

La pisciculture à petite échelle en eau douce

Agrodok 15 - La pisciculture à petite échelle en eau douce



partageons les connaissances au profit des communautés rurales
sharing knowledge, improving rural livelihoods

Agrodok 15

La pisciculture en eau douce à petite échelle

Assiah van Eer
Ton van Schie
Aldin Hilbrands

© Fondation Agromisa, Wageningen, 2004.

Tous droits réservés. Aucune reproduction de cet ouvrage, même partielle, quelque soit le procédé, impression, photocopie, microfilm ou autre, n'est autorisée sans la permission écrite de l'éditeur.

Première édition français : 1996

Deuxième édition français : 2004

Auteurs : Assiah van Eer, Ton van Schie, Aldin Hilbrands

Illustrators : Linda Croese, Oeke Kuller, Barbera Oranje

Traduction : Evelyne Codazzi

Imprimé par : Digigrafi, Wageningen, the Netherlands

ISBN : 90-7707-373-6

NUGI : 835

Avant-propos

Cet Agrodok a pour objectif de fournir des informations de base sur la mise en place d'une installation piscicole à petite échelle en vue de satisfaire les besoins quotidiens en protéines.

Les pratiques piscicoles étant très diverses, cet Agrodok se limite à la pisciculture en eau douce dans des structures en terre. Comme l'élevage en étang est la forme de pisciculture la plus courante sous les tropiques, ce livret donne des informations sur la construction et la gestion des étangs.

Nous aimerions recevoir vos commentaires sur le contenu de ce livret.

Wageningen, 1996

Assiah van Eer, Ton van Schie, Aldin Hilbrands.

Sommaire

1	Introduction	6
2	La pisciculture : principes de base	7
2.1	Planification d'une entreprise aquicole	7
3	Planification du site et type de pisciculture	10
3.1	Choix du site	10
3.2	Type de ferme aquicole	15
3.3	Autres méthodes piscicoles	20
4	Les pratiques piscicoles	23
4.1	Choix des espèces de poisson	23
4.2	L'alimentation des poissons	26
4.3	Transparence de l'eau comme indicateur de fertilité	29
4.4	Santé et maladies	31
4.5	Reproduction	33
4.6	La récolte du poisson	34
4.7	Entretien et suivi	38
5	La culture de la carpe	43
5.1	La carpe commune	44
5.2	La carpe indienne et la carpe chinoise	49
6	La culture du tilapia	53
6.1	Production des oeufs	56
6.2	Les étangs de croissance	57
6.3	Aliments et engrais	57
6.4	Taux de mise en charge et niveaux de production	58
7	La culture du poisson-chat	60
7.1	La production des oeufs	61
7.2	Les écloseries	63
7.3	La production d'alevins	63

7.4	Étangs de croissance	64
7.5	Besoins alimentaires	65

Annexe 1: Directives pour le dessin et la construction d'un étang	66
--	-----------

Annexe 2 : Aperçu des espèces de poissons souvent cultivées et de leur préférences alimentaires	79
--	-----------

Annexe 3 : Caractéristiques des matériaux de chaulage	80
--	-----------

Bibliographie	82
----------------------	-----------

Adresses utiles	84
------------------------	-----------

1 Introduction

Cet Agrodok a pour objectif de fournir des informations de base sur la mise en place d'une installation piscicole à petite échelle en vue de satisfaire les besoins quotidiens en protéines.

Les pratiques piscicoles étant très diverses, cet Agrodok se limite à la pisciculture en eau douce dans des structures en terre. Comme l'élevage en étang est la forme de pisciculture la plus courante sous les tropiques, ce livret donne des informations sur la construction et la gestion des étangs.

La première partie (Chapitres 2 à 4) décrit les principes de la pisciculture, notamment le choix du site et le type de pisciculture. Le chapitre 4 traite des pratiques piscicoles, notamment le choix des espèces, l'alimentation, les aspects sanitaires, la reproduction, la récolte et l'entretien des étangs.

La deuxième partie (Chapitres 5 à 7) donne des informations spécifiques sur la culture de la carpe, du tilapia et du poisson-chat.

2 La pisciculture : principes de base

Le poisson a constitué pendant des siècles une part importante des régimes alimentaires humains dans de nombreux pays du monde. Grâce aux progrès technologiques, notamment aux engins très puissants et à l'équipement sonar, le volume de la pêche s'est rapidement accru au cours des cent dernières années. Même si ce volume stagne depuis 15 ans, la pêche excessive a déjà provoqué une baisse des réserves poissonnières jusqu'à devenir à l'heure actuelle un problème mondial. Le besoin d'augmenter les réserves par la pisciculture est urgent.

Le terme d'aquiculture (ou pisciculture) recouvre toutes les formes de culture d'animaux et de plantes aquatiques en eau douce, saumâtre et salée. L'aquiculture a le même objectif que l'agriculture : augmenter la production alimentaire au-dessus du niveau de production naturelle. Tout comme en agriculture, les techniques piscicoles comprennent l'enlèvement des plantes et des animaux indésirables, leur remplacement par des espèces désirées, l'amélioration des espèces par le croisement et la sélection, et l'amélioration de la nourriture disponible par un apport d'engrais. Combinée à l'agriculture, à l'élevage et aux techniques d'irrigation, la pisciculture conduit à une meilleure utilisation des ressources locales et, en fin de compte, à une augmentation de la production et des bénéfices. Cette pratique appelée "pisciculture intégrée" est traitée en détail dans l'Agrodok 21.

2.1 Planification d'une entreprise aquicole

La terre, l'eau et les conditions climatiques sont les principaux facteurs naturels devant entrer en considération. Avant d'aménager un site pour l'aquiculture, il faut étudier les effets que cela pourra avoir sur l'environnement. Des zones importantes du point de vue écologique (par ex. les forêts mangroves) ne doivent pas être utilisées pour l'aquiculture. Les conditions essentielles sont la qualité et la quantité de l'eau dispo-

nible. Le type d'aquiculture et les espèces animales ou végétales pouvant être cultivées dépendent en grande mesure des propriétés du site.

Avantages de la pisciculture.

- Le poisson fournit des protéines animales de très bonne qualité pour la consommation humaine.
- L'intégration de l'aquiculture dans l'exploitation agricole fournit un revenu supplémentaire et améliore la gestion de l'eau dans la ferme.
- La croissance des poissons en étang peut être contrôlée : on élève uniquement les poissons que l'on choisit.
- Les poissons produits en étang appartiennent au propriétaire de l'étang ; ils sont protégés et peuvent être récoltés à volonté. Les poissons en eau libre peuvent être pêchés pour tout le monde, ce qui n'assure pas de part individuelle dans la pêche commune.
- Les poissons cultivés en étang sont généralement à portée de la main.
- L'utilisation des terres est plus efficace. Une terre marginale, par exemple trop pauvre ou trop coûteuse à drainer pour l'agriculture, pourra être consacrée avec profit à la pisciculture, à condition d'être convenablement préparée.

La pisciculture comporte aussi des risques. Ayant besoin de protéines pour leur croissance et leur reproduction, les poissons entrent en concurrence pour des produits qui, autrement, pourraient être utilisés directement pour la consommation humaine. Comme le coût de production est assez élevé, la culture en étang n'est pas toujours plus avantageuse que la pêche dans la nature.

Vu l'importance de l'investissement initial, des coûts de production et des risques économiques encourus par la mise en place d'une installation piscicole, on doit considérer certains facteurs très importants avant de s'embarquer dans une aventure piscicole.

➤ *Finances:*

Il faut faire une estimation du coût du terrain et des dépenses d'investissement pour la mise en charge, les bâtiments, la construction de l'étang, la main-d'oeuvre, la production et la récolte.

➤ *Site:*

Le sol doit retenir l'eau. Une eau de bonne qualité en quantité suffisante doit être disponible à un prix raisonnable. Le site doit être

proche de la maison. Il faut estimer les pertes potentielles dues au braconnage. Il faut aussi savoir à qui appartient la terre et demander, le cas échéant, les autorisations gouvernementales ou fédérales nécessaires. Le site et les routes doivent être praticables et non exposés aux inondations.

➤ *Mise en charge:*

Il faut choisir entre élever votre propre stock et l'acheter à d'autres personnes. Si vous avez l'intention de l'acheter, veillez à ce qu'il provienne d'une source sûre. Si vous choisissez l'élevage sur site, assurez-vous d'avoir assez d'espace pour l'entretien de votre stock et la production des jeunes (juvéniles).

➤ *Récolte:*

Il faut disposer de suffisamment de main-d'oeuvre pour la récolte des poissons. Recherchez la méthode de récolte la plus avantageuse. Vous pouvez avoir besoin d'installations de stockage pour les poissons récoltés.

La plupart de ces facteurs seront décrits plus en détail dans les chapitres suivants.

Les futurs pisciculteurs désirant bénéficier de conseils techniques peuvent souvent s'adresser à des services de vulgarisation. Dans certains cas, ils peuvent même recevoir une aide financière.

3 Planification du site et type de pisciculture

3.1 Choix du site

Le choix du bon site est le principal facteur de réussite en pisciculture. Cependant, comme le site idéal n'est pas toujours disponible, il faut souvent se contenter d'un compromis. Par ailleurs, d'éventuels conflits au sujet du terrain et de l'eau doivent d'abord être résolus. Il faut toutefois avoir choisi auparavant les espèces à élever en fonction de la disponibilité des aliments (par ex. les sous-produits agricoles) et des engrais (par ex. le compost ou le fumier animal).

Le choix du site dépend du type de pisciculture envisagé. La construction des étangs dépend des facteurs suivants : le type de sol, la qualité et la quantité de l'eau disponible, et les conditions requises pour le remplissage et la vidange.

Le sol

La qualité du sol influe et sur la productivité et sur la qualité de l'eau d'un étang. Elle doit aussi convenir à la construction des digues. Les deux propriétés du sol indispensables à connaître pour savoir si un sol est adapté à la pisciculture sont la texture (la taille des particules et leur composition) et la porosité ou perméabilité (capacité de laisser passer l'eau). Le fond de l'étang doit retenir l'eau (avoir une basse porosité, comme l'argile) et le sol doit contribuer à la fertilité de l'eau en fournissant des nutriments (sa texture est riche en particules d'argile). Par conséquent, le sol idéal pour la construction d'un étang doit être riche en argile. Les trois méthodes qui permettent de déterminer si un sol convient à la construction d'un étang sont :

1. la "méthode de pression",
2. le test de l'eau de source et
3. le test de perméabilité.

1. La méthode de pression (figure 1) :

- A Mouillez une poignée de terre avec juste assez d'eau pour le rendre humide.
- B Pressez la terre dans votre main.
- C Si elle garde sa forme quand vous ouvrez la main, le sol convient à la construction d'un étang.

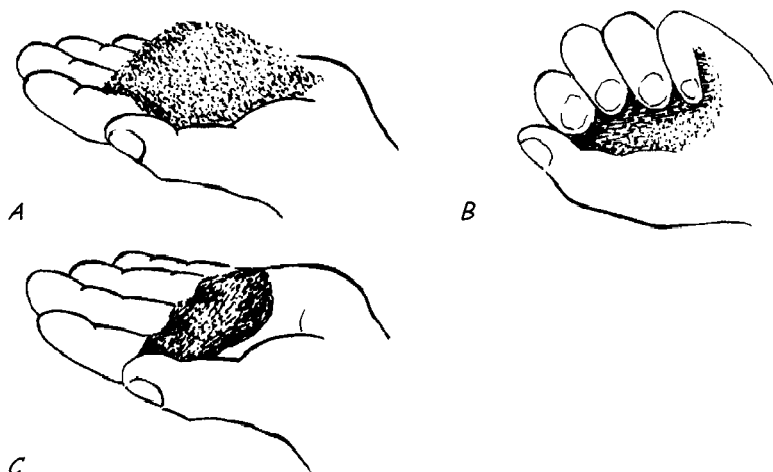


Figure 1 : La méthode de pression (Chakroff, 1976).

2. Le test de l'eau de source (figure 2) :

Pour donner des résultats sûrs, ce test doit être effectué pendant la saison sèche :

- a Creusez un trou d'un mètre de profondeur.
- b Recouvrez-le de feuilles pendant une nuit pour limiter l'évaporation.
- c Si le trou est rempli d'eau de source le lendemain matin, vous pourrez y construire un étang. Notez, dans ce cas, que le drainage exigera sans doute plus de temps à cause des hauts niveaux d'eau souterraines qui remplissent continuellement l'étang.
- d Si le trou est toujours vide le lendemain matin, les hauts niveaux d'eau souterraine ne poseront pas de problèmes et le site peut convenir à la pisciculture. Cependant, il vous reste encore à faire le test de perméabilité.

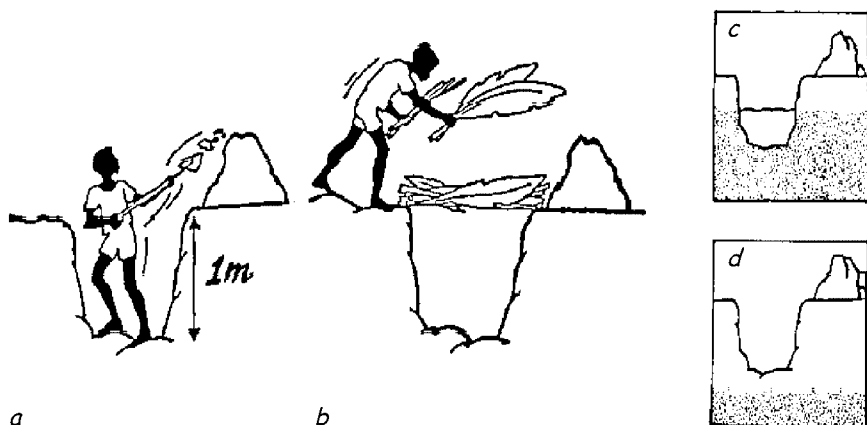


Figure 2 : Test de l'eau de source (Viveen et al., 1985).

3: Test de perméabilité (figure 3) :

- a Remplissez le trou jusqu'en haut avec de l'eau.
- b Recouvrez-le avec des feuilles.
- c Le lendemain, le niveau d'eau aura baissé à cause de l'infiltration. Les parois du trou seront probablement saturées d'eau et retiendront mieux l'eau.
- d Remplissez à nouveau le trou jusqu'en haut.
- e Recouvrez-le de feuilles une seconde fois. Le lendemain, contrôlez le niveau d'eau.
- f Si le niveau de l'eau est encore élevé, le sol est suffisamment imperméable et convient à la construction d'un étang.
- g Si l'eau a disparu à nouveau, le site ne convient pas à la pisciculture, à moins d'en recouvrir d'abord le fond avec des feuilles de plastique ou de l'argile lourde.

Le relief du terrain – en particulier sa pente – détermine le mode de construction de l'étang. On peut tirer profit de la pente pour installer le système de vidange. Les terrains très plats et les terrains vallonnés aux pentes supérieures à 2%-4% ne conviennent pas à la construction des étangs. Toutes les pentes entre 2 et 4% conviennent à la construction. Une pente de 2% signifie une inclinaison verticale de 2 cm par mètre

de distance horizontale. Si la pente est suffisante, vous pourrez remplir et vidanger l'étang en utilisant la gravité. Cependant, il faudra prévenir l'érosion des digues de l'étang.

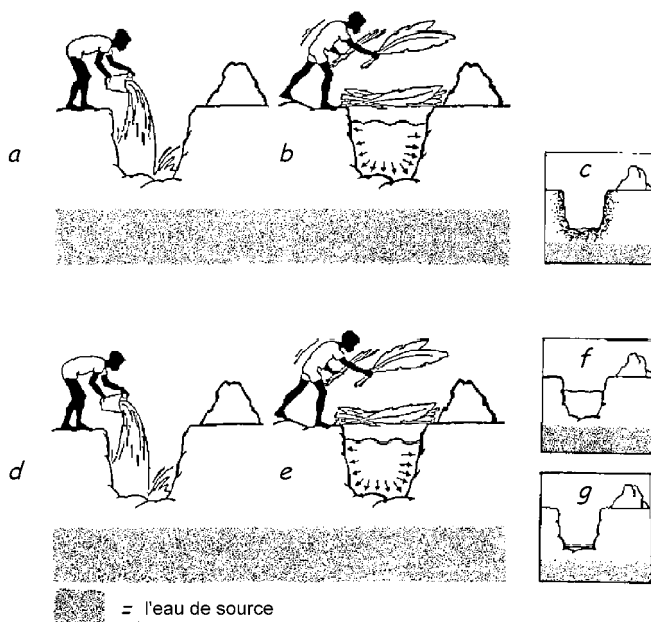


Figure 3 : Test de perméabilité à l'eau (Viveen et al., 1985).

L'eau

La qualité de l'eau disponible est très importante pour tous les systèmes piscicoles, mais sa quantité est encore plus importante pour les structures en terre. Une constante alimentation en eau est nécessaire, non seulement pour remplir l'étang, mais aussi pour compenser les pertes dues à l'infiltration et à l'évaporation (figure 4).

Le nombre des sources d'eau, leur retour en fonction des saisons et leur emplacement dans le champ relativement à une éventuelle pollution sont des critères très importants dans le choix du site. Dans des conditions idéales, l'eau est disponible tout le long de l'année. Certaines sources d'eau et leurs inconvénients sont donnés au tableau 1.

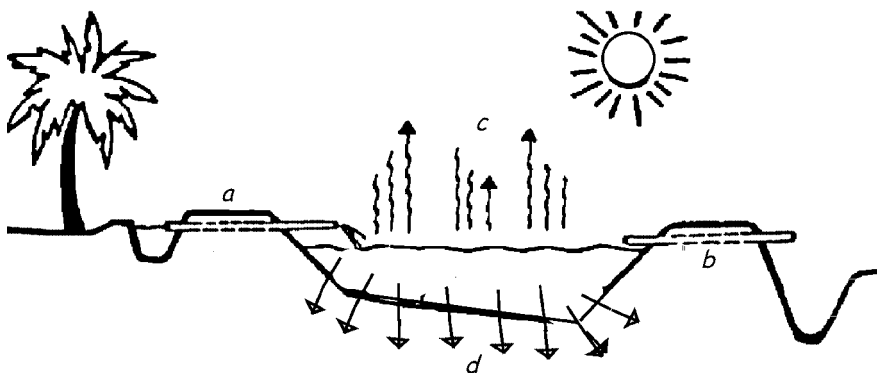


Figure 4 : Alimentation en eau et perte d'eau dans un étang à poissons (Viveen et al., 1985). a : tuyau d'alimentation; b : tuyau de déversement; c : évaporation; d : infiltration).

La température de l'eau

La température de l'eau est un critère déterminant dans le choix des espèces. Une température entre 20 et 30°C est généralement bonne pour la pisciculture.

La salinité

La salinité (quantité de sels dissous dans l'eau) est un autre facteur naturel important. Certaines espèces supportent une marge de salinité plus large que d'autres : le tilapia et le poisson-chat, par exemple, supportent une large marge qui va de l'eau douce à l'eau de mer, alors que la carpe ne supporte que l'eau douce.

