



ACF - INTERNATIONAL NETWORK

La pisciculture de subsistance en étangs en Afrique : Manuel technique



Yves FERMON

En collaboration avec :





Photos de couverture :

- ⇒ En haut à droite : *Tilapia zillii* - ©Anton Lamboj
- ⇒ En haut à gauche : Étang réalisé par ACF en RDC, 2008 - ©François Charrier
- ⇒ En bas : Bénéficiaire devant l'étang qu'ils ont réalisé, Libéria, ASUR, 2006 - ©Yves Fermon

OBJECTIFS DU MANUEL

⇒ **L'objectif du manuel est d'apporter les éléments indispensables pour la mise en place de production de protéines animales à poisson à moindre coût en relation avec les ressources naturelles existantes et avec un minimum d'apports externes. Ceci dans un contexte de subsistance.**

⇒ **Dans le cas présent, il s'agit avant tout de proposer un schéma directeur d'un système permettant de produire des poissons consommables dans le temps le plus court possible et à moindre coût pour pallier un manque de protéines animales. Ceci n'empêche pas la mise en place de structures ayant une certaine durabilité. L'ensemble doit être adapté au contexte environnemental.**

Dans cet ouvrage, il s'agit de fournir un **guide** :

- À des responsables de programme et leurs équipes techniques,
- Aux responsables du siège pour assurer le suivi de la bonne marche des programmes.

Ce manuel porte sur :

⇒ **Les différentes étapes de la mise en place d'un programme « pisciculture ».**

Dès l'arrivée sur le terrain, il s'agit d'évaluer les ressources renouvelables présentes, les besoins des populations en poissons et l'offre déjà existante. Puis, tout un processus s'enchaîne entraînant les aspects techniques de la mise en place d'étangs de piscicultures, suivis des aspects biologiques des étangs. Finalement, il s'agit de gérer et de procéder à un suivi des étangs et de la production de poissons.

⇒ **Les contraintes qui doivent être tenues en compte par les acteurs de terrain.**

Différentes contraintes vont influencer les choix pour la mise en place de production de poissons ou non et de quel type de techniques à utiliser pour une bonne adéquation avec les besoins humains et le milieu. Elles sont d'ordre environnemental, en liaison avec les ressources présentes, la géomorphologie, le climat et l'hydrologie de la région d'intervention. Mais, elles sont également d'ordre social et culturel, avec les croyances et tabous, les problèmes fonciers et les lois en vigueur. L'ensemble fait que, selon la région d'intervention, les ethnies et groupes sociaux concernés et le pays, les modes d'interventions seront différents.

POURQUOI FAIRE UN AUTRE MANUEL ?

Plusieurs organismes ont publié des manuels techniques pour la mise en place de piscicultures en Afrique.

Les premiers ouvrages prônaient des systèmes mis en place au temps du système colonial avec, comme but, une production de poissons pour l'autosuffisance alimentaire. Cependant, après de nombreux essais, la majorité d'entre eux s'est révélée non viables à plus ou moins long terme, pour diverses raisons.

Les études entreprises par différents organismes de recherches nationaux ou internationaux comme le WorldFish Center (ex-ICLARM), le CIRAD, l'IRD (ex-ORSTOM), les Universités de Louvain et de Liège... ont permis d'apporter des éléments concernant les échecs rencontrés et ont apporté des solutions et apports de connaissances tant au niveau technique, social ou biologique avec les espèces utilisées.

Cependant, en regardant l'ensemble des ouvrages, on peut mettre en avant quatre points :

✓ La plupart des manuels réalisés sont destinés à des systèmes de production de poissons pour la vente, impliquant :

➤ Un investissement temporel qui peut devenir important et qui conduit à une professionnalisation. Ceci demande une technologie avec la formation adéquate des techniciens soit pour des aspects de la reproduction, de l'alimentation ou bien sanitaire des poissons, soit pour la mise en place de systèmes de production de nourriture pour l'alimentation des poissons...



L'ensemble demande des apports extérieurs dont l'approvisionnement peut devenir un véritable frein pour des petits producteurs.

