera d'un nœud serré, F = Sac prêt à voyager.

Figure 5.20 : Emballage des jeunes poissons en sacs de plastique et conditionnement à l'oxygène.



Légende : A = Jeunes poissons voyageant dans une eau saturée d'oxygène, B = Sacs serrés dans une caisse ou un carton, C = Par avion, D = Par camion, E = Egaliser la température avant de sortir les poissons, F = Lâcher les poissons dans le bassin.



Figure 5.21 : Transport des jeunes poissons en sacs de plastique.

## 7.6. Elevage de Clarias

### 7.6.1 Généralités

Les stades du Clarias : taille et poids par stade :

- a) Œufs** 1 – 1,6 mm 1,2 – 1,6 mg
- b) Larves** 5 – 7 mm 1,2 – 3 mg
- c) Alevins** 8 – 30 mm 3 – 1.000 mg
- d) Juvéniles** 3 – 10 cm 1 – 10 g
- e) Poissons adultes** 32 – 140 cm 0,3 – 16 kg

### 7.6.2 Reproduction favorisée

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

#### a. Reproduction en bacs en béton

La méthode de *reproduction favorisée en bas de béton ou en étang* est l'une des premières à avoir été utilisée. Le stimulus est constitué par une crue simulée. Les géniteurs sont choisis pour leur degré de maturité sexuelle (ventre ballonné des femelles et agressivité des mâles). Les sexes du Clarias. Ils sont placés dans des étangs ou dans des bacs de petite dimension: (ordre de grandeur : 1 x 0,5 m en surface et 0,7 m de profondeur).

Le fond du bac est couvert de cailloux ronds et propres. Le niveau d'eau est de 20 cm environ au début de l'opération. Les géniteurs sont placés dans les bacs en général après injection hormonale (suivant la saison et leur degré de maturité) dès le matin. La crue est simulée en fin d'après midi. Le robinet d'adduction d'eau est ouvert de telle sorte que le bac soit plein dans les 4 à 5 heures qui suivent.

La crue induit la maturation des gonades et la ponte suit dans la soirée ou la nuit. La parade nuptiale est souvent vigoureuse et il n'est pas rare de trouver la femelle blessée à l'issue de l'opération. Les œufs pondus adhèrent aux cailloux.

Dès le lendemain la ponte est observable et on enlève les géniteurs qui sont mis au repos.

L'incubation se poursuit dans le bac. Le problème majeur est l'alimentation des larves après résorption de la vésicule vitelline (délais de 2 à 3 jours après l'éclosion).

#### **b. Reproduction en étangs de petite taille**

La méthode de *reproduction favorisée en étang de petite taille* est calquée sur celle précédemment décrite mais se déroule dans des étangs de petite taille (0,3 à 0,5 ares). Les géniteurs après injection sont placés dans un fond d'eau.

Dans l'après midi, une crue est simulée qui recouvre le fond de l'étang et l'aire de cailloux qui y ont été disposés. Les œufs sont pondus et fertilisés sur les zones fraîchement inondées. Dès le lendemain, les géniteurs sont récupérés et l'étang est laissé pour le pré grossissement des larves pendant un mois. Durant ce temps, tout est fait pour favoriser le développement de plancton dans l'étang (compost, fumier à petites doses). Cette méthode a l'avantage de ne pas nécessiter l'apport d'aliments artificiels aux alevins.

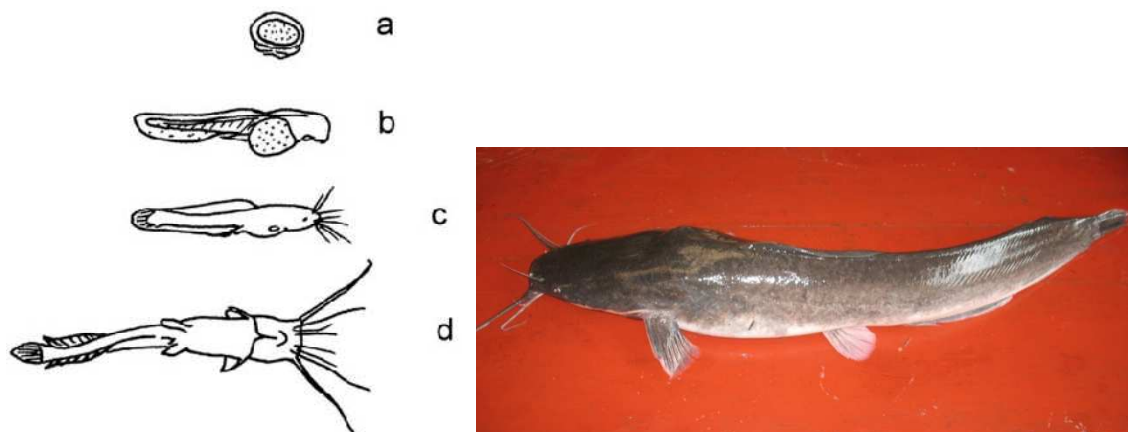
L'usage des étangs, par contre, augmente la prédation par les grenouilles et les autres poissons). Cette méthode quoique simple donne des résultats très variables : selon la saison et l'expérience, mais aussi la chance, c'est de 10 à 1.000 alevins de taille variable (0,5 à 1,5 g) que l'on récolte à la fin du premier mois. Parfois c'est l'échec total.