Nous venons de voir les principaux critères de qualité de l'eau pour le choix d'un site. Il existe cependant d'autres critères de la qualité de l'eau, mais ils sont mieux contrôlables par des mesures de gestion. Ces critères sont décrits plus en détail au Chapitre 4.

Tableau 1 : Sources d'eau et leurs principaux inconvénients.

Source d'eau	Principaux inconvénients
Pluie Les étangs "aériens" dépendent uniquement de la pluie pour leur alimentation en eau.	Dépendance L'alimentation dépend beaucoup des précipitations et des fluctuations saisonnières.
Ruissellement Les étangs se remplissent avec l'eau qui ruisselle des terres environnantes.	Forte turbidité La turbidité est la quantité de boue dans l'eau. En cas de ruissellement, l'eau risque d'être boueuse. Danger d'inondation et de pesticides (ou autres polluants) dans l'eau.
Eaux naturelles L'eau peut être déviée et amenée d'un fleuve, d'une rivière ou d'un lac.	Contamination Les animaux, les plantes et les organismes en décomposition risquent de provoquer des maladies. Danger de pesticides (ou autres polluants) dans l'eau.
Sources L'eau de source est une eau souterraine ayant trouvé une issue. Elle est bonne pour les étangs à poissons car elle est souvent propre.	Bas niveau d'oxygène et basse température
Puits Les puits sont des endroits où l'eau souterraine est pompée.	Bas niveau d'oxygène et basse température

3.2 Type de ferme aquicole

Les systèmes piscicoles varient des entreprises industrielles à grande échelle aux étangs de subsistance familiale. Ils peuvent se définir en termes de niveaux d'intrants.

En pisciculture **extensive**, les intrants (économiques) par m² sont généralement faibles. La production alimentaire naturelle joue un rôle très important, et la productivité de l'étang est relativement basse. Un apport d'engrais peut accroître la fertilité de l'étang et donc la production de poissons.

En pisciculture **semi-intensive**, le niveau d'intrants utilisé est moyen. Le rendement est accru par un apport d'engrais ou de nourriture complémentaire. Les coûts de main-d'oeuvre et d'alimentation sont plus élevés mais ils sont largement compensés par un rendement plus élevé.

En pisciculture **intensive**, le niveau d'intrants est élevé. Les étangs sont remplis avec un maximum de poissons. Les poissons sont nourris

avec des aliments complémentaires et la production alimentaire naturelle joue un rôle moins important. Les coûts d'alimentation et les risques plus élevés, dus à des densités de mise en charge très supérieures à la capacité naturelle, à une sensibilité accrue aux maladies et à la mort par manque d'oxygène, peuvent créer de gros problèmes. En raison des coûts de production élevés, les poissons récoltés doivent pouvoir être vendus à prix fort si on veut que la culture soit rentable.

La culture en étang

La majeure partie des poissons d'eau douce sont cultivés en étangs. L'eau est prise d'un lac, d'une baie, d'un puits ou de toute autre source naturelle et est déviée vers l'étang. L'eau peut soit traverser une fois l'étang avant d'en sortir, soit être partiellement remplacée de façon qu'un certain pourcentage reste dans le système et y recycle. Cependant, les systèmes d'étangs donnant la plus haute production de poissons ne remplacent que les pertes d'eau dues à l'évaporation et à l'infiltration et ne s'écoulent pas. En général, l'eau qui coule réduit la production des systèmes d'étangs sous les tropiques.

Les étangs piscicoles varient en taille de quelques centaines de mètres carrés à plusieurs hectares. Les petits étangs sont généralement utilisés pour le frayage et la production de juvéniles. Les étangs de production supérieurs à 10 ha sont difficiles à gérer et ne sont pas très appréciés par la plupart des éleveurs. Les étangs présentés ici ne sont que des exemples; le type d'étang à construire dépend beaucoup des ressources, de l'équipement et des conditions locales.

Les étangs sont généralement situés sur des terrains en pente douce. Leur forme est rectangulaire ou carrée, leurs digues et leurs pentes de fond sont bien finies et ils ne recueillent pas d'eau de ruissellement des lignes de partage des eaux environnantes. La quantité de l'eau disponible doit être suffisante pour remplir tous les étangs dans un délai raisonnable et pour maintenir le même niveau d'eau dans tous les étangs. Il faut pouvoir aussi vider complètement les étangs. Les pentes latérales doivent être de 2 : 1 ou 3 : 1 (2 ou 3 mètres de distance horizontale par mètre de hauteur) : cela permet un accès facile, ne stimule

pas la croissance de la végétation et réduit les problèmes d'érosion. Il faut prévenir le braconnage : des poteaux en bambou ou des branches peuvent être placés dans l'étang pour empêcher la pêche au filet et à la ligne. Une autre méthode pour écarter les voleurs est de construire l'étang près de votre habitation.

Les principales caractéristiques d'un étang à poissons sont données au tableau 2.

Tableau 2 : Caractéristiques d'un bon étang de culture.

Location	Choisissez un terrain en pente douce et concevez les étangs en tirant avantage du relief.
Construction	Les étangs peuvent être soit creusés dans le sol, soit en partie dans le sol et en partie au-dessus, soit sous une élévation naturelle du sol. Pendant la construction, les pentes et le fond doivent être bien tassés pour éviter l'érosion et l'infiltration. La terre doit contenir au moins 25% d'argile. Les digues doivent être débarrassées des pierres, des herbes, des branches et de tout autre objet indésirable.
Profondeur	La profondeur doit être entre 0,50 et 1 m sur le côté le moins profond et descendre jusqu'à 1,5 ou 2 m sur le côté du point de vidange. Dans les régions nordiques, les étangs doivent être plus profonds car l'épaisse couche de glace qui se forme en hiver à la surface peut causer la mort des poissons.
Configuration	La forme idéale des étangs est rectangulaire ou carrée.
Pentes latérales	Construisez des étangs avec des pentes de 2 : 1 ou 3 : 1 sur tous les côtés.
Vidange	Des soupapes de sortie, des écrans et des conduites d'évacuation inclinées sont nécessaires. La vidange ne doit pas prendre plus de 3 jours.
Tuyaux d'alimentation	La capacité des tuyaux d'alimentation doit être suffisante pour remplir chaque étang en 3 jours ; si on utilise de l'eau de surface, l'eau doit être filtrée avant d'entrer pour éliminer les organismes indésirables.
Volume total d'eau	La quantité d'eau disponible doit être suffisante pour remplir tous les étangs en quelques semaines et pour qu'ils le restent pendant toute la saison de croissance.
Digues	Les digues doivent être assez larges pour pouvoir être fauchées. Les digues routières doivent être en gravier ; toutes les digues doivent être plantées d'herbes.
Orientation	Situez les étangs de façon à tirer avantage du remuement de l'eau dus au vent. Dans des zones où le vent provoque une importante érosion des digues par la formation de vagues, situez l'axe long de l'étang perpendiculairement au vent dominant. Au besoin, placez des brises-vent constitués de haies ou d'arbres.

Selon le site choisi, on peut construire différents types d'étangs : les étangs en dérivation ou les étangs de barrage (figure 5).

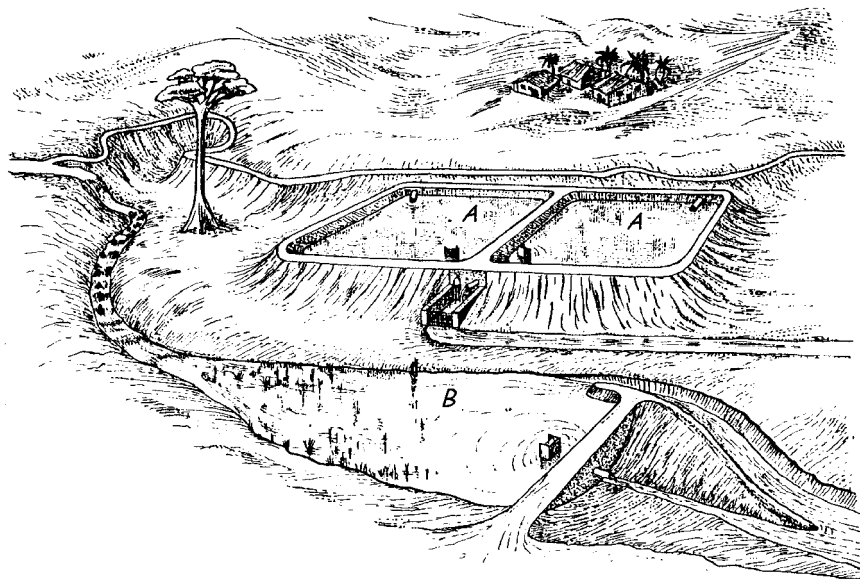


Figure 5 : Différents types d'étangs. A: Étang en dérivation; B: Étang de barrage (Bard et al., 1976).

A. Les étangs en dérivation (figure 5A) sont alimentés en eau par un canal à partir d'une autre source.

Il existe différents types d'étang en dérivation (figure 6) :

A Les étangs à banquette :

Les digues d'un étang à banquette sont construites au-dessus du niveau du sol. Un inconvénient de ce type d'étang est qu'il faut une pompe pour le remplissage (figure 6A).

B Les étangs excavés :

Un étang excavé est creusé dans le sol. L'inconvénient de ce type d'étang est qu'il faut une pompe pour la vidange (figure 6B).

C Les étangs partiellement excavés à digues basses :

La terre provenant du terrassement est utilisée pour construire les digues basses de l'étang.

Le site idéal a une pente légère (1-2%) qui permet la construction d'un canal d'alimentation en eau légèrement au-dessus et un canal de vidange légèrement en dessous du niveau d'eau de l'étang. Comme on utilise la gravité naturelle pour remplir et vider les étangs, on n'a pas besoin de pompe (figure 6C).

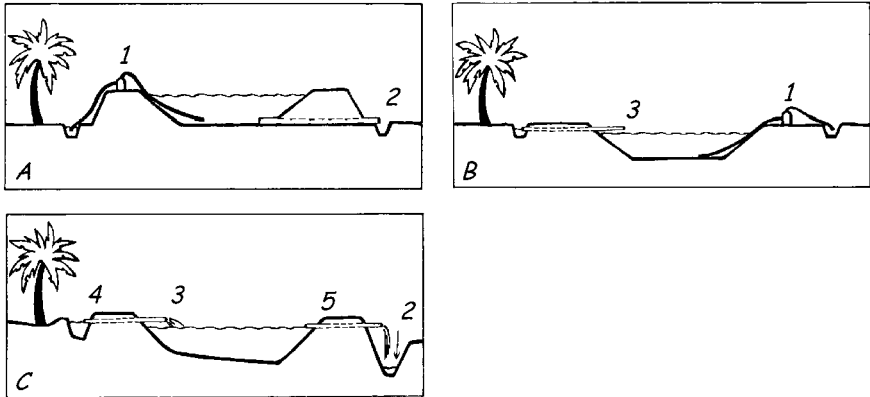


Figure 6 : Différents types d'étang en diversion (Viveen et al., 1985). A : Étang à banquette; B : Étang excavé; C : Étang partiellement excavé. Un exemple de construction d'un étang en diversion est donné à l'annexe 1.

B. Les étangs de barrage (figure 5B) sont fait en construisant une digue en travers d'un cours d'eau naturel. Les étangs sont donc de petits lacs de retenue. L'avantage des étangs de barrage est qu'ils sont faciles à construire. Cependant, ils sont très difficiles à contrôler : les poissons sauvages entrent facilement dans l'étang et une bonne part de la nourriture ajoutée est emportée par le courant. Les étangs de barrage correctement construits (avec déversoir) ne débordent que dans des circonstances exceptionnelles.

3.3 Autres méthodes piscicoles

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

Barrages et réservoirs

L'eau retenue par des barrages et des réservoirs est de plus en plus utilisée pour l'aquiculture. Ces pièces d'eau sont mises en charge avec des alevins et des juvéniles et la récolte se fait avec des filets. Cette méthode d'élevage est plus difficile que la culture en étang, car ces pièces d'eau ne peuvent pas être contrôlées : la vidange est impossible et la chasse aux prédateurs est difficile. Il est presque impossible de nourrir et de fertiliser l'eau de façon à assurer une production alimentaire naturelle suffisante pour la croissance des poissons. La pisciculture en réservoir est facilitée par l'utilisation de cages ou d'enclos : les poissons sont enfermés à un certain endroit et peuvent être mieux contrôlés.

Culture en cage

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

Les cages sont des boîtes rectangulaires, des cylindres en bambou ou tout autre récipient pouvant être placés dans un cours d'eau de façon que l'eau passe au travers (figure 8). Les

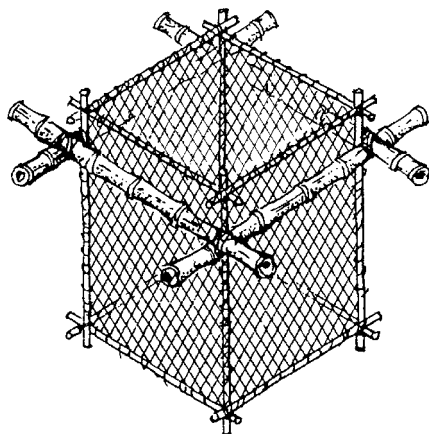


Figure 7 : Cage flottante (FAO, 1995).

cages peuvent également être faites en treillis métallique, en tulle de

nylon, en bois, etc. Les cages doivent être ancrées afin de ne pas être emportées par le courant.

La culture en cage donne de bons résultats dans les pays où l'eau est très fertile (par ex. l'eau polluée par les égouts). Dans certains cas, il faut donner une nourriture complémentaire.

Le meilleur endroit où placer une cage est un endroit ensoleillé, proche de votre habitation, dans une eau profonde où des courants et des vents légers amènent de l'eau propre dans la cage.

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

Avantages de l'élevage en cages :

- Les cages sont faciles à construire et sont bon marché.
- Les cages peuvent appartenir à un groupe de personnes et être entretenues en groupe.
- Les poissons en cages sont faciles à mettre en charge et à nourrir.
- Les cages sont faciles à récolter.

Les enclos

Les poissons peuvent aussi être élevés dans des enclos placés dans des lacs ou des zones littorales (figure 8). Les enclos sont construits avec des piquets de bambou ou de bois enfoncés dans le fond du lac ou du littoral. Des filets sont ensuite tendus d'un poteau à l'autre pour former un enclos. Ils sont ancrés dans le fond du lac avec des poids ou des plombs. Les poissons sont ensuite mis en charge dans l'enclos.

Placés dans des lacs fertiles, des enclos de la taille des étangs donnent une haute production de poissons. Ils ne nécessitent aucun apport d'aliments ou d'engrais et très peu d'entretien. Les poissons sont mis en charge et récoltés à la fin de la saison de croissance.

Dans les endroits moins fertiles, il peut être nécessaire d'apporter de la nourriture dans les enclos. La nourriture est donnée dans des anneaux alimentaires qui flottent au-dessus de l'enclos de façon à ce que la nourriture reste dans l'enclos.

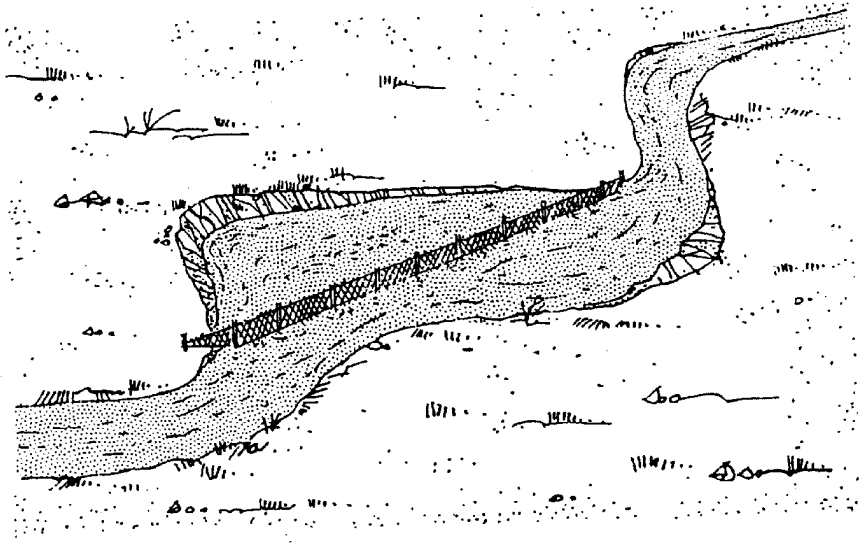


Figure 8 : Un enclos à poissons (Costa-Pierce, 1989).

Inconvénients des enclos:

- La construction d'enclos est coûteuse. Les filets doivent être en nylon ou en plastique et les poteaux doivent être traités pour empêcher leur putréfaction.
- Les enclos résistent seulement 3 à 5 ans dans l'eau.
- Les enclos sont généralement construits dans les zones peu profondes d'un lac où ils prennent la place qu'ont besoin les espèces naturelles pour se nourrir et se reproduire. Cela réduit la production naturelle de certains lacs.
- Si les enclos occupent les zones peu profondes, les pêcheurs sont obligés d'aller pêcher plus loin.
- Les excréments des poissons et la nourriture non mangée polluent le lac (vrai aussi pour les cages).
- Les poissons en enclos peuvent facilement être volés (vrai aussi pour les cages).

4 Les pratiques piscicoles

4.1 Choix des espèces de poisson

En choisissant les espèces de poisson adaptées à la pisciculture, plusieurs facteurs biologiques et économiques doivent être soigneusement considérés :

- 1 Le prix de marché et la demande (si le poisson n'est pas cultivé pour l'autoconsommation).
- 2 Le niveau de croissance.
- 3 La capacité de se reproduire en captivité.
- 4 La culture simple des jeunes poissons (larves ou juvéniles).
- 5 Le rapport entre les aliments disponibles et la préférence alimentaire des espèces choisies.

Il est souvent possible de choisir des espèces locales et d'éviter l'introduction d'espèces exotiques. Les principales caractéristiques biologiques (niveau de croissance, reproduction, taille et âge à la première maturité, habitudes alimentaires, résistance et sensibilité aux maladies) déterminent si une espèce est adaptée à la culture sous les conditions biologiques locales.

Bien que certaines espèces à croissance lente puissent être intéressantes en raison de leur valeur marchande, leur culture est souvent difficilement rentable. Il est préférable qu'ils atteignent la taille marchande avant d'arriver à la maturité pour assurer que la majeure partie de la nourriture sera utilisée pour la croissance musculaire et non pour la reproduction. Par ailleurs, une maturité précoce assure une disponibilité plus facile des jeunes poissons (larves ou juvéniles).