- Un investissement financier pour, parfois, la terre, la mise en place des étangs, l'emploi d'ouvriers, de techniciens qualifiés...
- ✓ Les manuels ne tiennent pas compte de la biodiversité locale. En effet, de nombreuses introductions et mouvements d'espèces ont été effectués avec la volonté de mettre en place de piscicultures et ont provoqué des bouleversements importants à l'équilibre des systèmes écologiques.
- ✓ Alors que ces documents présentent des solutions qui paraissent universelles, la grande variation de la géomorphologie, de l'hydrologie et du climat en Afrique feront qu'il existe des conditions très différentes selon les zones d'interventions.
- ✓ Peu d'ouvrages tiennent également compte des aspects socio-ethnologiques. Les niveaux d'éducation, les croyances et cultures des populations sont différents et l'appropriation de ce type de projet par les populations est souvent peu mise en avant, malgré de réels progrès depuis quelques années.
- ✓ La plupart de ces ouvrages sont faits pour des aspects liés au développement et donc avec une potentialité de mise en place temporelle plus longue.

LES LIMITES DE CE MANUEL

Ce manuel est avant tout un guide pour donner aux acteurs les étapes et procédures à suivre. Cependant, il faudra adapter ces étapes et procédures en fonction du contexte dans lequel les actions seront entreprises :

- ✓ **D'un point de vue social, culturel et politique :**
 - **Culture et croyance**

Des tabous alimentaires existent, à des degrés divers, dans toutes les cultures. Il est évident que la nourriture, élément fondamental à la subsistance de l'homme, est un domaine où la distinction entre le permis et l'interdit, le pur et l'impur, est fondamentale, pour des raisons sanitaires, morales ou symboliques.
 - **Législation locale**

Chaque pays est régi par des lois concernant la faune, sa protection et les mouvements d'espèces d'une région à l'autre. Ces lois peuvent également être promulguées au niveau régional et à toutes les échelles administratives, jusqu'au village lui-même. Elles peuvent être liées aux aspects fonciers.
- ✓ **D'un point de vue environnemental :**
 - **Biodiversité et ressources présentes**

La faune des poissons africains comprend plus de 3200 espèces décrites appartenant à 94 familles, mais toutes ne sont pas exploitables. La répartition n'est pas uniforme sur l'ensemble du continent et certaines espèces ne sont connues que de zones bien délimitées. Par exemple, les Grands Lacs Africains possèdent une faune dont la plupart des espèces y est endémique. Il s'agira donc d'intervenir en ayant une bonne connaissance de la faune présente par rapport aux espèces potentiellement exploitables et par rapport aux risques de perturbations écologiques qui pourraient être liés à la mise en place d'une pisciculture.
 - **Géomorphologie, climat et hydrologie**

Si la faune est si hétéroclite sur l'ensemble du continent, elle est le résultat des événements historiques et géologiques qui ont animé l'Afrique durant des millions d'années. Ceci a provoqué des changements hydrologiques importants. Sur une échelle temporelle moins importante, les variations climatiques ont une importance primordiale pour assurer la viabilité d'une pisciculture. La disponibilité en eau, avec ses différentes utilisations (boisson, domestique, agriculture...) est un facteur limitant et source de conflits. Le type de relief et la nature des sols de la région mèneront à des problèmes techniques pour la réalisation des étangs qu'il s'agira de résoudre.

LES ÉTAPES

Ce premier manuel est destiné à une utilisation interne à Action Contre la Faim, donc à diffusion restreinte. Si nécessaire, un manuel avec corrections et révisions sera proposé ultérieurement. Puis, une diffusion externe à ACF pourra être envisagée. Pour des raisons de place, seules les références les plus utilisées ont été mentionnées dans le texte.

ACRONYMES

- ACF :** Action Contre la Faim
- AIMARA :** Association de spécialistes oeuvrant pour le développement et l'application des connaissances sur les poissons et les relations Homme-Nature
- APDRA-F:** Association Pisciculture et Développement Rural
- ASUR :** Association d'Agronomie et Sciences Utiles à la Réhabilitation des populations vulnérables
- CIRAD :** Centre de coopération Internationale en recherche Agronomique pour le Développement
- CNRS :** Centre national de la recherche scientifique
- FAO :** Organisation des Nation Unies pour l'Alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
- IRD :** Institut de Recherche pour le Développement
- MNHN :** Muséum national d'Histoire naturelle
- ONU :** Organisation des Nations Unies
- ONG :** Organisation Non Gouvernementale
- SIG :** Système Informatique Géographique
- CBD :** Convention sur la Diversité Biologique
- AGR :** Actions Génératrices de Revenus
- IBI :** Indice d'Intégrité Biologique
- RDC :** République Démocratique du Congo (ex-Zaïre)



Association de spécialistes oeuvrant pour le développement et
l'application des connaissances sur les poissons et les relations
Homme-Nature

L'eau, source de vie

Les milieux aquatiques et la gestion de l'eau représentent un des enjeux majeurs pour les décennies à venir.