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

#### **7.6.3. Reproduction artificielle**

La reproduction artificielle se réalise en éclosérie car la reproduction naturelle

est difficile (possible seulement en saison de pluies) alors que le pré grossissement et le grossissement se font en étang.



- a) **Œufs** 1 – 1,6 mm 1,2 – 1,6 mg  
 b) **Larves** 5 – 7 mm 1,2 – 3 mg  
 c) **Alevins** 8 – 30 mm 3 – 1.000 mg  
 d) **Juvéniles** 3 – 10 cm 1 – 10 g

**Poissons adultes** 32 – 140 cm 0,3 – 16 kg

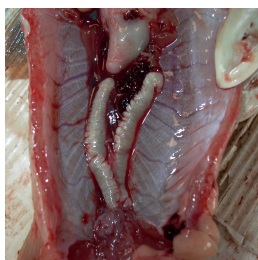


Fig. Testicules à bord couleur crème (présence de laitance), Testicules matures prêts à la reproduction, Larves de clarias dans un bassin à PVC au CEFORDA

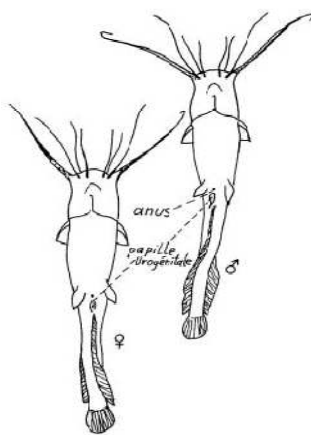


Figure : Détermination des sexes (sexage) chez le Clarias

### 8 . 3 . 1 Ecloserie

Il faut prévoir la construction de l'écloserie, comme sur un terrain en pente, de manière à ce que l'eau arrive par gravité. Il faut disposer d'eau de la

meilleure qualité possible pour l'incubation des œufs et l'élevage des larves. Il est important d'avoir assez d'eau courante disponible également durant la saison sèche. Dans une écloserie, l'eau est nécessaire pour fournir l'oxygène aux œufs, aux larves et aux géniteurs, pour évacuer les excréments et les autres saletés et pour nettoyer l'écloserie. Il faut disposer de réservoirs pour stocker les géniteurs pendant quelques jours.

Normalement, pour effectuer une reproduction artificielle induite, il faut compter 4 à 5 femelles et 2 mâles.

On utilise une auge pour l'incubation des œufs. Les dimensions d'une bonne auge sont de 200 x 50 x 30 cm. Elle peut être faite en bois, en polyester ou en béton. Le cuivre et le fer sont à éviter car ils empoisonnent souvent le poisson. Le fond et les parois de l'auge doivent être bien lissés. A une extrémité de l'auge d'incubation, il faut prévoir un trop plein pour régler la hauteur d'eau dans l'auge.

Pour éviter que les larves ne s'échappent, il est nécessaire de disposer une grille à mailles de 0,5 à 0,7 mm devant le trop plein. L'auge d'incubation est placée sur une table, à 1 m de hauteur, avec une légère pente.

L'équipement nécessaire pour effectuer la reproduction artificielle du Clarias, pour l'examen de la qualité de l'eau et pour l'entretien de l'écloserie est listé ci dessous:

- table d'environ 50 x 100 cm,
- épuisettes,
- balance,
- latte de mensuration,
- draps,
- papier absorbant,
- petits bacs,
- canules (diamètre extérieur 2 à 2,5 mm, diamètre intérieur 1,2 à 1,5 mm),
- seringue de 1 ml avec aiguilles,
- couteau bien aiguisé,
- pince coupe fil,
- mortier,
- paire de ciseaux,
- petite pince pointue,
- bouteille de sérum physiologique,
- matériel d'analyse d'eau,
- thermomètres,
- verrerie,
- brosses,



Figure: Matériel pour l'écloserie

### 8. 3. 2. Production de larves

Les reproducteurs sont récoltés dans les étangs de stockage de géniteurs. Avant de les introduire dans l'écloserie, il est bon de désinfecter les poissons en les faisant séjourner pendant trois heures dans un bain contenant 50 à 150 p.p.m. (part par million) de formol. Cette précaution doit être prise pour éviter de transmettre des germes pathogènes aux œufs et aux larves. Le choix des géniteurs femelles se fait sur la base du ballonnement de l'abdomen.