Si vous n'avez pas l'intention de vous occuper vous-même de la reproduction des poissons, vous dépendrez peut-être de juvéniles attrapés de la nature. Cette source est généralement peu sûre : les quantités de juvéniles trouvés dans la nature varie beaucoup d'un moment à l'autre car la reproduction naturelle dépend de facteurs biologiques imprévisibles (température de l'eau, disponibilité de la nourriture, etc.). De plus, le ramassage de jeunes poissons peut entraîner des conflits avec

les pêcheurs commerciaux. Il est préférable de choisir une espèce que vous pouvez facilement reproduire par vous-même ou de l'acheter sur un marché de poissons, auprès d'un fournisseur de confiance, dans une station ou un service de vulgarisation piscicole.

En aquiculture, les coûts d'alimentation constituent généralement la majeure partie du coût total de production. Par conséquent, les poissons mangeurs de plantes (herbivores) ou les mangeurs de plantes et d'animaux (omnivores) sont préférables car ils se nourrissent des ressources alimentaires naturelles présentes dans l'étang. Le coût d'alimentation de ces espèces sera relativement bas. Les espèces carnivores (les prédateurs) nécessitent un régime riche en protéines et sont donc plus coûteuses à produire. Pour compenser les coûts d'alimentation élevés, la plupart des espèces carnivores atteignent des prix de marché plus élevés.

Les espèces résistantes et supportant des conditions de culture défavorables survivront mieux dans des conditions écologiques relativement pauvres (tilapia). Outre l'effet de l'environnement sur l'espèce, l'influence de l'espèce sur l'environnement ne doit pas être négligé lorsqu'on introduit une nouvelle espèce. L'espèce nouvellement introduite doit :

- satisfaire un besoin que les espèces locales ne satisfont pas;
- ne pas entrer en concurrence avec les espèces locales;
- ne pas se croiser avec les espèces locales et produire des hybrides indésirables;
- ne pas introduire de maladies et de parasites;
- vivre et se reproduire en équilibre avec le nouvel environnement.

Rappelons que l'introduction d'espèces exotiques est l'objet de réglementations nationales et internationales.

La culture de plusieurs espèces de poissons dans un même étang (polyculture) donne une production plus élevée que la culture séparée de différentes espèces (monoculture).

Monoculture

En monoculture, une seule espèce de poissons est élevée dans l'étang. L'un des avantages de la monoculture est qu'il est plus facile de donner des aliments complémentaires car la préférence alimentaire se limite à celle d'une seule espèce. Un inconvénient est qu'une seule maladie risque de tuer tous les poissons car chaque espèce est sensible à des maladies différentes.

Polyculture

En polyculture, plusieurs espèces de poissons sont cultivées dans l'étang. Par conséquent, les différentes ressources alimentaires présentes naturellement dans l'étang sont mieux utilisées. Chaque espèce a une certaine préférence alimentaire en relation avec la position du poisson dans l'étang (par ex. les poissons qui vivent au fond de l'eau et ceux qui vivent dans les eaux moyennes). La carpe de vase (*Cirrhinus molitorella*) par exemple vit surtout dans les profondeurs de l'étang et se nourrit de la vase et du matériel mort qu'elle trouve au fond. Le tilapia par contre vit dans la colonne d'eau; certaines espèces se nourrissent de plantes, d'autres de plancton. En combinant différentes espèces dans le même étang, on peut élever la production totale à un niveau plus élevé qu'il ne serait possible avec une seule espèce ou avec différentes espèces cultivées séparément. Un exemple de système de polyculture chinoise est la culture combinée dans le même étang de la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*), de la carpe à grosse tête (*Aristichthys nobilis*) et de la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*) (figure 9). La carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) se nourrit surtout d'algues, la carpe à grosse tête (*Aristichthys nobilis*) surtout d'animaux microscopiques (zooplancton) et la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*) surtout de plantes aquatiques : par conséquent, elles n'entrent pas en concurrence. Un autre exemple très courant est la polyculture du tilapia et de la carpe commune. Le tilapia se nourrit surtout d'algues et la carpe commune de zooplancton et de matériel se trouvant au fond de l'étang. Une forme spéciale de polyculture est la culture concurrente du tilapia et du poisson-chat ou du goby ophiocéphale (en général un poisson prédateur) : elle permet de contrôler la reproduction excessive du tilapia (Chapitre 6). Cependant,

pour obtenir une production de poissons aussi élevée que possible, il est préférable de cultiver dans un étang le moins possible de poissons prédateurs. L'accent doit être mis sur l'espèce qui se nourrit de plusieurs sortes de nourriture.

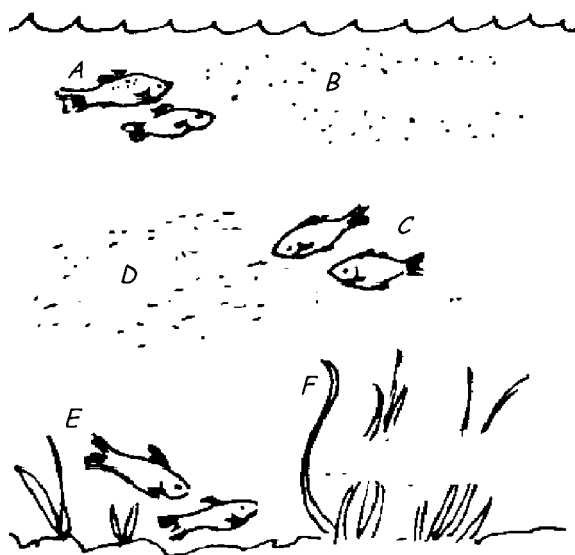


Figure 9 : Polyculture de la carpe. A: Carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*); B: Algues; C: Carpe à grosse tête (*Aristichthys nobilis*); D: Zooplancton; E: Carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*); F: Plantes aquatiques.

4.2 L'alimentation des poissons

Tout étang contient deux types de nourriture que le poisson peut manger : la nourriture produite naturellement dans l'étang et la nourriture complémentaire apportée de l'extérieur. La nourriture naturellement produite dans l'étang comprend les algues (phytoplancton) et les animaux microscopiques (zooplancton); elle est susceptible d'être augmentée par la fertilisation de l'étang. La nourriture complémentaire est produite hors de l'étang et est apportée régulièrement aux poissons pour augmenter la quantité de nourriture disponible.

Nourriture naturelle

La nourriture naturelle dans l'étang est constituée en majeure partie par les algues. L'oxygène est un gaz que produisent toutes les plantes dans l'étang (y compris les algues) à l'aide de la lumière solaire. Plus la lumière solaire qui tombe sur l'étang est forte et plus la quantité d'algues est grande, plus la production d'oxygène dans l'étang sera élevée. L'oxygène produit se dissout partiellement dans l'eau et le reste s'échappe dans l'air. Le niveau d'oxygène de l'eau varie au cours de la journée car la production et l'absorption d'oxygène par les plantes changent avec la lumière et l'obscurité (présence ou absence de lumière solaire dans l'étang). Les algues produisent seulement de l'oxygène quand il fait jour. La nuit, elles ont besoin d'oxygène tout comme les autres plantes et animaux de l'étang alors que la production d'oxygène s'arrête par manque de lumière. Par conséquent, la quantité d'oxygène dissous dans l'eau diminue après le coucher du soleil (figure 10). Normalement, le niveau d'oxygène est le plus élevé à la fin de l'après-midi (l'oxygène a été produit toute la journée) et le plus bas au petit matin (l'oxygène a été épuisé pendant la nuit). Le manque d'oxygène est la principale cause de mort des poissons dans les systèmes où l'étang a été trop fertilisé ou trop nourri. Un niveau d'oxygène suffisamment élevé est important pour une bonne production de poissons.

Nourriture complémentaire

La majeure partie de la nourriture complémentaire donnée est immédiatement mangée par les poissons. Le reste sert d'engrais pour l'étang. Cependant, même dans les étangs qui reçoivent une grande quantité de nourriture complémentaire, la nourriture naturelle continue à jouer un rôle très important pour la croissance du poisson. Les déchets agricoles locaux sont généralement utilisés comme nourriture complémentaire. Le type de nourriture à utiliser dépend de la disponibilité locale, des coûts et de l'espèce de poisson. Des exemples typiques de nourriture complémentaires pour poissons sont le son de riz, le riz concassé, la mie de pain, les céréales, les résidus de céréales, la farine de maïs, l'herbe de Guinée, le napier, les fruits et les légumes, les tourteaux d'arachide et de soja et les drêches de brasserie.

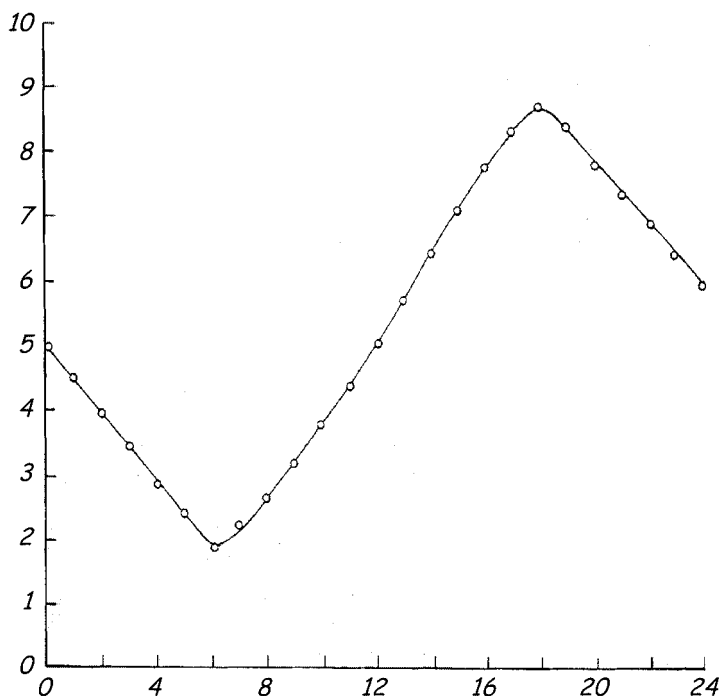


Figure 10 : Niveau d'oxygène au cours d'une journée.

Voici quelques directives pratiques pour l'alimentation des poissons :

- Nourrissez toujours vos poissons à la même heure et au même endroit de l'étang. Les poissons en prendront l'habitude et s'approcheront de la surface de l'eau : vous pourrez plus facilement voir s'ils mangent et se développent correctement. L'alimentation doit se faire en fin de matinée ou en début d'après-midi, lorsque les niveaux d'oxygène dissous sont élevés : les poissons auront ainsi le temps de se remettre, avant la tombée de la nuit, de l'activité alimentaire qui exige beaucoup d'oxygène.
- Ne suralimentez pas vos poissons. Observez leur comportement pendant que vous les nourrissez. En pourrissant, l'excès de nourriture accapare l'oxygène de l'étang.

- Arrêtez de nourrir vos poissons au moins un jour avant la reproduction, la récolte et le transport, afin de permettre aux poissons de terminer leur digestion. En général, les alevins peuvent jeûner pendant 24 heures, les juvéniles pendant 48 heures et les poissons adultes pendant 72 heures. Le stress qui accompagne ces événements fait que les poissons excrètent des résidus qui rendent l'eau turbide.

Les caractéristiques alimentaires de trois espèces de poisson sont présentées aux Chapitres 5, 6 et 7. Il s'agit de la carpe, du tilapia et du poisson-chat. Les caractéristiques des autres espèces sont résumées à l'Annexe 2.

4.3 Transparence de l'eau comme indicateur de fertilité

La transparence de l'eau des étangs varie de presque nulle (dans le cas d'une eau très turbide) à très claire. Elle dépend de la turbidité de l'eau, c'est-à-dire de la quantité des particules en suspension (algues, particules de terre, etc.). Les fleurs d'algues changent généralement la couleur de l'eau en vert. La mesure de la transparence d'un étang de couleur verte donne une indication de l'abondance des algues présentes et donc de la fertilité de l'étang.

La transparence de l'eau peut se mesurer à l'aide du disque de Secchi. Le disque de Secchi est un disque de métal blanc, ou blanc et noir, de 25 à 30 cm de diamètre. Il peut facilement être fabriqué à la main (figure 11). Le disque est fixé à un cordon marqué tous les 10 cm sur sa longueur.

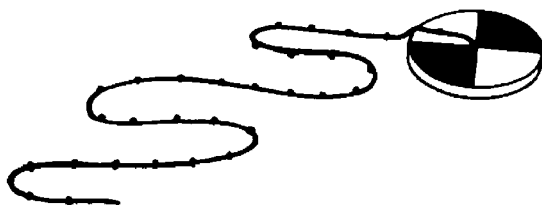


Figure 11 : Le disque de Secchi (Viveen et al., 1985).

Pour mesurer la transparence de l'eau, plongez le disque dans l'eau jusqu'à ce qu'il disparaisse de la vue. Mesurez la profondeur de l'eau transparente en lisant les marques sur le cordon fixé au disque.

Les mesures à prendre en fonction des différents niveaux de transparence sont les suivantes (tableau 3) :

Tableau 3 : Les mesures à prendre en fonction des différentes niveaux de transparence.

Transparence de l'eau	Mesures à prendre
1-15 cm	Excès d'algues dans l'étang.
15-25 cm	Risque de manque de l'oxygène à l'aube. Arrêtez l'apport de nourriture et d'engrais. Observez régulièrement le comportement des poissons. S'ils baillent à la surface, changez l'eau. Abondance d'algues.
25-30 cm	Bonne quantité d'algues pour la production de poissons. Continuez l'apport (normal) d'engrais et/ou fertilisez au même niveau.
> 50 cm	Trop peu d'algues. Pour stimuler la croissance des fleurs d'algues, ajoutez de la nourriture et/ou des engrais jusqu'à atteindre une transparence de 25 à 30 cm.

Quand la transparence de l'eau est entre 15 et 25 cm, les bébés poissons (juvéniles) peuvent être mis en charge dans l'étang. Pour cela, suivez les indications données à la Figure 12. Par ailleurs, la température de l'eau d'où proviennent les juvéniles doit être presque la même que celle de l'eau où ils sont mis en charge.

4.4 Santé et maladies

Les poissons sont très sensibles aux maladies. Si une maladie s'est introduite dans l'étang, il sera très difficile de l'en faire disparaître. En effet, les poissons infectés sont difficiles à identifier et à traiter séparément, et l'eau est un excellent agent de dissémination. Les poissons en pisciculture sont sujets à de nombreuses maladies. Les poissons malades ne grossissent pas, ce qui fait perdre de l'argent à l'éleveur car la croissance et la récolte sont sérieusement retardées. Les pertes sont les plus lourdes si le poisson meurt à sa taille marchande. Les traitements peuvent être coûteux et leur application est très souvent dangereuse, non seulement pour les humains mais aussi pour les autres espèces animales et végétales. A long terme, les résidus de médicament se retrouveront dans l'environnement après la vidange de l'étang. Il est donc préférable de prévenir les maladies. La prévention est moins coûteuse que le traitement et permet d'éviter les pertes dues aux retards de croissance et à la mort.

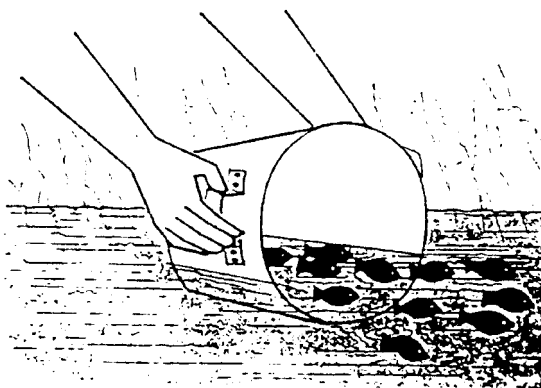


Figure 12 : La mise en charge des poissons dans l'étang (FAO, 1995).

La prévention des maladies

Une bonne alimentation et une bonne qualité de l'eau (riche en oxygène dissous) sont les principaux facteurs de santé nécessaires pour résister aux maladies. De nombreux agents pathogènes potentiels

(animaux pouvant causer des maladies) des espèces cultivées sont normalement présents dans l'eau; pour "attaquer", ils attendent que les conditions environnementales se détériorent et que les poissons souffrent de stress, ce qui diminue leur résistance aux maladies.

Il faut donc observer certaines règles fondamentales si l'on veut prévenir les maladies ou les contrôler quand elle se déclarent. Les étangs doivent disposer d'apports d'eau séparés. Il est déconseillé d'alimenter un étang avec l'eau d'un autre étang, car cette eau peut transporter des maladies et son niveau d'oxygène dissous peut être bas. Il est déconseillé de construire des étangs en série.

Les poissons ne doivent pas souffrir de stress. Veillez à bousculer le moins possible vos poissons quand vous les manipulez, sauf évidemment quand vous les apportez au marché. Un stress extrême peut provoquer la mort instantanée des poissons. L'endommagement de leur peau, par érafllement des écailles et de la couche visqueuse protectrice, permet aux agents pathogènes de pénétrer plus facilement dans le corps.

Les poissons doivent donc toujours être élevés dans de bonnes conditions : ils doivent séjourner dans une eau riche en oxygène, au pH correct, et pauvre en ammoniac.

Si vous mélangez des poissons de différents étangs ou si vous introduisez de nouveaux poissons, prenez soin de ne pas introduire de poissons malades. Gardez les nouveaux poissons dans un étang séparé jusqu'à ce que vous soyez certain qu'ils ne sont pas porteurs de maladie. Seulement ensuite, vous pourrez les mettre en contact avec les populations de l'étang.

Tout changement dans le comportement normal des poissons peut être un symptôme de maladie. Les symptômes sont notamment le bâillement à la surface de l'eau en quête d'air, le frottement du corps ou de la tête contre les parois de l'étang, des nageoires molles et des inflammations du corps. Si les poissons s'arrêtent brusquement de manger, quelque chose ne va pas. Contrôlez souvent vos poissons, en particu-

lier par temps très chaud car l'oxygène se dissout moins bien dans l'eau chaude.

Ne vous découragez pas si vous trouvez de temps en temps un poisson mort dans l'étang. Cela se produit aussi dans la nature. Mais attention si vous en trouvez beaucoup! Si les poissons meurent en grand nombre, recherchez-en la cause.

Les maladies des poissons

Les maladies peuvent être classées en plusieurs catégories : les maladies infectueuses et les maladies nutritionnelles. Les maladies infectueuses sont transmises d'un étang à l'autre par l'introduction de nouveaux poissons ou par le paysan et son équipement. Les maladies nutritionnelles sont causées par des carences en composants indispensables du régime alimentaire.

Certaines autres maladies sont causées par les polluants et une mauvaise qualité de l'eau. Il semble que la mort des poissons est due la plupart du temps à ces types de problèmes.

Le pisciculteur doit concentrer son attention sur la prévention des maladies car leur traitement est souvent difficile et exige beaucoup de temps et d'argent.

4.5 Reproduction

Avant de choisir une espèce piscicole, il faut savoir, entre autres, s'il est plus facile de vous occuper vous-même de la reproduction ou d'obtenir des jeunes poissons capturés dans la nature.

Même si vous pouvez commencer la culture avec de jeunes poissons capturés dans la nature, il importe d'arriver à contrôler la reproduction. Une reproduction contrôlée fournit le nombre adéquat d'oeufs et d'alevins pour votre entreprise et évite les problèmes de capture des géniteurs ou de récolte d'alevins dans la nature. La reproduction contrôlée fournit des semences aux moments désirés et non pas seulement pendant les quelques mois de l'année que dure le frayage naturel.