Les poissons sont une source de protéines de bonne qualité pour l'alimentation humaine, mais également une source de revenus non négligeables pour les sociétés des pays en développement comme développés.

Cependant, la démographie, le développement urbain, l'aménagement des cours d'eau, l'industrialisation, les changements climatiques, la déforestation... ont des conséquences irréversibles sur les milieux et la biodiversité aquatiques et donc sur les hommes qui vivent de ces ressources.

⇒ **Les buts**

Recherche

- ✓ Acquérir de nouvelles connaissances ichtyologiques - systématique, biologie, écologie, éthologie...- sur les espèces d'eau douce, saumâtre et marine ;
- ✓ Mettre en évidence des savoir et des pratiques relatives à la pêche et à la gestion de la biodiversité et leurs modes de transmission.

Diffusion des connaissances

- ✓ Diffuser les résultats auprès des populations locales, du grand public et de la communauté scientifique par des publications, des expositions, des interventions auprès des médias et via internet.

Gestion durable des milieux et des ressources

- ✓ Sensibiliser en utilisant les valeurs sociales, culturelles, alimentaires, économiques et patrimoniales des espèces en vue de la préservation, de la gestion et de la conservation de la biodiversité ;
- ✓ Collaborer avec les acteurs locaux à la gestion durable des ressources aquatiques.

⇒ **Les compétences**

- Études des caractéristiques des milieux et des impacts ;
- Études de la biologie, biogéographie, écologie et comportement des espèces ;
- Études anthropologiques et socio-économiques des relations Homme - Nature ;
- Modélisation des écosystèmes, analyses statistiques ;
- Élaboration de bases de données ;
- Expertise et inventaires faunistiques.

Association AÏMARA
50 avenue de La Dhuy
93170 Bagnolet - FRANCE
association.aimara@gmail.com