Les femelles au ventre mou et gonflé sont souvent mûres. On peut le vérifier par une biopsie : on introduit une canule (tuyau de plastique de 2 - 1,5 mm pour les diamètres extérieurs et intérieurs) par la papille génitale sur 4 à 6 cm de profondeur, aspirez doucement et rejetez une trentaine d'œufs sur une plaque pour vérifier que la majorité des œufs ont plus de 1 mm de diamètre. Cette opération en pratique est très rapide et très aisée.

Quant aux mâles, peu de signes extérieurs permettent de voir s'ils sont aptes à la reproduction. Le choix est donc porté sur le mâle en bonne santé et très actif. Les géniteurs sont nourris avec des granulés à un taux de 1,5 à 1% de la biomasse selon que le poids moyen est compris entre 0,5 et 1 kg.

Les femelles sélectionnées reçoivent par injection 4 mg d'extrait d'hypophyse séchée de carpe ou de Clarias par kilogramme de poids vif de poisson comme montré aux figures suivante.

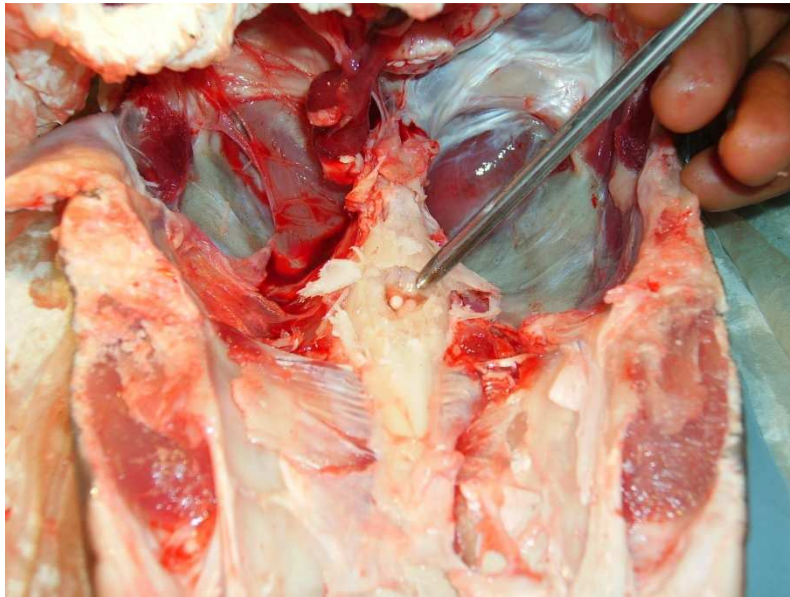


Figure: Extraction de l'hypophyse (point blanc au bout de la pointe de stylo)

L'injection est faite dans la musculature dorsale et a lieu de préférence la nuit afin de procéder à l'extraction des œufs le lendemain matin après un temps de latence qui est fonction de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus le temps de latence est court : 20 heures à 20°, 12 heures à 25° et 8 heures à 30°C environ. Après le temps de latence, les œufs sont expulsés par massage abdominal de la femelle. Ils sont recueillis dans un bol bien sec. On peut en récolter de 30 à 100.000 par femelle.

Le mâle est sacrifié (tué) et les testicules sont prélevés et pressés dans un bocal contenant une solution physiologique salée de chlorure de sodium ou sel de cuisine (NaCl) à 9 pour mille.