Le cycle de reproduction de presque tous les poissons est réglé par les stimuli environnementaux (longueur du jour, température de l'eau, niveau de l'eau, etc.). Le cerveau libère alors des hormones qui agissent sur les organes reproducteurs des femelles et des mâles. Ces organes produisent à leur tour du sperme dans le cas des mâles et des oeufs dans le cas des femelles. Si vous savez comment fonctionne la reproduction, vous pourrez apporter aux poissons les stimuli environnementaux appropriés au frayage (par ex. un niveau d'eau plus élevé).

La plupart des espèces cultivées se reproduisent saisonnièrement. La saison de reproduction correspond aux conditions environnementales les mieux adaptées à la survie de la progéniture. La longueur du jour, la température et les pluies jouent un rôle important dans la régulation des cycles de reproduction.

Les chapitres sur la carpe, le tilapia et le poisson-chat fournissent plus d'informations spécifiques sur la reproduction de ces espèces.

4.6 La récolte du poisson

Comme dans tous les autres types de culture, la phase finale du cycle piscicole est la récolte et la vente éventuelle du produit. La récolte peut commencer lorsque la plupart des poissons sont assez grands pour être mangés et vendus (généralement après 5 ou 6 mois) mais récoltez seulement ce qui peut être mangé ou vendu dans une journée. A la récolte, commencez par vider l'étang quelques heures avant le lever du soleil, alors qu'il fait encore frais. Il y a deux manières de récolter les poissons : soit vous retirez en même temps tous les poissons de l'étang, soit vous les retirez sélectivement tout au long de l'année. Dans la seconde méthode, on retire généralement les gros poissons et on laisse les petits continuer leur croissance. Vous pouvez aussi, bien sûr, combiner les deux méthodes en retirant les gros poissons selon la demande et en enlevant ceux qui restent en une seule fois.

Il existe plusieurs sortes de filets pour récolter les poissons d'un étang (figure 13).

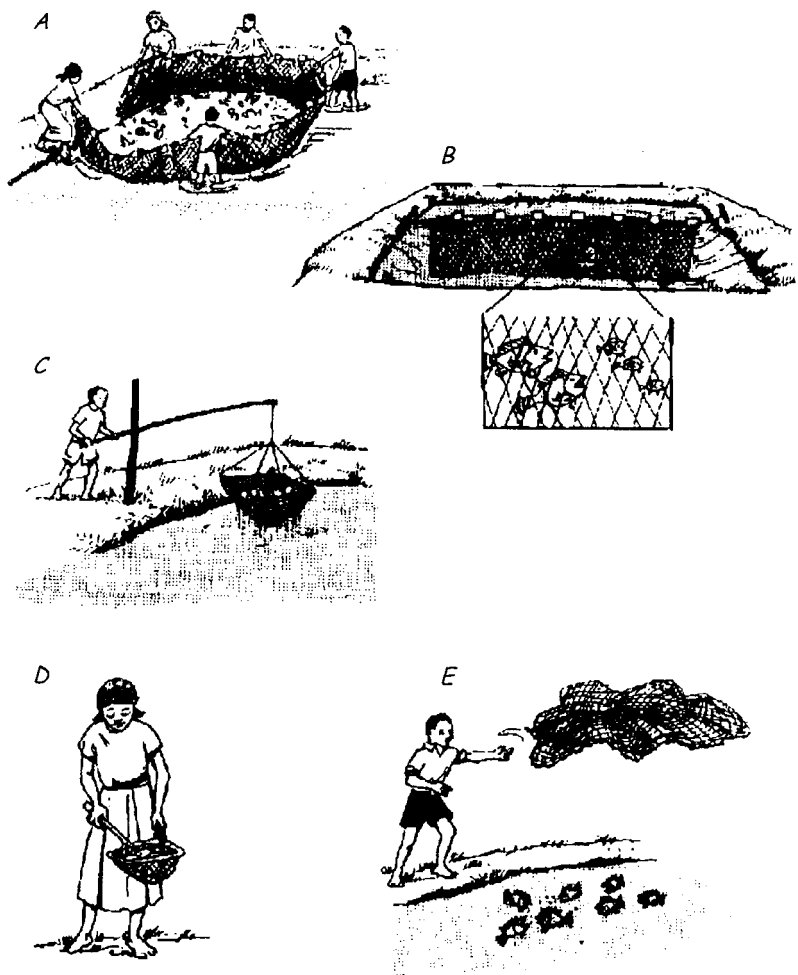


Figure 13 : Différentes sortes de filet pour la récolte du poisson (Murnyak et Murnyak, 1990). A : Filet seine; B : Filet-branchies; C : Filet à relever; D : Filet-écope; E : Filet à lancer.

La méthode utilisée pour la récolte sélective continue consiste à suspendre dans l'étang un filet à travers les mailles duquel les poissons essayent de passer. En choisissant des mailles de bonne dimension,

vous serez sûr que tous les poissons plus petits que la taille désirée passeront au travers du filet et que les plus gros seront capturés (sauf dans les filets-branchies). Pour cette méthode de récolte, on utilise souvent un filet-branchies (figure 13B) dans lequel les poissons sont capturés derrière leurs branchies. La taille des poissons capturés de cette façon peut être estimée en essayant de mesurer la taille des poissons capturés de justesse. Tous les poissons plus petits ou plus gros ne seront pas attrapés. On peut ainsi récolter du poisson tout au long de l'année sans à avoir à vidanger l'étang et à trop déranger les poissons restants.

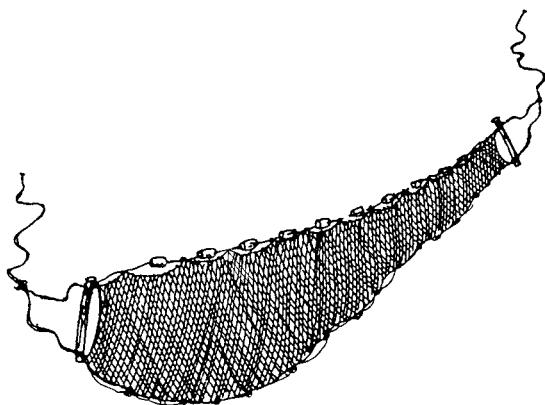


Figure 14 : Filet seine (FAO, 1995).

Si vous désirez récolter tous les poissons de l'étang en une seule fois, abaissez lentement le niveau d'eau pour être sûrs que tous les poissons sont pris. Veillez à récolter les poissons dans de bonnes conditions en évitant d'endommager leur peau et agissez rapidement pour qu'ils restent frais. C'est pour cette raison qu'on utilise souvent deux méthodes de récolte différentes comme il est décrit ci-dessous.

- 1 Lorsque le niveau d'eau est encore élevé, on peut capturer la plupart des poissons dans un filet seine (figure 13 et figure 14 et le cadre: 'Comment fabriquer un filet seine') avec des mailles de 1 cm. On étend le filet sur la digue de l'étang et on le lance en demi-cercle sur

l'étang jusqu'à ce qu'il revienne sur la digue. On le ramène ensuite sur la digue capturant les poissons (figure 15).

- 2 Lorsque l'eau s'écoule hors de l'étang, on peut attraper de grandes quantités de poissons. On place sous le tuyau de vidange des caisses en lattes ou des filets (écopes) (figure 13D) pour empêcher que les poissons ne s'échappent avec l'eau qui s'écoule.

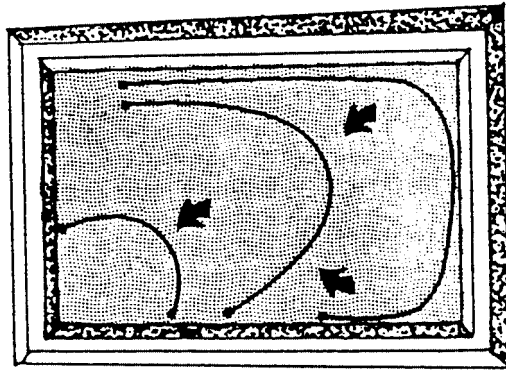


Figure 15 : Technique de récolte à l'aide d'un filet seine (FAO, 1995).

Lorsque l'étang est complètement vidangé, ramassez à la main les poissons qui restent au fond de l'étang. Attrapez le plus possible de poissons avant que l'étang ne soit complètement vide, car les poissons laissés en rade seront perdus ou endommagés.

Après la récolte, laissez sécher l'étang jusqu'à ce que le fond se crevasse et chaulez-le pour réduire l'acidité et éliminer les animaux et les plantes indésirables sur le fond de l'étang.

Certains filets sont plus simples et donc meilleur marché :

- Le filet à relever (Figure 13C) est fait avec du matériel de filet seine. Il peut être de toute taille et toute forme. Il est placé sur le fond de l'étang. Lorsque les poissons nagent au-dessus, il est relevé en capturant les poissons.

- Le filet écope (Figure 13D) est un petit filet muni d'une poignée que l'on tient d'une main. On l'utilise souvent pour compter et peser les poissons et les juvéniles.
- Le filet à lancer (Figure 13E) est un filet rond que l'on jette du bord de l'étang et que l'on retire pour capturer les poissons.

Comment fabriquer un filet seine.

Matériaux : corde, flotteurs, plombs (ou autre chose de lourd pour que le filet s'enfonce), filet, ficelle et aiguille à coudre pour réparer les filets.

Méthode :

- Attachez deux cordes, formant les ralingues supérieure et inférieure du filet, entre deux arbres.
- Marquez les deux cordes à des intervalles de 15 cm. La longueur des cordes doit dépasser de plusieurs mètres celle du filet fini.
- Étirez le filet jusqu'à ce que les mailles se referment complètement ; comptez le nombre de mailles sur 23 cm de filet. Un bon filet seine doit avoir 6 à 9 mailles par 23 cm de filet étiré.
- Utilisez de la ficelle de nylon très solide. Enfilez un grand morceau dans l'aiguille. Attachez l'extrémité à la ralingue supérieure. Passez l'aiguille à travers les mailles de 23 cm de filet. Attachez la ficelle dans la corde à la deuxième marque.
- Répétez l'opération jusqu'à la dernière marque de la ralingue supérieure.
- Attachez les plombs sur la ralingue inférieure à des intervalles de 15 cm. Attachez les flotteurs sur la ralingue supérieure aux mêmes intervalles.
- Cousez avec la ficelle la ralingue inférieure sur le filet comme vous l'avez fait sur la ralingue supérieure.

Après chaque usage, le filet doit être lavé, réparé, séché à l'ombre, plié et rangé dans un endroit frais et sec. Un filet bien entretenu durera beaucoup plus longtemps.

4.7 Entretien et suivi

La bonne production d'un étang nécessite un entretien et un suivi réguliers. La gestion quotidienne consiste à :

- Vérifier la qualité de l'eau (température, pH, niveaux d'oxygène dissous tôt le matin).
- Vérifier que l'étang fuit.
- Nettoyer l'écran à l'entrée et à la sortie de l'eau.

- Observer les poissons pendant leur alimentation : mangent-ils correctement? Sont-ils actifs? Sinon, contrôlez le niveau d'oxygène dissous (s'il est proche de zéro, arrêtez l'alimentation et la fertilisation et faites couler de l'eau à travers l'étang jusqu'à ce que les poissons aient retrouvé un comportement normal) ou recherchez les symptômes pouvant indiquer une maladie.
- Surveillez les prédateurs et prenez les précautions nécessaires.
- Arrachez les herbes aquatiques qui poussent dans l'étang.

Turbidité

La turbidité est la quantité de particules de saleté et autres en suspension dans l'eau qui donnent à l'eau une couleur brune. Une forte turbidité de l'eau affecte la production en réduisant la radiation de la lumière dans l'eau et par conséquent la production d'oxygène par les plantes aquatiques, obstrue les filtres et endommage les branchies des poissons. Une méthode pour mesurer la turbidité est montrée à la Figure 11. Une méthode adéquate pour réduire la turbidité est l'installation d'un bassin de décantation. C'est un petit réservoir placé à l'arrivée de l'eau dans l'étang. L'eau coule dans ce bassin et y reste jusqu'à ce que la vase s'y soit déposée au fond. Une fois claire, l'eau peut s'écouler dans l'étang. Un autre moyen d'éclaircir l'eau vaseuse est de répandre dans l'étang du foin et/ou du fumier et de le laisser se décomposer (on peut utiliser également de la chaux, du gypse ou de l'alun). Dans le cas de turbidité de l'eau causée principalement par d'autres facteurs que l'abondance des algues (la couleur de l'eau n'est pas verdâtre), on peut prendre les mesures suivantes : avant la mise en charge des poissons, appliquez du fumier animal dans l'étang à un taux de 240 g/m^2 , trois fois à trois ou quatre jours d'intervalle. Une autre méthode consiste à appliquer de la chaux, du gypse, mais de préférence de l'alun, à un taux de $1 \text{ g/100 litres d'eau}$. Cette méthode ne doit pas être utilisée quand il fait très chaud car le foin pourrit très vite. Cependant, la seule vraie solution à long terme est de dévier l'eau boueuse hors de l'étang et, finalement, de protéger les routes et les digues de l'érosion responsable d'un haut niveau de turbidité de l'eau.

Acidité, alcalinité et dureté

D'autres caractéristiques importantes de la qualité de l'eau sont l'acidité de l'eau, son alcalinité et sa dureté.

L'eau de pisciculture doit avoir un certain degré d'acidité indiqué par la valeur de pH de l'eau : entre 6,7 et 8,6. Les valeurs supérieures ou inférieures freinent la croissance et la reproduction. Les algues requièrent un pH d'environ 7,0. Un pH légèrement plus bas (alcalin) de 6,5 favorise la qualité du zooplancton (animaux microscopiques vivant dans l'eau de l'étang dont se nourrissent les poissons) et la croissance des poissons (figure 16).

Le pH d'un étang change parfois rapidement. Par exemple, une forte pluie peut apporter dans l'étang des substances acides dissoutes dans les eaux de ruissellement. L'eau de l'étang devient plus acide et par conséquent la valeur de pH diminue. Le meilleur moyen de rétablir une valeur neutre de pH (7 environ) consiste à ajouter de la chaux à l'étang.

<i>Croissance des poissons</i>							
<i>mort</i>	<i>freinée</i>		<i>favorisée</i>		<i>freinée</i>		<i>mort</i>
<i>pH 4</i>	5	6	7	8	9	10	11

Figure 16 : L'effet du pH sur la croissance des poissons (Viveen et al., 1985).

L'alcalinité de l'eau est une mesure de la capacité de l'eau à fixer l'acide (aptitude tampon); c'est le contraire de l'acidité. Autrement dit, plus l'alcalinité est élevée, plus il faut de substances acides pour faire baisser le pH de l'étang.

Le dureté de l'eau est la mesure de l'ensemble des sels dissous dans l'eau. Une eau dite "dure" contient beaucoup de sels, et une eau dite "douce" en contient peu. Une méthode pour mesurer la dureté de l'eau consiste à observer attentivement les digues de l'étang juste à la ligne

de flottaison. Une ligne blanche sur la digue à la hauteur de l'eau indique que l'eau contient des sels qui ont séché sur la digue. La dureté est un facteur important pour la croissance des poissons. Si l'eau est trop "douce" (c'est-à-dire si la quantité de sels dissous est faible), on peut augmenter sa dureté en ajoutant à l'eau de la chaux et par conséquent augmenter la fertilité de l'eau pour accroître la production de la nourriture naturelle et finalement la production de poissons.

On peut changer l'alcalinité, le pH et la dureté de l'eau en ajoutant à l'étang de la chaux comme décrit ci-dessus. Ces trois mesures de la qualité de l'eau NE sont PAS les mêmes, mais sont généralement reliées entre elles de la façon suivante :
basse alcalinité = bas pH = basse dureté.

Le but de l'apport de chaux est donc d'élever à 7 le pH de l'eau de l'étang, d'augmenter son alcalinité et sa dureté. Les étangs nouvellement construits nécessitent un traitement différent que les étangs qui ont déjà été chaulés auparavant.

➤ Les étangs nouvellement construits.

Ces étangs doivent être traités avec 20 à 150 kg de chaux agricole par 100 m² (Annexe 3). Cette chaux est mélangée à la couche supérieure (5 cm) du fond de l'étang. Ensuite, l'étang est rempli d'eau jusqu'à 30 cm. En une semaine, le pH de l'eau doit être de 7 et la fertilisation peut commencer.

➤ Les étangs chaulés auparavant

Ces étangs doivent être traités avec 10 à 15 kg de chaux vive par 100 m², ajoutée au fond humide de l'étang pour éliminer les agents pathogènes, les parasites et les prédateurs. Après 7 à 14 jours, les étangs doivent être remplis d'eau. Une fois l'étang rempli jusqu'à 30 cm, le pH de l'eau peut être ajusté en ajoutant de la chaux agricole (Annexe 3).

Apport d'oxygène

Si les poissons s'approchent à la surface en quête d'oxygène, vous pouvez ajouter de l'eau douce. Vous pouvez aussi remuer l'eau pour augmenter la quantité d'oxygène dissous. Ne nourrissez pas et ne fertilisez pas l'étang à ce moment-là car cela est souvent une des causes du manque d'oxygène. Une autre cause possible du manque d'oxygène peut être la surpopulation de l'étang : cela provoque un stress d'oxygène qui entraîne à son tour le déclenchement des maladies et la mortalité.

Les substances toxiques

Les substances toxiques contenues dans les apports d'eau peuvent sérieusement diminuer la production de poissons. Il importe donc de rechercher toutes les sources réelles et potentielles de pollution aux alentours de l'étang. Beaucoup de produits chimiques utilisés en élevage et en agriculture étant toxiques pour le poisson, ils ne doivent jamais être utilisés dans la zone qui entoure l'étang. Ne vaporisez jamais de produits chimiques dans les champs lorsqu'il fait du vent.

5 La culture de la carpe

La carpe appartient à la famille des **Cyprinidae** d'eau douce. C'est une famille très répandue et très abondante dans sa distribution naturelle. On la rencontre partout, sauf en Amérique du Sud, à Madagascar et en Australie. La famille comporte 1 600 espèces différentes. Seules quelques-unes sont importantes en pisciculture.

La carpe d'élevage se divise en trois groupes : la carpe commune élevée en Europe, en Asie et en Extrême-Orient, la carpe indienne et la carpe chinoise (tableau 4).

Tableau 4 : Les différentes espèces de carpes et leurs préférences alimentaires.