REMERCIEMENTS

⇒ **ACF**

Devrig VELLY - Référent sécurité alimentaire au siège d'ACF, New York

Cédric BERNARD - Responsable sécurité alimentaire ACF en RDC

François CHARRIER - Responsable sécurité alimentaire ACF en RDC,
Relecteur

⇒ **Aimara**

François MEUNIER - Professeur Emeritas au MNHN, Président d'AIMARA. *Relecteur*

Patrice PRUVOST - Secrétaire d'AIMARA

Hélène PAGÉZY - Chercheur, CNRS

⇒ **Autres collaborateurs**

Roland BILLARD - Professeur Emeritas au MNHN, *Relecteur*

Didier PAUGY - Directeur de Recherche à l'IRD

Thierry OBERDORFF - Directeur de Recherche à l'IRD

Jérôme LAZARD - Directeur de Recherche au CIRAD

Alain BARBET - Consultant agronome

Anton LAMBOJ - Chercheur, Université de Vienne, Autriche

Mickael NEGRINI - Technicien aquacole

Kirk WINNEMILLER - Chercheur, Université du Texas, USA

Étienne BEZAULT - Chercheur, EAWAG, Suisse

Fabien NANEIX - Enseignant

John P. SULLIVAN - Ichtyologiste, Université de Cornell, USA

TABLE DES MATIÈRES

Partie I - INTRODUCTION ET LES ASPECTS THÉORIQUES	1
Chapitre 01 - LA PISCICULTURE : BUT ET ENJEUX	3
I. POURQUOI ?	3
II. LES PRESSIONS EXERCÉES SUR LES RESSOURCES	6
II.1. Les modifications de l'habitat	6
II.2. La pollution des eaux	8
II.3. L'impact des pêches	9
II.4. Les introductions	10
III. LES ASPECTS INTERNATIONAUX	12
IV. L'OBJECTIF DE LA PISCICULTURE	13
Chapitre II - LE TYPE DE PISCICULTURE	15
I. LES DIFFÉRENTS TYPES DE PISCICULTURES	15
II. UN PEU D'HISTOIRE...	17
III. UNE PISCICULTURE DE SUBSISTANCE : BUT ET PRINCIPE	18
IV. POLYCULTURE VS MONOCULTURE	19
Chapitre 03 - LA BIOGÉOGRAPHIE ET LES ESPÈCES DE POISSONS	21
I. LA GÉOGRAPHIE	21
II. LES ESPÈCES	21
II.1. Les Cichlidae	22
II.2. Les Siluriformes ou poissons-chats	23
II.3. Les Cyprinidae	23
II.4. Les autres familles et espèces	24
RÉCAPITULATIF - PARTIE 01	25
Partie II - LES ASPECTS PRATIQUES	27
Chapitre 04 - L'ÉVALUATION INITIALE PRÉ-PROJET	33
I. L'ÉCOSYSTÈME	33
II. L'ÉVALUATION	36
III. PRINCIPE	37
IV. L'ÉVALUATION BIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE	38
V. LA SOCIO-ETHNOLOGIE	40

V.1. Les caractéristiques socio-économiques et culturelles	40
V.2. Les relations hommes-ressources	41
V.3. Les relations hommes-hommes	41
Chapitre 05 - LE CHOIX DES VILLAGES ET DES SITES	43
I. LE CHOIX DES VILLAGES	43
II. LE CHOIX DES SITES	45
II.1. L'eau	45
II.2. Le sol	50
II.3. La topographie	53
II.4. Les autres paramètres	56
Chapitre 06 - LES CARACTÉRISTIQUES DES ÉTANGS	59
I. DESCRIPTION	59
II. LES TYPES D'ÉTANGS	59
II.1. Les étangs de barrage	62
II.2. Les étangs de dérivation	62
II.3. Comparaison	62
III. LES CARACTÉRISTIQUES	63
III.1. Les critères généraux	63
III.2. La Forme d'un étang	66
III.3. Selon la pente	67
III.4. Le positionnement de plusieurs étangs	67
III.5. La taille et la profondeur des étangs	68
III.6. Les différences de niveaux	69
Chapitre 07 - LA CONSTRUCTION DES ÉTANGS	73
I. LE PLAN D'AMÉNAGEMENT	73
II. LE NETTOYAGE DU SITE	75
III. L'ALIMENTATION EN EAU : PRISE D'EAU ET CANAL	77
IV. L'ÉVACUATION DE L'EAU ; CANAL DE VIDANGE ET DE DRAINAGE	81
V. LE PIQUETAGE DE L'ÉTANG	82
VI. LA CONSTRUCTION DES DIGUES	83
VII. L'AMÉNAGEMENT DE L'ASSIETTE	89
VIII. LA CONSTRUCTION DES DISPOSITIFS D'ALIMENTATION ET DE VIDANGE DE L'ÉTANG	90
VIII.1. L'alimentation ou prise d'eau	90
VIII.2. La vidange des étangs	94
VIII.3. Les bassins de décantation	105
IX. LES AMÉNAGEMENTS ANNEXES	106
IX.1. La protection anti-érosive	106
IX.2. La lutte anti-érosive	107
IX.3. La plastique biologique	108



IX.4. La clôture	108
IX.5. Le remplissage de l'étang et les tests	108
X. LES RESSOURCES NÉCESSAIRES	109
X.1. Les matériels	109
X.2. Les ressources humaines et temps nécessaires	110
XI. RÉCAPITULATIF	112

Chapitre 08 - L'APPROCHE BIOLOGIQUE **113**

I. LA VIE D'UN ÉTANG	113
I.1. Les producteurs primaires	115
I.2. Les invertébrés	116
II. LA FERTILISATION	118
II.1. Les fertilisants ou engrais	119
II.2. Le compost	121
III. RÉCAPITULATIF	126