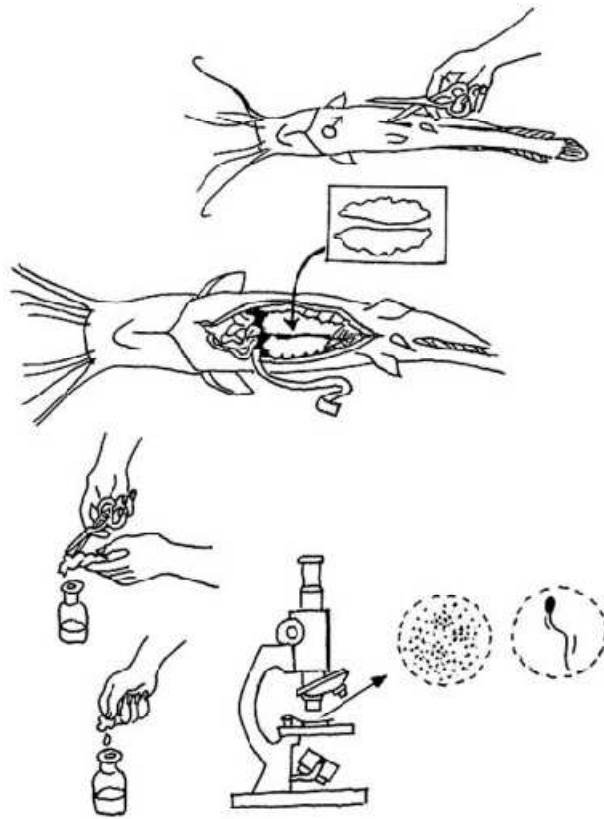


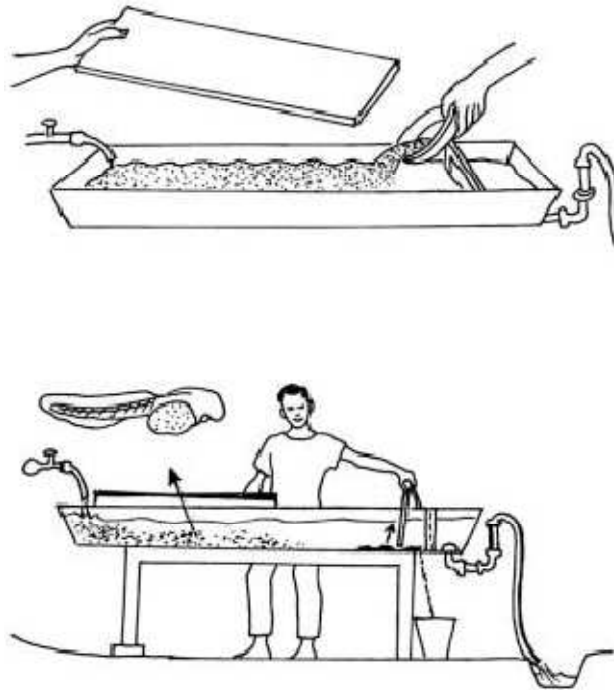
Figure: Récolte de la laitance (du sperme)

Quelques gouttes de laitance ainsi obtenues sont versées dans le bol contenant les œufs. On y ajoute de l'eau pour activer les spermatozoïdes ; ensuite on mélange le tout pendant environ 30 s.



Figure: Extraction manuelle (par stripping) et fécondation des œufs

Les œufs fécondés sont mis sur des plaques perforés et incubés en eau courante dans les bacs d'éclosion comme montré à la figure 6.15. La durée de l'éclosion dépend de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus la durée d'éclosion diminue, 60 heures à 20°C, 30 heures à 25 °C, 20 heures à 30°C.



Légende : Incubation des œufs (en haut) et élevage des larves (en bas)

Figure : Bacs d'éclosion

Pour éviter le développement de champignon (surtout du type Saprolenia) sur les œufs morts, il faut traiter les bacs d'éclosion contenant ces œufs avec 25 p.p.m. de Wescodyne et 2,5 p.p.m. de vert de malachite pendant 5 à 10 min.

Après l'éclosion, les larves tombent au fond du bac d'éclosion. Elles ont plus ou moins 4 mm de long et pèsent 1 mg.

Les œufs morts se collent sur la plaque ; ils sont jetés. Dans le bac d'éclosion, les larves viables vont être séparés des larves déformés, pour cela une partie du bac est recouverte ; les larves viables se rassemblent vers l'ombre tandis que les déformées ne pouvant se déplacer, vont être jetées.

### 8. 3 .3 Production d'alevins

Il s'agit de la production d'alevins ou grossissement des larves ou phase d'alevinage. Le pré grossissement des larves demande un bon suivi en éclosierie.

L'alimentation et les conditions d'élevage (traitement des maladies, hygiène) sont les principaux facteurs d'élevage pour permettre une meilleure survie.

Les larves écloses commencent à se nourrir après la résorption de la vésicule vitelline. La durée de cette résorption est fonction de la température de l'eau. Plus la température est élevée, plus la durée diminue. De 3 à 4 mg jusqu'à 30 mg, les larves sont nourries avec des nauplii d'*Artemia salina* (aliment de pisciculture, le nauplii étant le stade de développement du crustacé *Artemia*) et de 30 à 250 mg avec du Trouvit (aliment français pour truites) ou avec des zooplanctons récoltés dans des étangs fertiles. Cette alimentation peut non seulement permettre une croissance rapide mais aussi limiter le taux de mortalité souvent dû à la prédation et aux maladies. Pour permettre une meilleure croissance des larves, l'aliment doit être distribué de façon continue.

#### **8. 4 Production de juvéniles**

Il s'agit de la production de juvéniles ou pré grossissement en étang de 2 à 4 ares (Etangs d'alevinages).

La densité de mise en charge est d'environ 65 alevins de 30 à 250 mg par m<sup>2</sup>. Les alevins sont nourris principalement à l'aliment naturel (plancton). Il y a donc lieu de le développer par apport de fumure organique ou minérale dans l'étang.

En général, la mise en charge est de 50 à 60 alevins /m<sup>2</sup> soit 20 à 24.000 /4 ares.

La récolte des juvéniles ou *fingerlings* intervient 30 jours après la mise en charge des alevins à la taille moyenne de 1 à 3 g (3 à 6 cm). Le taux de survie maximum est d'environ 30%. Un étang de 4 ares peut recevoir jusqu'à 24.000 larves qui donneront de 2.400 à 7.200 alevins de 1 à 3 g.