Nom commun	Nom scientifique	Préférences alimentaires
Carpe commune carpe	<i>Cyprinus carpio</i>	petites plantes et animaux microscopiques
Carpe indienne catla rohu calbasu mrigala	<i>Catla catla</i> <i>Labeo rohita</i> <i>Labeo calbasu</i> <i>Cirrhina mrigala</i>	algues et plantes mortes matériel végétal mort matériel végétal mort matériel mort sur le fond de l'étang
Carpe chinoise carpe de l'herbe carpe argentée carpe à grosse tête carpe noire carpe de vase	<i>Ctenopharyngodon idella</i> <i>Hypophthalmichthys molitrix</i> <i>Aristichthys nobilis</i> <i>Mylopharyngodon piceus</i> <i>Cirrhina molitorella</i>	plantes aquatiques algues animaux microscopiques mollusques matériel mort sur le fond de l'étang

Ces différentes espèces de carpes ont des préférences alimentaires différentes (Tableau 4). Vous pouvez tirer avantage de ces différences en élevant ensemble dans un étang les différentes espèces, c'est-à-dire en installant un système de polyculture. Ainsi, les différentes espèces qui se nourrissent de différentes sortes de nourriture utiliseront beaucoup mieux la nourriture naturellement présente dans l'étang. Les différentes espèces ne se disputent pas les mêmes sources alimentaires et par

conséquent la production sera beaucoup plus élevée qu'il ne serait possible avec la culture d'une seule espèce de carpe, ou même de plusieurs espèces de carpe seulement.

5.1 La carpe commune

La carpe commune (figure 17) est un poisson uniquement d'eau douce, cultivé un peu partout dans le monde, pouvant atteindre une longueur de 80 cm et un poids de 10 à 15 kilos. Elle supporte des températures qui varient entre 1 et 40°C. Elle commence sa croissance à des températures supérieures à 13°C et se reproduit à des températures supérieures à 18°C si le courant de l'eau est soudainement accru. La carpe est généralement mature après 2 ans, à un poids de 2 à 3 kilos. Dans les zones tempérées, la carpe fraie chaque année au printemps alors que, sous les tropiques, le fraiage a lieu tous les 3 mois. La femelle produit entre 100 000 et 150 000 oeufs par kg de son poids corporel. Sa croissance est rapide sous les tropiques où elle peut atteindre un poids de 400 à 500 g en 6 mois. La carpe commune est une espèce robuste et donc résistante à la plupart des maladies quand les conditions environnementales sont correctes.

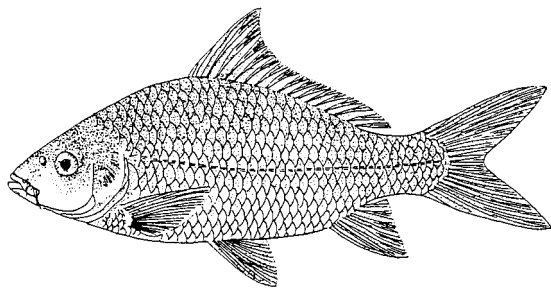


Figure 17 : La carpe commune (*Cyprinus carpio*) (Hanks, 1985).

La production des oeufs

Le fraiage de la carpe peut avoir lieu naturellement dans les étangs à ciel ouvert ou artificiellement dans des écloseries selon des méthodes de fraiage déclenché.

Le frayage déclenché est une technique qui utilise des substances (appelées hormones) que le poisson produit lui-même, pour provoquer le frayage. Ces hormones sont administrées aux poissons, mélangées à la nourriture ou en injections intramusculaires.

Sous les climats tropicaux, la carpe commune se reproduit tout au long de l'année, avec deux grandes périodes de reproduction, l'une au printemps (de janvier à avril) et l'autre en automne (de juillet à octobre). Les résultats de la reproduction naturelle sont les meilleurs quand les géniteurs sont soigneusement choisis. Pour reconnaître les poissons prêts au frayage, prenez en considération les points suivants (voir aussi figure 18) :

- 1 La femelle complètement mature a le ventre bombé, presque rond, doux au toucher, marqué d'une strie sombre et percé d'un orifice qui forme une excroissance.
- 2 Mise sur le dos, la femelle mature y reste sans tomber sur le flanc; tenue le ventre en haut, elle montre un léger affaissement des flancs dû au poids des oeufs qu'elle porte.
- 3 Le mâle mature (tout comme chez les autres espèces) produit son sperme si l'on appuie doucement sur son ventre.

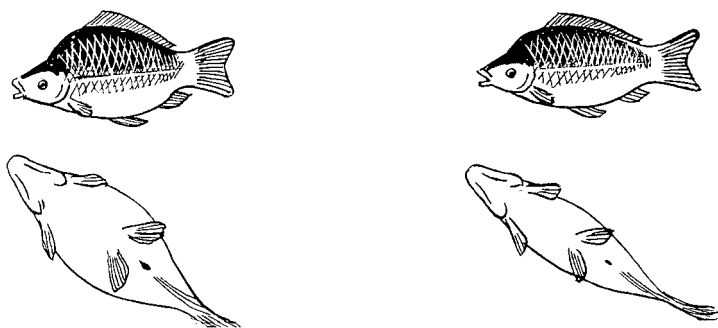


Figure 18 : Carpe commune mature : Femelle (gauche) et mâle (droite) (Costa-Pierce et al., 1989b).

Les géniteurs sont nourris avec du son de riz, des résidus de cuisine, du grain, etc. Dans les systèmes de reproduction naturelle en étangs à ciel ouvert, les futurs géniteurs sont mis à frayer dans des étangs spéciaux, appelés étangs frayères, et sont retirés après le frayage. Les

étangs frayères ont généralement une surface de 20-25 m². L'étang doit sécher pendant plusieurs jours avant d'être rempli d'eau douce propre jusqu'à une hauteur de 50 cm. On fait couler l'eau dans l'étang frayère le matin du jour de reproduction prévu; on y place les géniteurs et les collecteurs d'oeufs dans l'après-midi. Les étangs sont mis en charge avec un, deux ou trois groupes de poissons, chaque groupe comprenant une femelle (poids du corps : 1 kg) et 2 à 4 mâles (poids total : 1 kg).

Il existe de nombreuses techniques de ramassage des oeufs en étang frayère. Dans certains systèmes, des branches de conifères sont placées dans l'étang. Les oeufs se collent aux branches qui sont retirées et transférées dans l'étang d'alevinage. Une autre méthode est de placer dans l'étang des plantes flottantes qui servent de collecteurs. En Indonésie, on utilise des tapis d'herbes et de fibres de palmier. Chaque femelle de 2-3 kg nécessite un tapis d'environ 10 m² de surface. Après le frai, les tapis sont transférés dans les étangs d'alevinage. En Indonésie, on utilise un collecteur d'oeufs appelé kakaban, fait de fibres de la plante Indjuk (*Arenga pinnata* et *Arenga saccharifera*). Ces fibres sont de couleur sombre et ressemblent à du crin de cheval. Pour fabriquer ces kakabans, on lave les fibres d'Indjuk, on les dispose en couches que l'on arrange en bandes de 1,2 à 1,5 m de longueur. On place ces bandes dans le sens de la longueur entre deux planches de bambou de 4 à 5 cm de large et de 1,5 à 2 m de longueur, clouées ensemble sur deux côtés. Pour le frai, les kakabans sont tenus dans une position flottante, légèrement en dessous de la surface de l'eau, appuyés sur des poteaux en bambou. Cinq à huit kakabans sont nécessaires par kg de carpes femelles mises en charge. On provoque un petit courant d'eau dans l'étang frayère quand on y lâche les géniteurs et place les kakabans. Par habitude, le poisson fixe ses oeufs sur le dessous des kakabans. Quand le dessous est entièrement rempli d'oeufs, on retourne les kakabans. Lorsque les kakabans sont pleins d'oeufs de deux côtés (figure 19), ils sont transférés dans des étangs d'alevinage, 20 fois plus grands que l'étang frayère. Dans les étangs d'alevinage, les kakabans sont placés verticalement sur des poteaux en bambou flottants et espacés entre eux de 5 à 8 cm. Il faut veiller à ce que les oeufs soient toujours entièrement immergés sous 8 cm d'eau. Les oeufs éclosent après

2 à 8 jours selon la température de l'eau. Si la température est idéale (20-22°C), l'éclosion se fera après 4 jours.

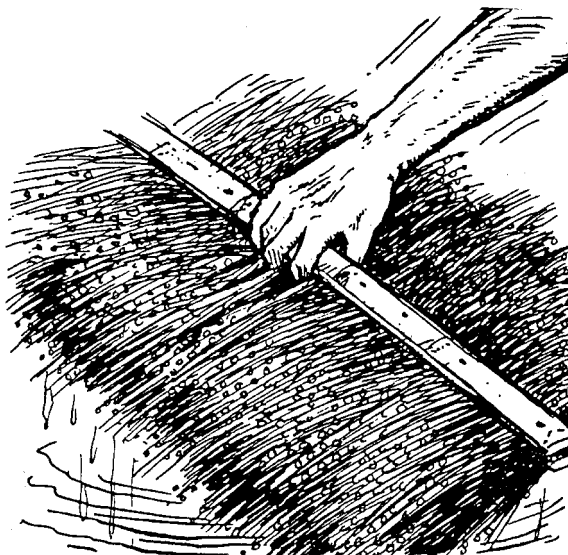


Figure 19 : Comment retirer un collecteur d'oeufs de carpe après le frayage (Costa-Pierce et al., 1989b).

Les étangs d'alevinage

La surface des étangs d'alevinage varie de 2 500 à 20 000 m² selon la taille de la ferme. Ces étangs ont 0,5 m à 1,5 m de profondeur. La densité de mise en charge des poissons est déterminée par le courant de l'eau dans l'étang. Dans les étangs d'eau stagnante (où l'eau ne coule pas), la densité de mise en charge est de 5 larves/m², alors que dans les étangs où l'eau coule, la densité peut être accrue jusqu'à 30 ou 80 larves/m². Les larves ou alevins se transforment en juvéniles en un mois environ. La méthode la plus courante est d'élever des alevins dans des étangs d'alevinage pendant environ un mois et de les transférer ensuite dans des étangs de croissance jusqu'à ce qu'ils atteignent leur taille de marché. L'apport régulier de vers de terre et de tourteaux de son de riz/huile de coco augmente la nourriture disponible et par conséquent le taux de survie des alevins et la production. Les vers de terre doivent

être donnés à un taux de 925 g/m² par semaine et le tourteau de son de riz/huile de coco à un taux de 0,5 g/m² par jour au moment de l'éclosion pour augmenter graduellement jusqu'à 20 g/m² par jour, 20 jours après l'éclosion. Dans ce dernier traitement, le son de riz et l'huile de coco sont entièrement mélangés à sec dans un rapport 1 : 1. Ils sont ensuite mouillés pour en faire des boulettes de 1 à 2 mm, et donnés aux poissons. Les worms castings peuvent être obtenues en composant pendant deux semaines des jacinthes d'eau hachées menu avec du fumier de lapin et en y ajoutant ensuite des vers de terre. La récolte se fait 2 mois plus tard.

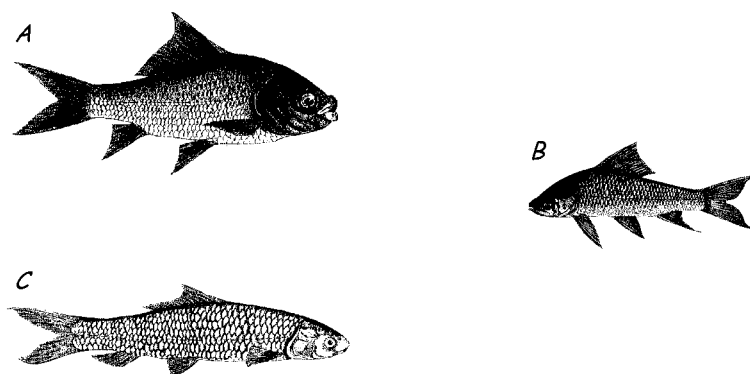


Figure 20 : *Carpes indiennes* (Mohammed Mohsin et al., 1983).
A : *catla*; B : *rohu*; C : *mrigal*.

Les étangs de croissance

Le type de système requis pour la croissance des carpes dépend des conditions climatiques et des demandes du marché. Cependant, la carpe commune est généralement produite en monoculture. Dans les pays tropicaux, un poisson de 500 g est produit en six mois et un poisson de 1 à 1,5 kg en un an.

Dans la pratique, des juvéniles de 4 à 8 semaines sont mis en charge dans des étangs de 70 cm de profondeur. On accroît la production alimentaire naturelle en ajoutant de l'engrais. La carpe commune se dé-

veloppe le mieux dans des densités de 1 à 2 poissons par m² de surface d'eau.

Production

Les niveaux de production obtenus varient selon le type d'élevage, la durée de la culture, la taille du poisson à la récolte, les espèces mises en charge, le niveau de fertilisation et la température de l'eau. Sous les tropiques, les taux de production quotidiens varient de 30 g/m dans des étangs non nourris et non fertilisés à 800 g/m² dans des étangs nourris et fertilisés où l'eau est régulièrement changée.

5.2 La carpe indienne et la carpe chinoise

Ces poissons uniquement d'eau douce ne résistent pas aux basses températures de l'eau et ont un niveau de croissance optimal vers 25°C. Ils sont sexuellement matures à l'âge de 2 ou 3 ans (carpe indienne, figure 20) et à 4 ou 9 ans (carpe chinoise, figure 21) et fraient seulement à des températures supérieures à 25°C.

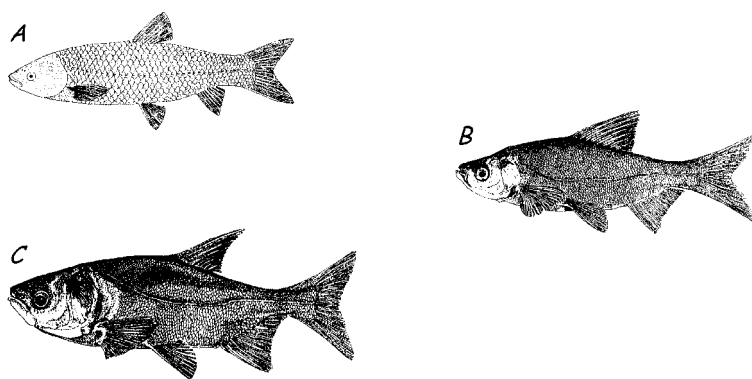


Figure 21 : Carpes chinoises (Mohammed Mohsin et al., 1983). A : carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*); B : carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*); C : carpe à grosse tête (*Aristichthys nobilis*).

L'âge de la maturité sexuelle dépend du sexe et du niveau de croissance. Comme les mâles de développent plus vite et sont matures plus tôt, ils peuvent frayer un an avant les femelles. Le poisson mature pèse au moins 5 kg dans le cas de la carpe chinoise, et 2-4 kg dans le cas de la carpe indienne. Il est préférable d'utiliser des exemplaires encore plus gros car ils produisent une plus grande quantité d'oeufs (pour la femelle) et de laitance (pour le mâle) et, par conséquent, plus de jeunes. Contrairement à la majorité des espèces de carpes, ces deux espèces pondent des oeufs qui flottent sur l'eau avant d'éclore.

Production des oeufs

Jusqu'à une date récente, l'approvisionnement en semences pour la pisciculture dépendait entièrement du ramassage des oeufs, des alevins et des juvéniles dans les rivières où les adultes ont frayés. Actuellement, on injecte les carpes avec des hormones pour déclencher artificiellement le frayage. Cependant, comme cette méthode de reproduction requiert un haut niveau de connaissance et d'intrants, le petit éleveur devrait plutôt acheter les jeunes carpes indiennes et chinoises chez un commerçant local et de préférence dans un service de vulgarisation.

Étangs d'alevinage

La surface des étangs d'alevinage varie considérablement d'un pays à l'autre. En Inde, par exemple, on utilise souvent de petits étangs de 10 m² alors qu'en Chine la surface des étangs peut aller jusqu'à 20 000 m². Les étangs sont peu profonds : 0,5 à 1 m de profondeur. Dans ces étangs, les alevins sont élevés dans des cages flottantes avant d'être lâchés dans l'étang. La densité de mise en charge des étangs est de 20 poissons/m².

Préparez les étangs avant la mise en charge en y appliquant du fumier sur le fond à un taux de 200 g/m² pour stimuler la fertilité de l'étang et par conséquent la croissance des poissons. On utilise parfois des aliments complémentaires, mais les algues et les animaux microscopiques constitue la nourriture idéale des alevins. Tout aliment complémentaire donné servira surtout d'engrais additionnel car les alevins sont trop petits pour pouvoir manger de si grosses particules.

Les étangs de croissance

En Chine, les étangs ont souvent 2 à 3 m de profondeur. Ils sont mis en charge à des densités d'environ 60-100 alevins/100 m², selon les conditions locales. Les poissons peuvent être cultivés pendant trois ans avant d'être récoltés.

Le rendement moyen est d'environ 400 g/m² pour les carpes chinoises. Des densités plus élevées sont possibles en polyculture de plusieurs sortes de carpe. En polyculture de carpes chinoises, la densité de mise en charge peut être 2/m², dans une proportion de 25% de carpes d'herbe, 25% de carpes à grosse tête (*Aristichthys nobilis*) et 50% de carpes argentées (*Hypophthalmichthys molitrix*).

Les carpes indiennes sont cultivées dans des étangs plus petits et moins profonds, d'environ 50 cm de profondeur. La densité de mise en charge de la carpe indienne est d'environ 90 g/m². Les poissons sont récoltés après huit mois quand ils ont atteint le poids de 300 g.

On peut accroître le taux de croissance de ces deux espèces (chinoise et indienne) en donnant des aliments complémentaires sous forme de matériel végétal. On peut donner des serpents à la carpe noire (*Mylopharyngodon piceus*) mangeuse de mollusques. La carpe d'herbe est une espèce qui permet de réduire la croissance des herbes dans les étangs et les canaux d'irrigation car une grande part de son régime est formé des plantes aquatiques qui poussent naturellement dans l'eau.

Si on cultive en polyculture des carpes herbivore (*Ctenopharyngodon idella*) avec d'autres poissons et si on les nourrit uniquement avec des herbes, on peut mettre en charge 2 poissons mangeurs d'algues (phytoplancton) ou de petits animaux (zooplancton) pour 10 carpes par 15 m². Chaque kg de carpe d'herbe mise en charge tolère 190 g d'espèces qui mangent du phytoplancton/zooplancton et 150 g d'espèces qui mangent presque tout (omnivores).

Si les étangs sont mis en charge avec la carpe commune, la carpe à grosse tête (*Aristichthys nobilis*) et le tilapia à une densité de 18 000 poissons/ha, on peut mettre en charge 3 carpes communes (ou autres poissons qui se nourrissent au fond de l'étang) et 4 tilapias (ou autres poissons mangeurs d'algues) pour 2 carpes à grosse tête (*Aristichthys nobilis*) (ou autres poissons mangeurs de zooplancton). Il est préférable dans ce cas de fertiliser les étangs deux fois par semaine avec du fumier de canard à un taux de 1 000 kg/ha.

6 La culture du tilapia

Le tilapia est un poisson qui convient parfaitement à la polyculture dans des conditions environnementales pauvres et là où une faible priorité est donnée à la gestion de l'étang.