Chapitre 09 - LA MANIPULATION DES POISSONS **127**

I. LES MÉTHODES DE CAPTURES	127
I.1. La senne	129
I.2. Les filets maillants	132
I.3. L'épervier	133
I.4. Les épuisettes	134
I.5. Les nasses, casiers et trappes	135
I.6. La ligne et l'hameçon	136
II. LE TRANSPORT DES POISSONS	136
III. LA PRODUCTION D'ALEVINS DE TILAPIAS	139
III.1. La reconnaissance des sexes	139
III.2. Les étangs d'alevinage	139
III.3. Les Napas et cages	142
III.4. Les autres structures	145
IV. L'EMPOISSONNEMENT DES ÉTANGS	146
V. LE SUIVI DES POISSONS	149
VI. LA VIDANGE ET LA RÉCOLTE	150
VI.1. Les pêches intermédiaires	150
VI.2. La vidange complète	151
VII. RÉCAPITULATIF	152

Chapitre 10 - L'ENTRETIEN ET LA GESTION DES ÉTANGS **153**

I. L'ENTRETIEN DES ÉTANGS	153
I.1. Les maladies des poissons	153
I.2. La nutrition des poissons	158
I.3. Les activités de suivi quotidiennes	162
I.4. Les travaux d'entretien après la vidange	163

I.5. La Lutte contre les prédateurs	164
I.6. Récapitulatif	164
II. LES TECHNIQUES DE CONSERVATION ET DE TRANSFORMATION	165
III. LA GESTION DES ÉTANGS	167
III.1. Les stocks piscicoles et les indices utiles pour leur suivi	167
III.2. Les rendements attendus	168
III.3. La gestion des récoltes	168
III.4. Les différents types de coûts de production	170
III.5. La tenue des registres et la comptabilité	171
III.6. La formation	171
IV. LES ÉTANGS ET LA SANTÉ	171
RÉCAPITULATIF GÉNÉRAL	173
BIBLIOGRAPHIE	177
GLOSSAIRE	179
ANNEXES	187
Annexe 01 - EXEMPLES DE FICHES	189
I. FICHES POUR LE SUIVI DES ÉTANGS	189
II. FICHE DE SUIVI POUR LES POISSONS	191
Annexe 02 - TABLEAUX DE DONNÉES	193
Annexe 03 - LA BIOLOGIE DES ESPÈCES	207
I. LA MORPHOLOGIE ET LA SYSTÉMATIQUE	207
II. LA BIOLOGIE DES CICHLIDAE	216
II.1. La systématique	216
II.2. L'alimentation	217
II.3. La reproduction et les soins aux jeunes	218
III. LA BIOLOGIE DES SILURIFORMES OU POISSONS-CHATS	226
III.1. Les Clariidae	226
III.2. Les Claroteidae et Auchenoglanididae	231
III.3. Les Schilbeidae	233
III.4. Les Mochokidae	233
IV. LES AUTRES FAMILLES	234
IV.1. Les Cyprinidae	234
IV.2. Les Citharinidae	234
IV.3. Les Distichodontidae	236
IV.4. Les Channidae	236
IV.5. Les Latidae	237
IV.6. Les Arapaimidae	237
Annexe 04 - DONNÉES BIOGÉOGRAPHIQUES	239
Annexe 05 - FICHES ESPÈCES	255

TABLE DES FIGURES

Partie I - INTRODUCTION ET LES ASPECTS THÉORIQUES

Figure 1.	Production mondiale des pêches et de l'aquaculture (FAO, 2007).	3
Figure 2.	Pêches continentales par continent en 2004 (FAO, 2007).	5
Figure 3.	Production aquacole par groupement régional en 2004 (FAO, 2007).	5
Figure 4.	Production aquacole par groupement régional en 2004 (FAO, 2007).	6
Figure 5.	Évaluation par SIG des zones potentielles pour des piscicultures de productions en Afrique.	14
Figure 6.	Continuum Aquaculture - Pêche en relation avec l'intensification de l'investissement.	19
Figure 7.	Les ichtyorrégions et les pays.	22