#### **8. 5 Production de poissons marchands**

La production de poissons marchands s'appelle le grossissement. En monoculture, la mise en charge se fait avec des juvéniles de 1 à 3 g, à la densité de 10 par m<sup>2</sup> soit 4.000 /4 ares. Les poissons sont nourris avec des granulés dosant 30 à 40 % de protéines. En général, la ration alimentaire journalière varie entre 10 à 2% du poids vif. Les poissons sont récoltés après 6 à 8 mois d'élevage au poids

moyen de 200 à 400 g. On obtient un taux de survie de 50 % et une productivité de 400 kg /4 ares /cycle soit environ 20 T /h /an.

### **8.6 Polyculture Clarias - Tilapia**

La mise en charge se fait avec :

- Clarias 1 à 3 g : 3 /m<sup>2</sup> soit 1.200 /4 ares ;
- Tilapias de 5 à 15g : 2 /m<sup>2</sup> soit 800 /4 ares.

L'alimentation se compose de tourteau de coton au taux de 5 à 2% de la biomasse.

La durée est de 6 mois, le rendement est de :

- Clarias 140 kg /4 ares soit 7,2 T /ha /an ;
- Tilapias : 65 kg /4 ares soit 3,3 T /ha /an.

### **8.7 Autres aliments**

Les doses possibles de son de riz en fonction du poids moyen individuel sont de :

- jusqu'à 20 grammes : 4 kg /4 ares /jour ;
- de 20 à 150 grammes : 6 kg /4 ares /jour ;
- plus de 150 grammes 8 kg /4 ares /jour.

Ces aliments peuvent être améliorés par 1 ou 2 brouettes de lisier de porc par semaine.

## **CHAPITRE VIII**

### **L'AGROPISCICULTURE**

#### **8.1. Introduction**

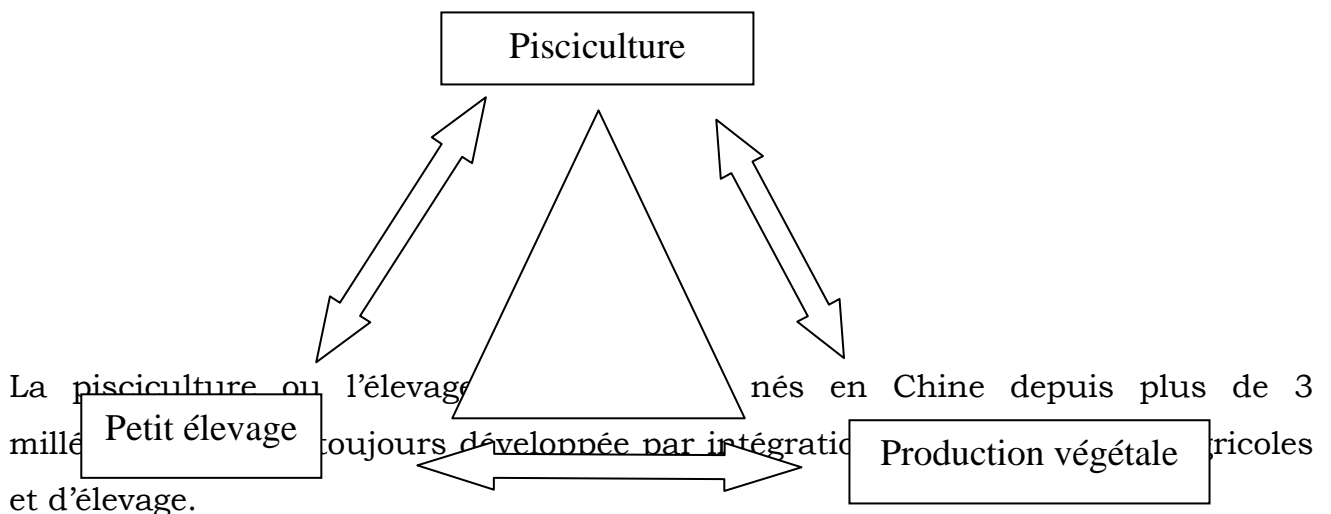
L'explosion démographique entraîne la nécessité de produire plus d'aliments sur des superficies de plus en plus réduites. Ce processus d'intensification a, dans les pays développés, conduit à la mise en place d'unités agricoles plus performantes. Cette augmentation de la productivité repose sur la mécanisation agricole, l'utilisation d'herbicides, de pesticides et d'engrais chimiques. L'ensemble de ces moyens est onéreux et pénalisent pour l'environnement et le bien-être des producteurs et des consommateurs.