Les tilapias forment un groupe d'espèces tropicales de poissons d'eau douce originaires d'Afrique et du Moyen-Orient. Ce sont des poissons robustes pouvant supporter des températures extrêmes de l'eau et de bas niveaux d'oxygène dissous. Le fraiage naturel a lieu dans presque tous les types d'eau. La température de l'eau pour la croissance optimale et la reproduction est entre 20 et 30°C. Ils supportent des températures de l'eau descendant jusqu'à 12°C, mais ils ne survivent pas à des températures inférieures à 10°C. Certaines espèces survivent en eau de mer. Étant omnivores, les tilapias mangent presque tout; c'est pourquoi on les appelle souvent "poules aquatiques". En raison de ces caractéristiques favorables à la culture, le tilapia est considéré comme étant l'espèce idéale pour la pisciculture rurale. Cependant, un de ses avantages s'est transformé en un véritable inconvénient pour une pisciculture rentable : le tilapia se reproduit presque continuellement. Il est sexuellement mature dès qu'il a atteint la taille de 10 cm (environ 30 g de poids du corps). Cette maturation précoce et la reproduction fréquente provoquent la surpopulation des étangs avec de jeunes poissons et entraînent une forte concurrence alimentaire entre les tilapias mis en charge et les nouveaux-nés. En retour, cela entraîne la baisse du taux de croissance des tilapias mis en charge au départ et la récolte d'un grand nombre de tilapias de petite taille.

Il y a au moins 77 espèces connues de tilapia. Les différentes sous-espèces sont classées en fonction de leur comportement reproductif et de leurs préférences alimentaires. Les poissons qui creusent le sol de l'étang pour faire des nids dans lesquels ils fraient, portent le nom de tilapia. Ils gardent les jeunes dans les nids, ont des dents pointues et se nourrissent surtout de plantes aquatiques. Les couveurs buccaux qui couvent les oeufs fertilisés dans la bouche du parent femelle ou mâle

appartiennent à la sous-espèce *Sarotherodon*. Leurs dents sont fines et ils se nourrissent surtout d'algues. L'espèce de tilapia appartenant au genre *Oreochromis* fraie dans des nids creusés dans le fond de l'étang et les oeufs sont couvés dans la bouche de la mère. Leurs dents sont fines et ils se nourrissent surtout d'algues. De tous les tilapias, le tilapia du Nil est l'espèce dont la croissance est la plus rapide (figure 22).

Le système de culture des tilapias le plus courant et le plus répandu utilise des étangs en terre de toutes tailles. Dans la culture en étangs, on essaie de résoudre le problème de reproduction précoce, et donc de surpopulation, par l'utilisation de différentes méthodes de contrôle.

La méthode la plus simple est la récolte continue. On retire les plus gros poissons à l'aide d'un filet sélectif fait en matériau naturel ou en nylon. En enlevant les poissons de taille marchande, les alevins et les jeunes poissons peuvent poursuivre leur croissance. Comme cette méthode requiert beaucoup de travail et allonge la période qui précède la maturité, sa valeur est limitée. De plus, la vente des gros poissons à croissance rapide et l'utilisation pour la reproduction d'exemplaires à croissance lente risquent d'entraîner une détériorisation génétique de la population. Une méthode un peu plus compliquée est d'enlever les jeunes de l'étang au moment de l'éclosion, de les élever dans des étangs d'alevinage et de les mettre en charge ensuite dans les étangs de croissance. Comme le poisson a tendance à nouveau de s'accoupler avant d'avoir atteint la taille marchande, la surpopulation peut rester un problème.

Cependant la méthode la plus économique de prévention de la surpopulation dans une ferme à petite échelle est l'introduction dans l'étang de poissons prédateurs (par ex. des poissons-chats ou des gobies ophiocéphales) : ces poissons mangeront la majorité des alevins de tilapia quand les adultes commencent à se reproduire. Différents prédateurs sont utilisés dans différentes parties du monde : *Cichlasoma managuense* (El Salvador), *Hemichromis fasciatus* (Zaïre), Nile perch et *Lates niloticus* (Egypte), *Micropterus salmoides* (Madagascar), *Bagrus docmac* (Ouganda). Les prédateurs atteignent généralement des prix de vente élevés.

Pour utiliser cette méthode de contrôle de la reproduction des tilapias, il faut considérer un certain nombre de facteurs tels que le temps, la taille et la densité de mise en charge des tilapias et des prédateurs. Comme les tilapias se mettent à se reproduire immédiatement après leur mise en charge, les prédateurs peuvent être mis en charge en même temps. La densité de mise en charge des tilapias est de $2/m^2$. Celle des prédateurs varie en fonction de leur voracité : 83 poissons-chats d'au moins 30 cm de longueur par $100 m^2$, ou 7 gobies ophiocéphales d'au moins 25 cm de longueur par $100 m^2$. Si l'on utilise d'autres espèces de prédateurs, il faut soigneusement considérer le nombre et la taille des poissons à mettre en charge.

En règle générale, la consommation maximale d'un prédateur est de 40% de sa longueur. Ainsi, si on met en charge des tilapias de 10 cm, il faut mettre en charge avec lui un prédateur d'au moins 25 cm (10/0,40) de longueur, sinon le prédateur mangera les tilapias. Comme la densité de mise en charge des prédateurs dépend de sa voracité, on peut faire une estimation en comparant la voracité du prédateur à mettre en charge avec celle (moyenne) du poisson-chat et celle (très grande) du gobie ophiocéphale. On utilisera le résultat obtenu pour déterminer le nombre de prédateurs à mettre en charge : entre celle du poisson-chat et celle du gobie ophiocéphale. Comme les mâles tilapias

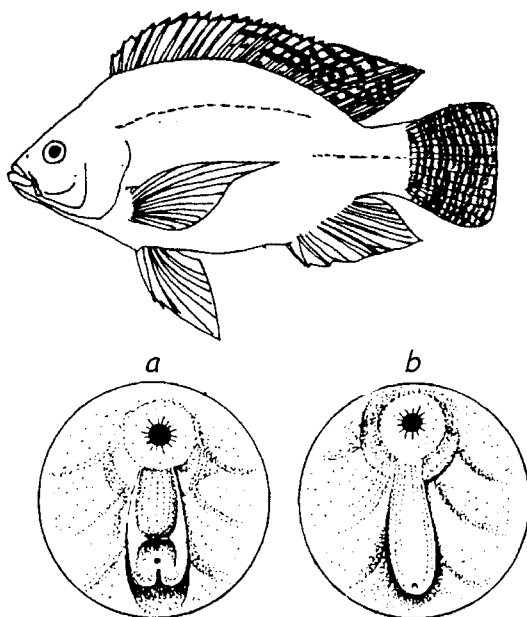


Figure 22 : Les papilles génitales du tilapia féminin (a) et mâle (b) (FAO, 1995).

On utilisera le résultat obtenu pour déterminer le nombre de prédateurs à mettre en charge : entre celle du poisson-chat et celle du gobie ophiocéphale. Comme les mâles tilapias

se développent plus vite que les femelles, ils sont généralement plus gros au même âge. Ainsi, si vous achetez des juvéniles de tilapias dans un but de croissance, choisissez les plus grands malgré les coûts plus élevés. En effet, ces coûts seront plus que compensés par des taux de croissance plus élevés et par conséquent par des rendements plus élevés. Le tilapia mâle se distingue de la femelle par l'absence d'ouverture verticale sur les papilles génitales (figure 22).

6.1 Production des oeufs

La production des oeufs ne pose pas de problèmes car les poissons fraient volontiers dans les étangs. Leur température préférée pendant le frai est de 20-30°C.

Le nombre d'oeufs par ponte dépend de la taille de la femelle : une femelle de tilapia du Nil pesant 100 g pond environ 100 oeufs, alors qu'une femelle pesant 600-1 000 g en pond 1 000-1 500. Le taux de mise en charge des mâles est généralement de 10-25 par 1 000 m². Les alevins sont ramassés à des intervalles d'un mois et se transforment en juvéniles dans les étangs d'alevinage. La production mensuelle moyenne est d'environ 1 500 alevins/m³.

En général, on met en charge une femelle de tilapia d'environ 700 g et plusieurs mâles de 200 g à une densité moyenne de 1 poisson par 2 m², dans une proportion de 1 mâle pour 4 ou 5 femelles.

Les mâles de tilapia se mettent immédiatement à creuser des trous dans le fond de l'étang. La femelle est attirée dans le trou où elle dépose ses oeufs. Si le fond de l'étang n'est pas meuble, on peut utiliser des pots en terre ou des boîtes en bois pour servir de nid. Les tilapias peuvent ainsi se reproduire toutes les 3 à 6 semaines.

Pendant les premiers stades, les alevins s'alimentent de la nourriture naturelle produite dans l'étang. Les alevins sont enlevés des étangs frayères et transférés dans des étangs d'alevinage ou directement dans des étangs de croissance. Une fois transférés dans les étangs d'alevinage, ils reçoivent une alimentation complémentaire dans un taux d'environ 6-8% du poids du corps, selon le type de nourriture. Si on utilise du son de blé, les niveaux d'alimentation peuvent varier de 4 à 11% du poids du corps par jour.

6.2 Les étangs de croissance

La culture du tilapia est généralement orientée vers la production de poissons de taille marchande ou pesant 200-300 g minimum. Les étangs utilisés en culture extensive et semi-intensive varient en taille de quelques mètres carrés à plusieurs milliers de mètres carrés. Les unités de culture intensive ont généralement environ 800-1 000 m². Les étangs de cette taille sont faciles à gérer par l'éleveur.

Il est recommandé d'utiliser une densité de mise en charge de 2 juvéniles/m² et d'appliquer des engrais et/ou des aliments complémentaires car une nourriture disponible en grande quantité retarde la fréquence de la ponte des femelles et leur taille à la maturité. On freine ainsi artificiellement l'effet de surpopulation de l'étang. On peut obtenir deux récoltes par an lorsque la taille marchande est d'environ 200 g. On peut fertiliser les étangs avec du fumier de poule et du phosphate d'ammonium. Les aliments complémentaires généralement utilisés sont le son de riz, le son de blé et le fumier de poule séché.

6.3 Aliments et engrais

Bien que les tilapias se divisent en espèces mangeant surtout des plantes aquatiques et en espèces mangeant surtout des plantes plus petites (algues), leurs habitudes alimentaires sont très flexibles sous les conditions de culture en étang, c'est-à-dire qu'ils mangent presque toutes les sortes d'aliments qu'on leur donne. Leur nourriture est constituée en grande partie du matériel mort trouvé au fond de l'étang. La fertilisation des étangs à tilapias avec de l'engrais organique et/ou artificiel augmente la production alimentaire générale des étangs.

Un grand nombre d'aliments peuvent être utilisés. Les jeunes tilapias puisent surtout dans la production naturelle de l'étang. Les tilapia adultes peuvent vivre uniquement de la production naturelle de l'étang après application de fumier et/ou d'engrais artificiel. Cette production alimentaire naturelle peut être plus ou moins complétée par un apport d'autres aliments.

On peut donner aux tilapias du matériel végétal (feuilles, cassave, patate douce, maïs et papaya) et nombre de sous-produits (son de riz,

fruits, drêches de brasserie, tourteaux de coton, tourteaux d'arachides et pulpe de café).

Le type de nourriture utilisée dépend de sa disponibilité et des coûts locaux. Dans la majorité des cas, les aliments sont préparés à la ferme à partir de toutes sortes de (sous)-produits agricoles. Quelques exemples de formules simples sont données au tableau 5. La quantité de nourriture nécessaire dépend de la taille des poissons et du type de nourriture. Une bonne observation des poissons pendant l'alimentation est la meilleure façon de déterminer les quantités à donner. Ne donnez pas aux poissons plus qu'ils ne peuvent manger en une fois.

Tableau 5 : Quelques formules alimentaires utilisés pour le tilapia dans différents pays (Pillay, 1990).

Philippines	Afrique centrale	Côte d'ivoire
65% son de riz 25% farine de poisson 10% farine de copra	82% tourteau/huile de coton 8% farine de blé 8% farine de sang de bétail 25% Phosphate bicalcium	61-65% poli de riz 12% de blé 18% tourteau/huile d'arachides 4-8% farine de poisson 15% coquilles d'huître

6.4 Taux de mise en charge et niveaux de production

Une densité de mise en charge de 2 juvéniles de tilapia/m² est généralement recommandée.

Les systèmes de polyculture de tilapia avec la carpe commune, la carpe mullet ou argentée peuvent contribuer à maximaliser l'utilisation de la nourriture naturelle des étangs. Le rendement annuel en polyculture peut atteindre les 750-1070 g/m²/an.

Exemples de niveaux de production typiques obtenus dans différents systèmes de culture :

Étangs non fertilisés, sans prédateurs	30-60 g/m ² /an
Étangs non fertilisés, alimentés, avec prédateurs	250 g/m ² /an
Étangs fertilisés au fumier de porc	500 g/m ² /an
Étangs fertilisés au fumier de volaille	300 g/m ² /an
Étangs fertilisés + aliments complémentaires	800 g/m ² /an

7 La culture du poisson-chat

Les poissons-chats appartiennent à l'ordre des *Soluriformes*. Ils se divisent en plusieurs familles : **Ictalirudae**, **Pangasidae** et **Clariidae** et consistent en espèces marines et en espèces d'eau douce qui se rencontrent un peu partout dans le monde. On distingue plus de 2 000 espèces différentes dont plus de la moitié sont répandues en Amérique du Sud. Quelques-unes des familles de poissons-chats et leurs régions d'élevage sont :

Ictaliridae : Le poisson-chat du channel (*Ictalurus punctatus*) et le poisson-chat bleu (*Ictalurus furcatus*), tous deux cultivés aux Etats-Unis.

Pangasiidae : *Pangasius suchi* cultivé en Thaïlande, au Cambodge, au Vietnam, au Laos et en Inde et *Pangasius larnaudi*.

Clariidae : Le poisson-chat d'Asie (*Clarias batrachus*) et *Clarias microcephalus* cultivés en Thaïlande et le poisson-chat d'Afrique (*Clarias gariepinus*) cultivé en Europe et en Afrique (figure 23).

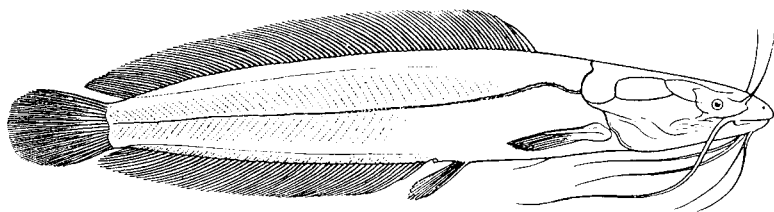


Figure 23 : Poisson-chat d'Afrique (*Clarias gariepinus*).

Tous les poissons-chats élevés en pisciculture sont des espèces d'eau douce. Leur peau est nue ou bien recouverte de plaques osseuse. On peut donc facilement les manipuler sans craindre d'arracher leurs écailles et d'endommager leur peau. Leur nature robuste et leur capacité à survivre hors de l'eau pendant de longues périodes sont des atouts très précieux dans les pays tropicaux où les températures élevées posent des problèmes de transport.

Le poisson-chat du channel fraie de préférence dans des étangs peu profonds. Les oeufs sont pondus dans un nid et gardés par le mâle. Le poisson-chat d'Asie fraie facilement en captivité alors que le poisson-chat d'Afrique nécessite des soins particuliers mais peut aussi frayer naturellement en étangs. Tout comme les tilapias, les poissons-chats mangent presque tout ce qu'ils trouvent, mais ils montrent une légère préférence pour les petits poissons (mesurant jusqu'à 30% de la longueur de leur corps) et pour le matériel qui se trouve au fond de l'étang comme la matière végétale. Ce sont des poissons d'eau chaude : la température de l'eau peut varier entre 16 et 30°C.

De nombreux poissons-chats disposent, outre de branchies avec lesquelles ils puisent l'oxygène de l'eau, d'une paire d'organes respiratoires supplémentaires qui leur permet de prendre aussi l'oxygène de l'air. Ils peuvent passer beaucoup de temps hors de l'eau et ils sautent parfois hors des étangs à la recherche de nourriture; c'est la raison pour laquelle le poisson-chat du channel est parfois appelé "poisson marcheur". Pouvant vivre dans des conditions environnementales pauvres (étangs peu profonds avec manque d'oxygènes), ils sont parfois mis en charge dans des rizières avec des carpes et des tilapias pour mettre à profit toute la nourriture naturelle disponible. Les poissons-chats cultivés en rizières mangent presque tout, mais ils préfèrent les vers, les escargots et certains autres poissons.

7.1 La production des oeufs

Le comportement reproducteur diffère selon les espèces de poisson-chat. Le poisson-chat du channel fraie à l'âge de 2-3 ans, quand il pèse au moins 1,5 kg. Pour les poissons des deux sexes, l'ouverture urogénitale est située juste derrière l'anus. Le mâle adulte se distingue de la femelle par la forme de sa papille : elle est allongée et dirigée vers l'arrière. Chez la femelle, la papille a la forme d'une excroissance ovale. Sur la Figure 24, une femelle mature (A) et un mâle (B) de poisson chat sont montrés sur le dos. Les juvéniles de poisson-chat n'ont pas encore développé de papilles.

Pour le frayage naturel, on laisse un couple de poissons-chats dans l'étang qui contient une zone de nidification adaptée sur laquelle ils pourront frayer. Les étangs frayères ont une surface d'environ 2500 m² et la densité de mise en charge est de 5 à 30 poissons/1000 m². Pour le frayage en enclos, chaque couple de poisson-chat est mis dans une caisse de frayage placée dans un enclos en grillage de 3 à 6 m² de surface et de 1 m de profondeur. Dans les deux systèmes, les oeufs peuvent soit être laissés dans l'étang jusqu'à l'éclosion, soit être retirés pour incuber dans une écloserie. Les femelles pondent entre 3.000 et 20.000 oeufs par frayage, selon leur poids corporel.

Dans le cas des familles **Pangasiidae** et des **Clariidae**, la

plupart des semences sont obtenues dans la nature sous forme d'alevins. Le frayage artificiel est actuellement largement pratiqué en Europe et en Asie pour tous les **Pangasiidae** et pour certains **Clariidae**, car on ne parvient pas à les laisser frayer naturellement. Le poisson-chat d'Asie peut frayer naturellement en étangs si on arrête l'alimentation et si on augmente le niveau de l'eau. Le poisson-chat d'Afrique fraie naturellement sur un certain nombre de substrat (fibres de sisal, feuilles de palmier et pierres).