Partie II - LES ASPECTS PRATIQUES

Figure 8.	Plan d'exécution général.	32
Figure 9.	Mise en place d'étangs piscicoles : 1. Les évaluations.	34
Figure 10.	Cycle de l'eau.	35
Figure 11.	Schéma contextuel des composantes de l'évaluation	36
Figure 12.	Mise en place d'étangs piscicoles : 2. Les choix.	44
Figure 13.	Volume d'un étang.	46
Figure 14.	Perte d'eau par évaporation selon le temps.	46
Figure 15.	Perte d'eau par le sol.	46
Figure 16.	Mesure du débit pour de petits cours d'eau.	47
Figure 17.	Mesure de la section de la rivière.	47
Figure 18.	Mesure de la vitesse V du courant.	47
Figure 19.	Exemples de facteurs pouvant jouer sur la qualité de l'eau.	48
Figure 20.	Disque de Secchi.	49
Figure 21.	Imperméabilité des sols argileux et sableux.	50
Figure 22.	Test de la balle (1).	51
Figure 23.	Test de la balle (2).	51
Figure 24.	Test de perméabilité du sol.	52
Figure 25.	Repérage des alimentations en eau possibles, des vidanges envisageables, des différentes vallées, comparaison des diverses places propices à l'installation d'étangs, vision d'ensemble du bas-fonds (CIRAD).	53
Figure 26.	Alimentation d'eau par gravité.	54
Figure 27.	Type de pente et contraintes.	55
Figure 28.	Pente de colline.	55
Figure 29.	Mesure d'une pente : dispositif.	57
Figure 30.	Mesure d'une pente : calcul.	57
Figure 31.	Exemple de position d'un étang par rapport à l'habitation.	58
Figure 32.	Mise en place d'étangs piscicoles : 3. Les étangs.	60
Figure 33.	Les principaux éléments d'un étang.	61
Figure 34.	Coupe transversale d'un étang.	61
Figure 35.	Exemples d'étangs de barrage.	64
Figure 36.	Exemples d'étangs de dérivation.	65
Figure 37.	Disposition des étangs par rapport à la topographie (CIRAD).	66
Figure 38.	Optimisation du rapport surface/travail (CIRAD).	66
Figure 39.	Exemple d'étang dont la forme est adaptée à la topographie.	67
Figure 40.	Disposition et forme des étangs selon la pente.	67
Figure 41.	Agencement des étangs. En série ou chapelets ; en parallèle.	67
Figure 42.	Profondeur maximale et minimale d'un étang.	69
Figure 43.	Les différents points importants pour la gestion de l'eau par gravité.	70
Figure 44.	Les différences de niveau.	70
Figure 45.	Schéma classique d'étangs en dérivation.	71

Figure 46.	Exemples de système piscicole en dérivation.	72
Figure 47.	Mise en place d'étangs piscicoles : 3. Les étangs.	74
Figure 48.	Visualisation par piquetage du premier plan du repérage des alimentations en eau possibles, des vidanges envisageables, des différentes vallées (CIRAD).	75
Figure 49.	Préparation du site d'un étang.	76
Figure 50.	Nettoyage du site.	76
Figure 51.	Différences de niveaux d'eau.	78
Figure 52.	Mise en place du canal d'alimentation.	79
Figure 53.	Profil transversal du canal. Mesure et pente des parois.	79
Figure 54.	Creusement d'un canal.	80
Figure 55.	Mise en place du canal de vidange.	81
Figure 56.	Niveau du canal de vidange	81
Figure 57.	Piquetage de l'étang et des digues.	82
Figure 58.	Nettoyage de la zone où seront implantées les digues.	83
Figure 59.	Définitions des différents types de digues.	83
Figure 60.	Description et proportion d'une digue (de 1 m de haut).	83
Figure 61.	Différence de pression sur une digue.	84
Figure 62.	Digues. Hauteur correcte ; Digues trop petites.	84
Figure 63.	Creusement de la tranchée d'ancrage.	85
Figure 64.	Noyau argileux et saturation de la digue.	85
Figure 65.	Hauteur d'une digue. Profondeur ; Revanche ; Tassement.	85
Figure 66.	Hauteur de la construction.	85
Figure 67.	Dimension d'une digue.	86
Figure 68.	Calcul des pentes des digues.	87
Figure 69.	Construction des digues (I). Traditionnel - Par blocs.	88
Figure 70.	Construction des digues (II).	88
Figure 71.	Préparation de l'assiette.	88
Figure 72.	L'assiette. Direction de la pente et disposition des drains : en rayons, en «arêtes de poissons»	89
Figure 73.	Fosse de vidange.	90
Figure 74.	Coupe transversale d'un étang au niveau du fossé de vidange.	90
Figure 75.	Coupe transversale de la prise d'eau d'un étang.	91
Figure 76.	Prise d'eau par tuyau.	91
Figure 77.	Extrémité de tuyau de bambous.	91
Figure 78.	Prise d'eau par gouttière.	92
Figure 79.	Différents type de gouttières.	92
Figure 80.	Prise d'eau par canal.	92
Figure 81.	Schéma d'un exemple de filtre sur sable.	93
Figure 82.	Dispositif de vidange par tuyau cousé rigide.	95
Figure 83.	Composition d'un moine.	96
Figure 84.	Position d'un moine dans l'étang.	97
Figure 85.	Position du moine par rapport à la digue aval.	97
Figure 86.	Moine en bois de petit taille et moyenne.	98
Figure 87.	Canalisation en bois.	99
Figure 88.	Moule de moine. Vue de face ; Vue de dessus.	100
Figure 89.	Moine. Vue de dessus et exemple de taille.	101
Figure 90.	Fonctionnement d'un moine.	102
Figure 91.	Buse en béton. Coupe transversale ; Moule ; Buse finie.	103
Figure 92.	Mise en place d'un trop-plein en tuyau.	104
Figure 93.	Type de bassin de décantation. Naturel ; En béton.	105
Figure 94.	Coupe de bassin de décantation. Normal ; Amélioré.	106
Figure 95.	Mise en place d'un couvert végétal sur les digues.	106
Figure 96.	Digues plantées. Cultures potagères ; Petits animaux ; Plantation d'arbres.	107
Figure 97.	Type d'érosion et conservation des sols. Ruissellement ; Infiltration ; Canal de protection.	107