Une meilleure gestion des ressources naturelles mondiales est essentielle pour atteindre le double objectif d'une production agricole durable : nourrir une population mondiale croissante, et préserver les ressources naturelles. Il y a donc lieu de contrôler l'expansion de l'élevage et de mieux l'intégrer dans des systèmes globaux de production agro-piscicole.

Il s'agit de mettre en place des activités agricoles complémentaires suivant le modèle schématisé comme ci-dessous.

Le système est conçu de manière à minimiser les intrants. En effet l'alimentation des poissons est essentiellement basée sur les déchets d'élevage (fientes de volailles; crottes de porcs) et sur le plancton. Les produits de culture sont transformés sur place et conditionnés sous forme d'aliments pour animaux et poissons. L'eau des bassins de pisciculture sert à arroser les cultures et à fertiliser les sols.

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



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

contraste avec les pertes conséquentes de matières organiques, source de pollutions graves, résultant des élevages concentrationnaires de type avien ou porcin.

## 8.2. - Riz-poissons

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

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

Il peut s'agir d'alterner les bandes des cultures et les étangs comme sur la photos ci après.



Fig. Rizipisciculture et Plates bandes des cultures maraichères à la Station de RWASAVE à Butare/Rwanda (©Photo Kathavo)

## 8.3- Poulets-poissons

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

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

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



Fig. Poulailleur construit directement au dessus des étangs à la Station de RWASAVE à Butare/Rwanda (©Photo Kathavo)

Si on élève des poissons-chats (à une densité de 4 poissons m<sup>2</sup>), on pourra élever jusqu'à 120 poules par 100 m<sup>2</sup> d'étang.

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

#### **8.4- Canards-poissons**

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

Dans ce système, on peut loger les canards de plusieurs manières. On peut construire une canardière flottant sur l'eau ou reposant sur des pilotis au-dessus de l'eau ou la rive de l'étang. Les canards ont seulement besoin d'un abri pour se reposer. Une canardière construite au-dessus de l'eau doit avoir un sol à claire-voie ou en grillage pour laisser passer le fumier. La pisciculture intégrée à l'élevage de canards peut donner des rendements de 30 à 55 kg par 100 m<sup>2</sup> par an. Ce rendement dépend du nombre de canards par m<sup>2</sup> et des espèces de poissons

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

### 8.5- Porcs-poissons

Il s'agit de la pisciculture intégrée à l'élevage de porcs. En général, les porcs ont besoin d'un sol d'une superficie de 1 à 1,5 m<sup>2</sup> par porc. Il y a deux moyens de loger des porcs en combinaison avec les poissons.

Le plus courant est de construire les enclos sur les rives de l'étang. On creuse les canaux de drainage de façon que le fumier de porc puisse être lavé avec l'eau dans l'étang. Un enclos à sol dur permet de perdre moins de fumier. Le sol est généralement construit en pente dans la direction de l'étang pour faciliter le lavage du fumier dans l'étang.



Fig. Porcheries construites sur les berges des étangs à Butare/Rwanda (©Photo Kathavo)

Dans certains cas, on construit les enclos au-dessus des étangs. Ils sont en bois, construits sur pilotis avec un sol à claire-voie pour que le fumier puisse tomber dans l'étang. Si l'étang est petit, on construit l'enclos du côté du vent, pour que le vent répande le fumier sur l'étang. Si l'étang est grand, il est bon de construire des enclos à plusieurs endroits au-dessus de l'étang.

La construction d'enclos au-dessus de l'étang présente certains inconvénients. Au dessus de l'étang, c'est souvent humide et ouvert aux courants d'air, ce qui provoque des troubles respiratoires chez les porcs.

L'espèce la plus souvent élevée avec le porc est le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*). La densité utilisée varie de 250 à 300 poissons par m<sup>2</sup>. La polyculture de différentes espèces se fait également.

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

### 8.6- Lapins-poissons

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



Fig. Clapiers construits directement au dessus des étangs à la Station de RWASAVE à Butare/Rwanda (©Photo Kathavo)

## CHAPITRE IX

### INTRODUCTION A LA TECHNOLOGIE DE CONSERVATION DES POISSONS

A l'exception de rare cas d'élevage (carpe et truite) et des quelques espèces (saumon et anguille) que l'on capture à l'embouchure de fleuve, la plupart des poissons de mer sont à pêcher relativement loin de côte. Il faut par conséquent le préserver temporairement pour pouvoir le transporter jusqu'à terre soit les traiter dès la capture dans les bateaux spécialement équipés. Parmi les espèces ayant une grande importance du point de vue industriel on mentionne les poissons dits gras dont la famille de clupéidés avec le Hareng et le Sparte, la sardine, l'Anchois, les scombridés avec le Thon et le Maquereaux et le salmonidé. Ces espèces constituent la principale matière première des industries de conserve des poissons.