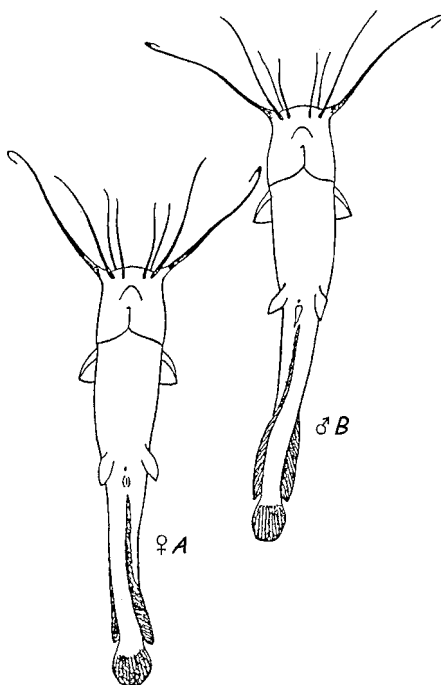


Figure 24 : Papilles génitales de la femelle (A) et du mâle (B) du poisson-chat d'Afrique (Viveen et al., 1985).

7.2 Les écloséries

Après l'éclosion des oeufs du poisson-chat du channel dans les étangs frayères, les alevins sont récoltés et transférés dans des étangs d'alevinage. Les écloséries sont de simples boîtes en aluminium placées dans un courant d'eau douce. Ainsi, les oeufs sont tenus en mouvement artificiellement (comme le font naturellement les mâles quand ils gardent les oeufs). Les oeufs des **Ictaluridae** éclosent après 5 à 10 jours à une température de 21 à 24°C, alors que ceux des **Pangasiidae** éclosent après 1 à 3 jours à une température de 25 à 28°C. Les oeufs du poisson-chat d'Asie éclosent dans des nids gardés par les mâles. L'éclosion a lieu 18 à 20 heures après le frayage si la température de l'eau est de 25 à 32°C. Les nouveaux-nés restent dans les nids pendant 6 à 9 jours, après quoi ils sont transférés dans des étangs d'alevinage à l'aide d'un filet écope. Chaque femelle produit 2 000 à 5 000 alevins, selon le poids du corps. Sous des conditions de culture en étang, le poisson-chat d'Afrique fraie naturellement mais, comme les géniteurs ne se soucient pas de leur progéniture, le taux de survie et la production d'alevins sont très faibles. En conséquence, le frayage artificiel et la production contrôlée d'alevins sont des pratiques de plus en plus courantes. Les poissons-chats de petite taille utilisés en pisciculture sont généralement attrapés dans la nature ou achetés sur le marché, chez des marchands de poissons ou dans un service de vulgarisation local.

7.3 La production d'alevins

Les oeufs de poisson-chat sont petits et éclosent en larves très petites. Les larves du poisson-chat du channel éclosent avec une vésicule vitelline. Cette vésicule renferme de la nourriture pour les larves qui viennent d'éclore. Quand cette nourriture est entièrement mangée, les alevins doivent aller à la recherche de leur nourriture. Ils restent dans des bassins d'alevinage jusqu'à la disparition de leur vésicule vitelline, c'est-à-dire environ quatre jours après l'éclosion. Ils sont alors transférés dans des étangs d'alevinage. Les étangs d'alevinage varient en taille et sont mis en charge à une densité de 50 alevins/m² de surface d'étang. On commence à le fertiliser quand le disque de Secchi indique une profondeur entre 25 et 50 cm. La fertilisation peut se faire en

ajoutant du fumier animal (5 kg de fumier de vache ou 3 kg de fumier de poule/porc par 100 m² et/ou des engrais artificiels (50 g de superphosphate et 100 g d'urée par 100 m²). Environ deux semaines après la mise en charge, le niveau de production des algues et du zooplancton ne satisfont plus les besoins alimentaires des alevins en croissance. Ils commencent à manger des organismes qui se trouvent au fond de l'étang (par ex. des larves de moustiques) et le cannibalisme apparaît souvent. Sans aliments complémentaires, on peut atteindre un niveau maximal de survie d'environ 30% des nombres totaux mis en charge dans les 30 jours de la période d'alevinage. Les juvéniles auront un poids moyen de 1 à 3 g (3 à 6 cm de longueur).

Les alevins de **Pangasiidae** sont généralement transférés directement après l'éclosion dans des étangs d'alevinage, bien que l'on utilise parfois des bassins d'alevinage. Les alevins mangent la nourriture naturelle présente dans l'étang. Comme la production alimentaire naturelle n'est pas toujours suffisante, il est recommandé de donner une nourriture complémentaire.

7.4 Étangs de croissance

Ces étangs varient en taille de 5 000 à 20 000 m². Comme les basses températures hivernales ralentissent sa croissance, le poisson-chat du channel est parfois élevé pendant deux ans avant qu'il n'atteigne sa taille marchande.

Les juvéniles mis en charge doivent être tous de la même taille, sinon il y aura danger de cannibalisme : les plus grands se mettront à manger les petits lorsqu'il n'y a pas assez de nourriture dans l'étang. Au cours de la première année, la densité de mise en charge est d'environ 20 juvéniles/10 m². Au cours de la deuxième année, elle sera réduite à 4.

Les étangs de croissance pour les **Clariidae** et les **Pangasiidae** varient en taille de 1 000 à 20 000 m²; leur profondeur est généralement de 1 à 3 m. Les juvéniles sont mis en charge à un taux de 25/m².

Les poissons-chats sont également produits dans des cages flottantes qui varient en taille de 6 à 100 m².

7.5 Besoins alimentaires

Le poisson-chat d'Afrique se nourrit des ressources alimentaires naturelles de l'étang. L'apport d'engrais dans les étangs à poissons-chats vise à augmenter la production alimentaire générale des étangs. L'expérience a montré que la production de poissons est plus élevée avec la fertilisation au fumier animal qu'avec la fertilisation artificielle (souvent coûteuse aussi).

Annexe 1: Directives pour le dessin et la construction d'un étang

Taille et forme

Les étangs carrés et rectangulaires sont les plus faciles à construire. Cependant, vous pouvez construire un étang d'une autre forme en fonction du relief. Une superficie de 300 m² convient pour un étang familial qui sera construit sans l'aide de machines. Les étangs peuvent être beaucoup plus grands, mais il est préférable pour l'usage familial d'avoir plusieurs petits étangs plutôt qu'un grand. Si vous avez plusieurs étangs, vous pouvez récolter du poisson plus souvent.

Profondeur

La profondeur de l'eau est généralement de 30 cm à l'extrémité la plus basse et 1 m à l'extrémité la plus profonde (figure 25) L'étang peut être plus profond s'il est utilisé comme réservoir d'eau pendant la saison sèche. Il est important que l'étang puisse être complètement vidé pour la récolte.



Figure 25 : Coupe transversale d'un étang (Murnyak et Murnyak, 1990).

Types

Le type de l'étang à construire dépend du relief du terrain (topographie). Les zones plates et vallonnées requièrent différents types d'étangs.

Les étangs creusés sont construits dans les zones plates en creusant un trou aussi grand que l'étang futur. Le niveau de l'eau sera en dessous du niveau originel du sol (figure 26).



Figure 26 : Étang creusé (Murnyak et Murnyak, 1990).



Figure 27 : Étang selon les courbes de niveau (Murnyak et Murnyak, 1990).

Les étangs selon les courbes de niveau sont construits sur une pente dans des zones vallonnées. Le sol du côté supérieur de l'étang est creusé et utilisé pour construire une digue sur le côté inférieur. Le bar-

rage doit être solide car le niveau d'eau dans l'étang sera au-dessus du niveau originel du sol (figure 27).

Construction d'un étang à poissons

La construction de l'étang est souvent l'aspect le plus difficile et le plus coûteux de la pisciculture. Un étang bien construit est un bon investissement qui servira de nombreuses années.

Les étapes à suivre pour la construction d'un étang à poissons sont les suivantes :

- 1 Préparez le site
- 2 Construisez une base d'argile, nécessaire seulement pour les étangs selon les courbes de niveau)
- 3 Creusez l'étang et construisez les digues
- 4 Construisez l'arrivée et la sortie d'eau
- 5 Protégez les digues de l'étang
- 6 Fertilisez l'étang
- 7 Clôturez l'étang
- 8 Remplissez l'étang avec de l'eau
- 9 Contrôlez s'il n'y a pas de problèmes avant la mise en charge des poissons

1. Comment préparer le site.

Commencez par enlever les arbres, les broussailles et les pierres et coupez l'herbe de la zone destinée à l'étang. Ensuite mesurez et piquez l'étang sur sa longueur et sa largeur (figure 28). Les digues de l'étang doivent s'élever plusieurs mètres au-dessus de la surface de l'eau. Dans les zones vallonnées, essayez de mesurer la pente du relief avec un niveau ou un bâton pour trouver le meilleur emplacement et la meilleure orientation de l'étang.

Enlevez la couche supérieur du sol (contenant des racines, des feuilles etc.) et mettez le à l'extérieur du périmètre de l'étang (figure 29). Gardez la couche supérieure pour utiliser-la plus tard quand l'herbe est planté sur les digues de l'étang.

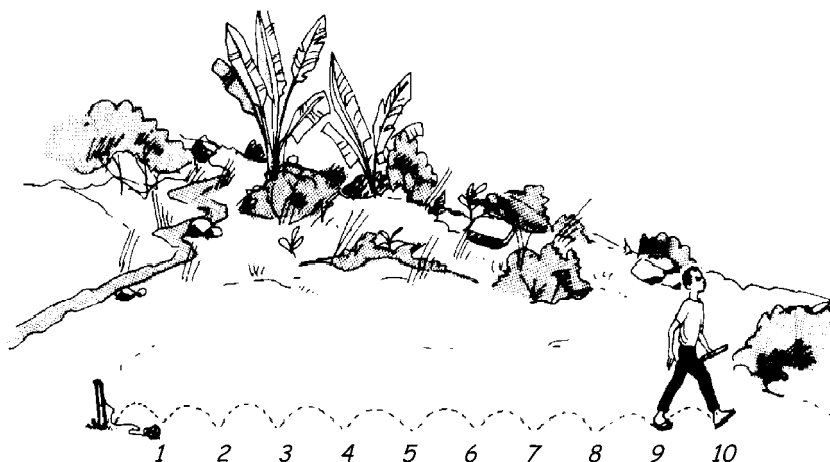


Figure 28 : Piquetage de l'étang (Murnyak et Murnyak, 1990).

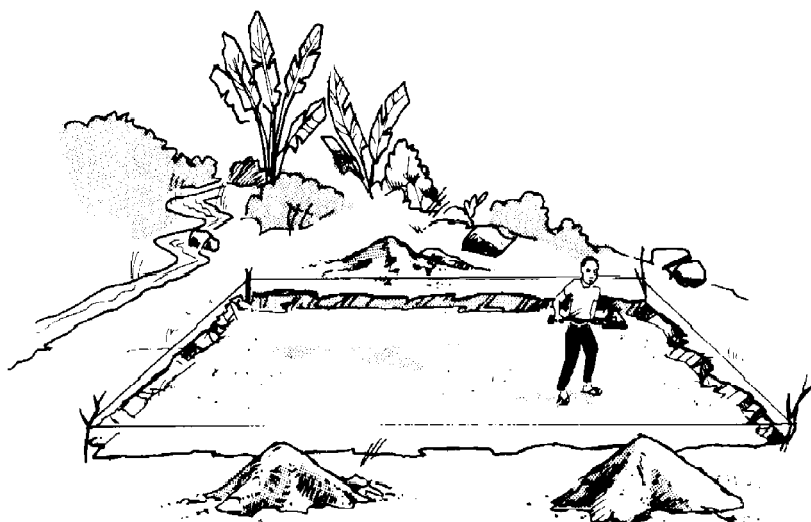


Figure 29 : Enlevez la couche arable (Murnyak et Murnyak, 1990).

2. Comment construire une base d'argile (pour étangs selon les courbes de niveau).

Une base d'argile est la fondation permettant de renforcer la digue de l'étang et de prévenir les fuites d'eau. Pour les étangs selon les courbes de niveau, il est nécessaire de construire une base d'argile sous les parties de la digue où l'eau dépasse le niveau du sol originel. Pour les étangs creusés, une base d'argile n'est pas nécessaire car le niveau d'eau ne dépasse pas le niveau du sol originel.

Enlevez toute la couche arable de la zone destinée à l'étang et gardez-la pour les digues de l'étang. Creusez une tranchée de la même façon que vous creuseriez les fondations d'une maison. La tranchée doit être creusée le long du côté bas de l'étang et à mi-chemin de chaque petit côté de l'étang (figure 30). Remplissez la tranchée avec de la bonne terre argileuse. Ajoutez plusieurs centimètres d'argile en une fois et tassez bien. Cela fera une solide fondation sur laquelle vous pourrez construire les digues de l'étang.

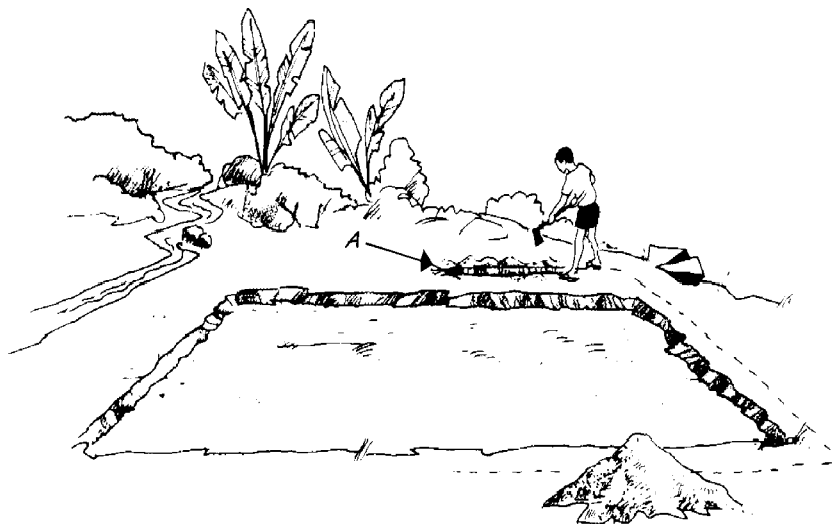


Figure 30 : Le creusement d'une tranchée base (A) (Murnyak et murnyak, 1990).

La figure 31 indique comment une tranchée base permet de renforcer la digue de l'étang et de la protéger des fuites. L'eau a tendance à s'infiltrer à l'endroit où la nouvelle terre rejoint la couche de terre originale. Dans le croquis supérieur, la base d'argile arrête l'infiltration de l'eau sous le mur nouvellement construit. Dans le croquis du dessous, il n'y a pas de base d'argile et l'eau s'infiltre sous la nouvelle digue. Ces fuites peuvent éventuellement provoquer la rupture de la digue.



Figure 31 : La fonction du noyau (Murnyak et Murnyak, 1990). A : l'eau; B : le mur de terre de l'étang; C : terre; D : l'eau infiltration; E : le noyau argile.

3. Comment creuser l'étang et construire les digues.

Utilisez la terre qui provient de la tranchée de la base d'argile pour construire la digue au sommet de la tranchée. N'utilisez pas de sol sableux ou rocaillieux ni de terre qui contient des racines, de l'herbe, des branches ou des feuilles. En pourrissant, ces matériaux laissent plus tard un endroit faible d'où l'eau pourra fuir.

Tassez souvent la terre pendant la construction de la digue. Après avoir ajouté chaque 30 cm de terre meuble, piétinez-la. Ensuite, ameublissez-la avec une houe, un rondin lourd ou un morceau de bois attaché à l'extrémité d'un piquet (figure 32). La digue sera ainsi renforcée.

Les digues de l'étang doivent dépasser d'environ 30 cm le niveau d'eau de l'étang. Si vous désirez cultiver des poissons-chats, construisez la digue 50 cm plus haut que le niveau d'eau pour empêcher que les poissons-chats ne s'échappent. Une fois cette hauteur atteinte, ajoutez un peu de terre pour permettre le tassement. Ensuite, n'ajoutez plus de terre au sommet des digues.



Figure 32 : Le tassement de la digue (Viveen et al., 1985).

Si l'étang n'est pas encore assez profond, continuez à creuser mais jetez la terre hors de la zone destinée à l'étang. Si vous la mettez sur les digues de l'étang, celles-ci seront trop hautes et instables et il sera difficile de travailler autour de l'étang. Les digues de l'étang doivent être en pente douce. Cela les rend plus solides et les empêche de s'effondrer dans l'étang. Le plus facile est de faire les pentes des digues **APRÈS** avoir creusé la majeure partie de l'étang.

La meilleure pente pour un étang est celle qui s'élève 1 mètre en hauteur pour chaque 2 mètres de longueur. Pour obtenir une telle pente, il est facile de faire un triangle comme indiqué à la figure 33. Une bonne manière de savoir si les digues sont trop escarpées est d'essayer de descendre lentement du sommet de la digue jusqu'au fond de l'étang. Si cela n'est pas possible, le digue

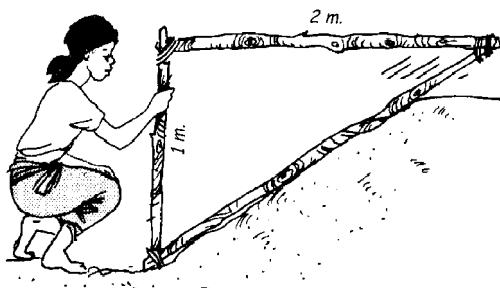


Figure 33 : La mesure de la pente de la digue (Murnyak et Murnyak, 1990).

est trop escarpée!

Le fond de l'étang doit aussi être en pente de façon que la profondeur de l'eau varie suivant la longueur de l'étang. Aplissez le fond de l'étang après avoir atteint la profondeur requise. Cela facilitera l'utilisation de filets lors de la récolte du poisson : ils glisseront plus facilement sur le fond de l'étang.

4. Comment construire l'arrivée et la sortie d'eau.

L'arrivée d'eau consiste en un canal d'alimentation, un bassin de décantation et un tuyau pour apporter l'eau dans l'étang. (figure 34 et figure 35).

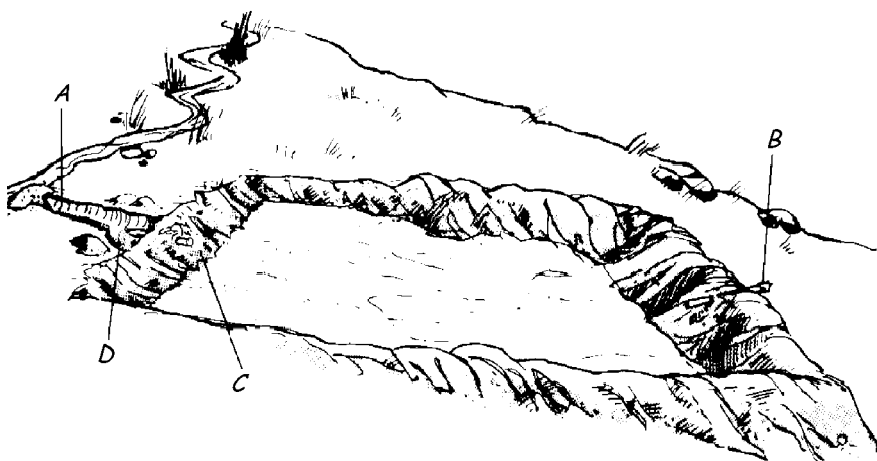


Figure 34 : L'arrivée et la sortie de l'eau dans un étang (Murnyak and Murnyak 1990). A : canal d'alimentation; B : tuyau de déversement; C : tuyau d'alimentation; D : bassin de décantation.