Chez les poissons maigres dont la teneur en lipide ne dépasse pas 5% et/ou le phospholipide intrant cellulaire représente 65% de la matière grasse, la 1<sup>ère</sup> place revient à la Morue dont on sale (mettre le sel) et sèche des grandes quantités. Viennent ensuite divers poissons de chalut comme le cabillaud, et le Merlu qui sont vendus ou transformés en filet que l'on congèle ; La chair de poisson contient des protéines de valeur biologique élevée, elle est riche en vitamine du groupe B et en Iode. Chez les poissons gras, elle est riche également en vitamine A et D. Ces 2 vitamines ne sont présentes que dans les foies de poisson nègre à des concentrations d'ailleurs très élevé ce qui rend cet organe parfois très toxique. Le poisson frais est un produit très digestible dont le coefficient de digestibilité est de 97%. La teneur en eau est toujours supérieur à 70% tan disque celle en protéine varie de 15 à 22%. Le poisson doit être manipulé avec précaution et rapide parce qu'il a tendance à se décomposer facilement. La fraîcheur du poisson de consommation ou de conservation doit être apprécié par :

- les yeux au niveau des orbites.

- Le cornet doit être claire (partie blanche des yeux)
- Les branchies rouges
- L'odeur spécifique du poisson frais
- Les écailles brillantes et bien fixées sur la peau

- L'anus un peu retiré à l'intérieur.
- Une trace laissée par la pression du doigt sur le corps s'efface rapidement

### 10.1- Les poissons fumés ;

a. procédé : fumage

b. préparation

- Placer le poisson sur une natte ou sur des feuilles
- Enlever les écailles des gros poissons sans abîmer la peau
- Ouvrir les poissons pour le vide de viscère avant de le découper en morceau de 10cm de long environ.
- Laver et rincer le poisson avec une grande quantité d'eau propre.
- Commencer le fumage immédiatement après en exposant les poissons ou morceaux des poissons sur les grilles, les claies ou les traverses.
- Disposer les produits en ranger en évitant qu'ils se touchent.
- Superposer 3 à 5 grilles chargées afin de gagner l'espace lors du fumage.



Fig. Fumage industrielle (en Belgique, 2006) et artisanal (à Kasenyi/Lac Edourd RDC) du poisson (©Photo Kathavo 2010)

### 10.2 - Poisson séché

a. procédé : séchage.

b. Préparation : la technique est surtout appliquée chez les fretins ou les alevins c'est-à-dire les poissons de petite taille.

- Laver les poissons dans une grande quantité d'eau propre.

- Etaler les poissons sur les claies ou grilles pendant 1 à 2 jours.
- Une fois sec les poissons peuvent être stocker plus de 6 mois.

### **10.3- Poisson salé et séché**

a. procédé : salaison et séché

b. préparation :

- Pour le gros poisson on enlevé la tête puis on le fend pour le vider. Si le poisson est trop épais, même fendu, il faut des incisions sur les parties charnues pour permettre une bonne pénétration du sel. Souvent le poisson est coupé en 2 parties allant de la nageoire dorsale à l'abdomen sans le séparer puis on fait des incisions.

- La salaison doit se faire immédiatement après cette opération
- Etaler une couche de sel au fond du panier,
- mettre une rangé de poisson qu'on recouvrira d'une couche de sel
- les parties fendues doivent être en contact avec du sel
- les poissons ne doivent pas se toucher
- Alternner donc les couches de sel et de poisson jusqu'à épuisement des poissons au cas où le poisson est plein
- Découvrir la dernière rangée de poisson d'une épaisse couche de sel
- On recouvre ensuite le panier d'un plastic assez solide sur lequel on place l'objet lourd
- Poser le panier sur les blocs des pierres pour faciliter l'écoulement de l'eau provenant des poissons salées.
- Garder ces dispositifs en place jusqu'au lendemain.



Fig. Poissons salés par la méthode artisanale (à Kasenyi/Lac Edourd RDC) du poisson (©Photo Kathavo 2010)

Le produit peut être séché au soleil ou quand le temps ne le permet pas, on procède à un séchage artificiel. Pour le séchage au soleil, disposer les poissons sur les grilles ou simplement sur des glaies voire suspendre une corde. Ce qui permet une bonne circulation de l'air. Laisser le poisson à l'ombre pendant 1 ou 2 jours avant de les exposer au soleil. Cela évite la formation d'une croûte de surface qui empêcherait par la suite un bon séchage. Le séchage qui dure deux à 4 jours prend fin quand les poissons sont très durs c'est-à-dire difficiles à plier. A cet état ils peuvent être conservés pendant plus de 6 mois dans des paniers recouverts de feuilles et placés dans un endroit sec et aéré.

#### **10.4- Poisson réfrigéré**

Il intéresse surtout le transport du poisson à conserver du lieu de capture au lieu de consommation ou de stockage. Cette réfrigération est assurée par la glace artificielle ou naturelle. Cette glace est broyée pour assurer un contact uniforme avec le corps du poisson. Les poissons bien lacés sont placés dans des corbeilles, caisses et cartons. Le rapport entre poisson et glace est de 75% glace et 25% poisson pour le transport en grande distance. Lorsque les poissons sont mélangés on prendra soin de mettre le gros et le résistant en bas tandis que les petits en haut.