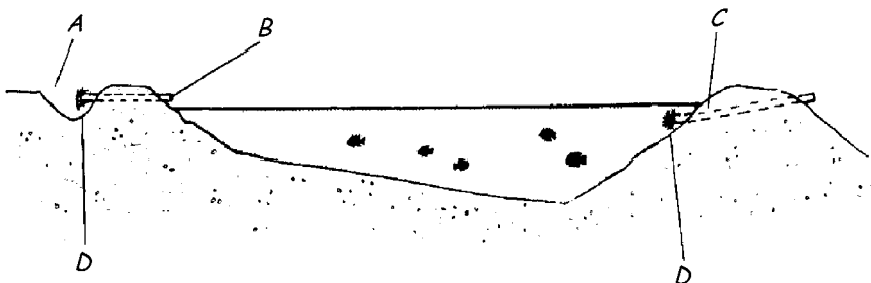


Figure 35 : Coupe transversale de l'arrivée et de la sortie d'eau d'un étang (Murnyak and Murnyak, (1990). A : bassin de décantation; B : tuyau de déversement; C : tuyau d'alimentation; D : l'écran.

L'eau qui arrive dans l'étang contient souvent beaucoup de terre et de limon. Cela risque de rendre l'étang très boueux. Le bassin de décantation empêche la terre d'entrer dans l'étang. Élargissez et approfondissez le canal d'alimentation juste à l'extérieur de la digue de l'étang. Au lieu d'entrer dans l'étang, la terre se déposera dans ce trou, appelé bassin de décantation.

Le tuyau d'alimentation relie le bassin de décantation à l'étang en traversant la digue de l'étang. Il doit être placé environ 15 cm au-dessus du niveau d'eau pour que l'eau puisse tomber dans l'étang. Ainsi, le poisson ne pourra pas s'échapper par le tuyau d'alimentation. Cela permet également de mélanger à l'eau de l'air (et donc de l'oxygène).

La **sortie** d'eau est un tuyau de déversement utilisé seulement en cas d'urgence. L'eau NE doit PAS déborder des étangs quotidiennement. Par fortes pluies, le tuyau de déversement décharge l'étang de l'excès d'eau de pluie et de ruissellement.

Le tuyau de déversement peut être installé dans un coin de l'étang (Figure 35). Installé avec sa prise sous l'eau, il empêchera l'écran de s'obstruer avec les débris qui flottent à la surface de l'eau.

Les tuyaux d'alimentation et de vidange peuvent être en métal, en plastique en bambou, en bois, etc. Installez les tuyaux à travers la digue de l'étang près de la surface de l'eau.

Les tuyaux doivent être munis d'écrans pour empêcher les poissons d'entrer ou de sortir de l'étang. A l'extérieur de l'étang, le tuyau d'ALIMENTATION est muni d'un écran qui arrête les poissons sauvages et tous objets comme les branches et des feuilles. A l'intérieur de l'étang, le tuyau de VIDANGE est muni d'un écran qui empêche le poisson de s'échapper.

Les écrans peuvent être faits en divers matériaux : tout ce qui laisse passer l'eau mais retient les petits poissons (figure 36) :

- un morceau de métal perforé (figure 36A);
- un écran ou treillis métallique (figure 36B);
- un pot en terre perforé (figure 36C);
- un tapis d'herbes lâchement tissé (figure 36D).

Les écrans doivent être nettoyés tous les jours.

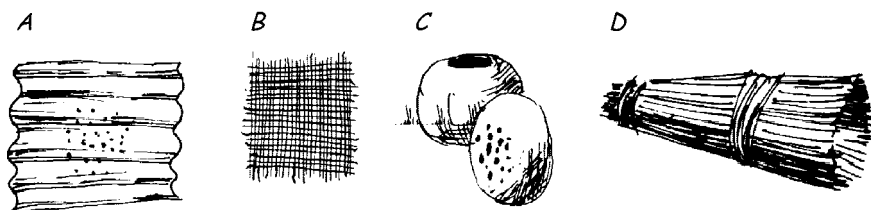


Figure 36 : Matériaux pour écrans (Murnyak et Murnyak, 1990).

5. Comment protéger des digues de l'étang.

Une fois les digues terminées, recouvrez-les avec la couche arable que vous aviez conservée quand vous creusiez l'étang. Plantez sur les digues des herbes comme l'herbe de Rhodes (*Chloris gavana*) ou l'herbe étoile (*Cynodon dactylon*). N'utilisez pas de plantes ou d'arbres à longues racines car cela affaiblirait les digues et pourrait provoquer des fuites. La couche arable permettra la croissance de l'herbe nouvelle qui protégera les digues contre l'érosion.

Des pluies fortes peuvent détruire les digues de l'étang et provoquer une inondation si les eaux de pluie et de ruissellement entrent directement dans l'étang. Ce problème est le plus courant dans les étangs selon les courbes de niveau construits sur le versant d'une colline. Pour éviter cela, déviez l'eau de ruissellement autour des côtés de

l'étang. Vous pouvez creuser un fossé le long du côté supérieur de l'étang. Construisez en dessous une crête étroite en utilisant la saleté du fossé. Le fossé emportera l'eau de ruissellement hors de l'étang. Cela évitera l'inondation et protégera les digues de l'étang (figure 37).

6. Comment fertiliser de l'étang.

On peut accroître la production alimentaire naturelle pour les poissons en appliquant de l'engrais à l'étang. Les engrais possibles sont les fumiers animaux, le compost ou les engrais chimiques. Avant de remplir l'étang avec l'eau, répandez l'engrais sur le fond sec de l'étang. Une fois l'étang rempli, l'apport d'engrais doit avoir lieu à des intervalles de temps réguliers (par ex. tous les jours). Un apport continu d'engrais assure une production continue de nourriture naturelle pour les poissons. Pour plus de détails sur les niveaux d'application des différents engrais, voir l'Agrodok 21 sur la pisciculture intégrée.

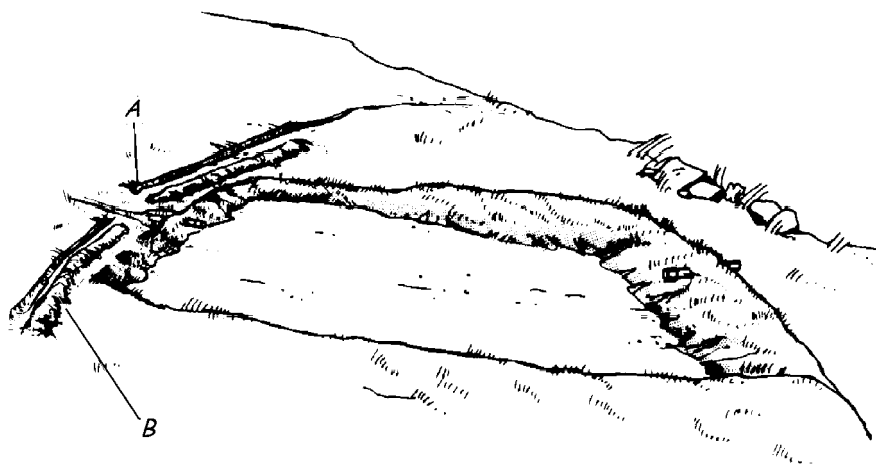


Figure 37 : Protection des digues par déviation de l'eau de ruissellement (Murnyak et Murnyak, 1990). A : fossé; B : digue.

Si le sol est acide, ajoutez avec l'engrais de la chaux ou des cendres de bois sur le fond de l'étang avant de remplir l'étang. Utilisez 10 à 20 kg de chaux ou 20 à 40 kg de cendres de bois pour chaque 100 m² de

fond de l'étang (voir aussi paragraphe Acidité, alcalinité et dureté, Chapitre 4).

7. Comment clôturer l'étang

L'emplacement d'une clôture autour de l'étang empêchera les enfants de tomber dans l'étang et tiendra à distance les voleurs et les animaux prédateurs.

Pour faire une clôture solide et bon marché, plantez une haie épaisse tout autour de l'étang ou construisez une clôture avec des piquets et des branches épineuses.

8. Comment remplir l'étang avec de l'eau

Avant de remplir l'étang, placez des pierres sur le fond de l'étang à l'endroit où l'eau tombera du tuyau d'alimentation. Cela empêchera l'eau de creuser un trou et d'éroder le fond de l'étang. Ouvrez ensuite le canal d'alimentation et remplissez l'étang.

Remplissez l'étang lentement de façon que les digues ne s'affaissent pas à cause d'un apport d'eau inégal. Pendant le remplissage de l'étang, mesurez la profondeur de l'eau avec un bâton. Arrêtez de remplir l'étang quand la profondeur requise est atteinte.

Ne remplissez pas l'étang jusqu'à le faire déborder. Le tuyau de déversement sert évacuer l'excès d'eau de pluie et de ruissellement. L'eau de l'étang doit être stagnante. L'eau qui coule ralentit la croissance des poissons en emportant les aliments naturels produits dans l'étang. On ne doit ajouter de l'eau à l'étang que pour compenser les pertes dues à l'évaporation et à l'infiltration.

Les nouveaux étangs laissent souvent s'infiltrer l'eau lorsque ils sont remplis pour la première fois car le sol absorbe l'eau. Continuez à ajouter de l'eau pendant plusieurs semaines. Peu à peu, l'étang retiendra l'eau.

9. Comment contrôler qu'il n'y a pas de problèmes avant la mise en charge

Attendez 4 à 7 jours avant la mise en charge des poissons pour laisser à la production alimentaire naturelle le temps de démarrer. Il importe pour cela de maintenir l'étang en bon état et de contrôler la qualité de l'eau.

Annexe 2 : Aperçu des espèces de poissons souvent cultivées et de leur préférences alimentaires

Mangeurs d'algues

Carpe argentée chinoise (*Hypophthalmichthys molitrix*)

Carpe "catla" indienne (*Catla catla*)

La carpe "rohu" indienne (*Labeo rohita*)

Le chanos (*Chanos chanos*)

Mangeurs de plantes aquatiques

Carpe herbivore chinoise (*Ctenopharyngodon idella*)

Brème "Wuchang" chinoise (*Megalobrama amblycephala*)

Grande gourami (*Osphronemus goramy*)

Tilapia (*Tilapia rendalli*)

Zill's tilapia (*Tilapia zillii*)

Mangeurs de zooplancton

Carpe "à grosse tête" chinoise (*Aristichthys nobilis*)

Mangeurs d'escargots

Carpe "noire" chinoise (*Mylopharyngodon piceus*)

Espèces prédatrices (mangeurs de poissons)

"Espèces gobie ophiocéphale (*Channa* spp. = *Ophiocephalus* spp.)

Omnivores

Espèces à barbe (*Puntius* spp.)

Le cyprin (*Carassius carassius*)

Carpe "de vase" chinoise (*Cirrhinus molitorella*)

Carpe commune (*Cyprinus carpio*)

Espèces de poisson-chat (*Clarias* spp., *Pangasius* spp., *Ictalurus* spp.)

Carpe "mrigala" indienne (*Cyprinus mrigala*)

Espèces de tilapias (*Oreochromis* spp., *Sarotherodon* spp., *Tilapia* spp.)

Annexe 3 : Caractéristiques des matériaux de chaulage

Les matériaux de chaulage les plus utilisés sont la chaux agricole, la chaux éteinte et la chaux vive.

La chaux agricole est souvent utilisée par les pisciculteurs car elle est saine, très efficace et souvent moins chère.

Les quantités nécessaires comparées à 1 kg de chaux agricole (CaCO_3) sont :

700 g de chaux éteinte ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)

550 g de chaux vive (CaO)

2,25 kg de scorie de déphosphoration ($\text{CaCO}_3 + \text{P}_2\text{O}_5$)

Cela signifie que, par exemple, 550 g de chaux vive a le même effet que 1 000 g de chaux agricole.

Comme le meilleur effet de la chaux est obtenu avec de grosses particules de chaux, on obtient les meilleurs résultats en écrasant la chaux avant l'application.

Les meilleurs résultats sont obtenus quand la chaux est régulièrement répandue sur un fond sec. Cependant, la chaux vive utilisée comme désinfectant nécessite de l'humidité.

Application des matériaux de chaulage

Les étangs au sol acide ou à l'eau acide et/ou les étangs avec de l'eau non dure à basse alcalinité requiert une application de chaux.

Le Tableau 6 ci-dessous doit servir d'indication pour estimer la quantité de chaux nécessaire, exprimée en kg/ha de chaux agricole.

Tableau 6 : Quantité de chaux agricole nécessaire en kg/ha.

pH fond de l'étang	Terreaux lourds ou argiles lourdes	Terreau sableux	Sable
5-5,5	5 400	3 600	1 800
5,5-6	3 600	1 800	900
6-6,5	1 800	1 800	0

Si le taux d'application de chaux est correct, après 2 à 4 semaines le pH sera supérieur à 6,5 et l'alcalinité totale supérieure à 20 mg/l. Les amendements plus importants pour le chaulage sont la chaux agricole, la chaux éteinte et la chaux vive.

Bibliographie

Arrignon J, **Pisciculture en eau douce: La Tilapia**. Le technicien d'agriculture tropicale, vol. 26, 1993, pp. 125, Maisonneuve et Larose, Paris. ISBN: 92-9028-210-X.

Ministere de l'Elevage et des Ressources Halieutiques, Antananarivo (Madagascar), **Manuel pour le developpement de la pisciculture a Madagascar**. 1992, pp. 223, FAO, Rome, Italy. ISBN: .

Coche, A.G.; Muir, J.F.; Laughlin, T., **Pisciculture continentale, les etangs et leurs ouvrages: ouvrages et agencements des fermes piscicoles: Methodes simples pour l'aquaculture**. 1994, pp. 224, FAO, Rome, Italy. ISBN: 92-5-202872.

Cacaud, P., **Projet de loi sur la peches continentales et la pisciculture au Gabon**. Rapport final. 1999, pp. 53, FAO, Rome, Italy.

Coche, A.G.; Muir, J.F.; Laughlin, T.; D'Antoni, E.; Macias Duimich, C.; Lore, J., **Methodes simples pour l'aquaculture. Pisciculture continentale: la gestion, la ferme et ses stocks**. 1999, pp. 357, FAO, Rome, Italy. ISBN: 92-5-202995-8.

Hilbrands A; Yzerman C, **La pisciculture a la ferme**. Agrodok, vol. 21, 1998, pp. 70, Agromisa, Wageningen, NL. ISBN: 90-72746-82-1.

Références

Bard, J., P. de Kimpe, J. Lazard, J. Lemasson and J. Lessent. 1976. **Handbook of tropical fish culture**. Centre Technique Forestier Tropical, Nogent-Sur-Marne, France. 165p.

Chakroff, M. 1976. **Freshwater fish pond culture and management**. Washington. Peace Corps Information Collection and Exchange, Peace Corps, Washington, E.-U. 191p.

Costa-Pierce, B.A., Rushdi, A. Safari and Atmadja, G.W. 1989a. **Growing fish in pen systems**. International Centre for Living Aquatic

Resources Management (ICLARM) Contribution No. 374. ICLARM, Manila, Philippines. 40p.

Costa-Pierce, B.A., Rushdi, A. Safari and Atmadja, G.W. 1989b. **A small-scale hatchery for common carp**. International Centre for Living Aquatic Resources Management (ICLARM) Contribution No. 573. ICLARM, Manila, Philippines. 43p.

FAO, 1995. **Handbook on small-scale freshwater fish farming**. FAO Training Series No. 24, Compiled by V. Gopalakrishnan and A.G. Coche. FAO, Rome, l'Italie. 205p.

Hanks, P. 1985. **Extending freshwater fish culture in Thailand**. Peace Corps Information Collection and Exchange, Peace Corps, Washington, E.-U. 154p.

Maar, A., M.A.E. Mortimer and I. van der Lingen. 1966. **Fish culture in Central-East Africa**. FAO, Rome, l'Italie. 158p.

Mohammed Mohsin, A.K. and Mohammed Azmi Ambak. 1983. **Freshwater fishes of peninsular Malaysia**. Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University Pertanian Malaysia, Malaysia. 284p.

Murnyak, D. and M. Murnyak. 1990. **Raising fish in ponds : a farmer's guide to Tilapia culture**. Evangelical Lutheran Church of Tanzania. 75p.

Pillay, T.V.R. 1990. **Aquaculture : principles and practices**. Fishing News Books, Oxford, UK. 575p.

Pullin, R.S.V. 1988. **Tilapia genetic resources for aquaculture**. Information Centre for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines. 108p.

Viveen, W.J.A.R., C.J.J. Richter, P.G.W.J. van Oordt, J.A.L. Janssen and E.A. Huisman. 1985. **Practical manual for the culture of the African catfish (Clarias gariepinus)**. Directorate General International Cooperation of the Ministry of Foreign Affairs, La Haie, Pays Bas. 94p.

Adresses utiles

FAO, Food and Agricultural Organization of the United Nations

FAO's mandate is to raise levels of nutrition, improve agricultural productivity, better the lives of rural populations and contribute to the growth of the world economy. Make sure people have regular access to enough high-quality food to lead active, healthy lives.

Viale delle terme di Caracalla, Rome, Italy

Telephone: (+39) 06 57051; Fax: (+39) 06 570 53152

E-mail: FAO-HQ@fao.org; web-site: www.fao.org

WUR-Zodiac, Wageningen University & Research Centrum, Zodiac-Animal Science Department

Zodiac is the department for animal Sciences of the Wageningen Agricultural university. Zodiac has as a mandate of developing education and research in the fields of animal sciences.

Marijkeweg 40, 6709 PG, Wageningen, The Netherlands

Telephone: 31-(0)317-48 39 52; Fax: 31-(0)317-483962

E-mail: Zodiac.library@wur.nl; web-site: www.zod.wau.nl

World Fish Center

The World fish center is an international organization committed to contributing to food security and poverty eradication in developing countries. This is achieved through research, partnership capacity and policy support on living aquatic resources.

P.O.Box 500, GPO, Penang, Malaysia

Telephone: (+60-4)626 1606; Fax: (+60-4) 626 5530

E-mail: worldfishcenter@cgiar.org; web-site: www.worldfishcenter.org

RIVO, Netherlands Institute for fisheries research

The Netherlands Institute for Fisheries Research is a research and consultancy organization that covers all stages of fish production from the sustainability of catch up to the appreciation of fish products by the consumer. Its abilities and strengths in these fields are recognised by national and international fish-related communities (governmental and commercial), by the scientific community and by non-governmental organizations (NGOs). It is also recognized as a Dutch

research institute for marine ecology and an excellent laboratory for chemical analysis

postbus 68, 1970 AB IJmuiden, Harinkade 1, 1970 AB, IJmuiden, The Netherlands

Telephone: 31 (0)255564646; Fax: 31(0)2555646 44

E-mail: visserijonderzoek.asg@wur.nl; web-site: www.rivo.dlo.nl