#### **10.5- Poisson congelé**

La congélation s'effectue dans des installations appropriées. Les poissons sont triés selon la taille puis nettoyés avec une grande quantité d'eau propre. Les petits poissons et les moyens sont mis dans des caisses. Les gros et les très gros sont éviscérés ou fendus et accrochés à des crochets métalliques. Ils sont ensuite

congelés à la température de -25 à -35°C pendant 12 à 16h selon qu'il s'agit des petits et moyens ou pendant 72heures pour les gros poissons à une humidité de 90 à 95%. A la température de -15°C, la conservation est de  $\pm$  6 mois.

## Table des matières

CHAPITRE I : .....	2
INTRODUCTION A LA PISCICULTURE.....	2
1.1- Objectifs du cours.....	2
1.2- Quelques définitions.....	2
1.3- Importance de la pisciculture .....	3
1.4- Disciplines liées à la pisciculture .....	3
1.5- Spécificités de l'élevage des poissons.....	4
1.6. Types de pisciculture suivant le mode d'élevage .....	5
1.6.1 Pisciculture extensive .....	6
1.6.2. Pisciculture semi - intensive .....	7
1.6.3. Pisciculture intensive .....	7
1.6.4. Pisciculture super intensive .....	7
1.7- Historique de la pisciculture.....	7
1.7.1- Dans le monde .....	7
1.7.2- En République Démocratique du Congo.....	8
1.7.3. Contraintes limitant le développement de l'aquaculture en R.D. Congo .....	10
2.1- Critères de choix des milieux d'élevage .....	11
2.1.1- La nature de la vallée et la topographie :.....	11
2.1.3- La nature du sol .....	16
CHAP III.....	19
CONSTRUCTION DES DIFFERENTS MILIEUX D'ELEVAGE .....	19
3.1- Les systèmes traditionnels.....	19
3.1.1. Les Ahlos .....	19
3.1.2. Les whédos ou trous à poissons.....	19
3.1.3. Les acadjas.....	20
3.2- LES SYSTEMES AMELIORES .....	21
3.2.1. Les étangs .....	21
3.2.2. Les formes et dimensions des milieux d'élevage .....	23
3.2.3.- Les principales parties d'un étang .....	23
3.2.4.- Le piquetage ou dimensionnement d'un étang.....	30
3.2.5.- Les normes d'utilisation des plans d'eau .....	30
3.2.6. - Les différents types d'étangs .....	31
3.2.6.2. Selon les moyens de drainage .....	33
3.2.6.3. Selon les matériaux de construction .....	34
3.2.6.4. Selon la technique de construction .....	36
3.2.7. Les trois principaux types d'étangs.....	37
3.2.8. Profondeur des étangs piscicoles .....	41

3.3. LES BASSINS.....	42
3.4. LES ENCLOS.....	43
3.5. LES CAGES FLOTTANTES.....	44
CHAPITRE IV .....	45
L'APPROVISIONNEMENT EN EAU D'UNE INSTALLATION PISCICOLE.....	45
4.1- LA QUANTITE DE L'EAU .....	45
4.2- LES SOURCES D'EAU .....	46
4.3- L'AMENEE D'EAU A L'EXPLOITATION .....	47
4.3.1- Elévation du niveau de la source d'eau.....	47
4.3.2- Creusement d'un canal d'alimentation.....	48
4.3.3- Creusement d'un canal de drainage ou 'évacuation.....	49
CHAPITRE V .....	51
QUALITE ET NORMES DES MILIEUX AQUACOLES.....	51
5.2- Le sol.....	64
5.3- La production d'organisme servant de nourriture aux poissons.....	64
5.4- La chaîne alimentaire dans l'eau.....	66
CHAPITRE VI.....	68
LE POISSON : ELEMENTS D'ANATOMIE ET DE BIOLOGIE .....	68
6.1- L'anatomie du poisson .....	68
6.1.1- Le corps du poisson .....	68
6.1.2- La tête .....	69
6.1.3- Le tronc .....	69
6.1.4- La queue .....	70
6.1.5- Les nageoires .....	70
6.1.6- Le tube digestif.....	71
6.1.7- Les organes de sens .....	72
6.2.1- La respiration .....	73
6.2.2- L'alimentation et la digestion.....	74
6.2.3- La croissance.....	75
6.2.4- La reproduction .....	76
7.2.3 Perche du Nil (poisson capitaine).....	83
8.2. - Riz-poissons .....	109
8.3- Poulets-poissons .....	109
8.4- Canards-poissons .....	110
8.5- Porcs-poissons.....	112
8.6- Lapins-poissons .....	113