Figure 98.	Clôtures. En broussailles ; En bois ou bambou.	108
Figure 99.	Cycle biologique schématisé simple d'un étang.	113
Figure 100.	Mise en place d'étangs piscicoles : 4. L'élevage.	114
Figure 101.	Pyramides trophiques.	115
Figure 102.	Les différentes algues.	115
Figure 103.	Les plantes aquatiques .	116
Figure 104.	Les rotifères.	116
Figure 105.	Les crustacés.	117
Figure 106.	Les insectes.	117
Figure 108.	Les mollusques.	118
Figure 107.	Les vertébrés autres que les poissons.	118
Figure 109.	Effets bénéfiques des engrais organiques.	119
Figure 110.	Préparation de compost à sec.	123
Figure 111.	Épandage de fumier sur des étangs à sec.	125
Figure 112.	Épandage de fumier sur des étangs en eau empoisonnés (I).	125
Figure 113.	Épandage de fumier sur des étangs en eau empoisonnés (II).	125
Figure 114.	Préparation d'un compost anaérobique.	125
Figure 115.	Enclos compostière dans l'étang.	126
Figure 116.	Mise en place d'étangs piscicoles : 4. L'élevage et 5. La fin du cycle.	128
Figure 117.	Schéma de montage d'une senne.	129
Figure 118.	Différentes étapes de construction de senne simple.	130
Figure 119.	Mise en place des bâtons pour tirer la senne.	130
Figure 120.	Construction d'une senne à poche.	131
Figure 121.	Manipulation d'une senne.	131
Figure 122.	Filets maillants.	133
Figure 123.	Utilisation d'un épervier.	134
Figure 124.	Différents types d'épuisettes.	135
Figure 125.	Différents types de nasses locales.	135
Figure 126.	Emballage de poissons en sacs plastiques.	138
Figure 127.	Différentiation sexuelle de différentes espèces.	140
Figure 128.	Alevins produits en fonction de la densité de poissons chez <i>Oreochromis niloticus</i> .	141
Figure 129.	Alevins produits par poids de femelles chez <i>Oreochromis niloticus</i> .	141
Figure 130.	Hapas et cages.	142
Figure 131.	Différents systèmes de reproduction de tilapia en hapas et cages.	143
Figure 132.	Stockage de poissons vivants en hapas ou filets.	144
Figure 133.	Présentation schématique des relations entre la densité d'empoisonnement, le taux de croissance instantané (G) et le rendement instantané par unité de surface (Y) avec et sans alimentation complémentaire.	146
Figure 134.	Rendement et poids moyen de <i>Oreochromis niloticus</i> à la récolte en fonction de la densité initiale.	147
Figure 135.	Impact de la présence d'un prédateur (ici, <i>Hemichromis fasciatus</i>) dans les étangs.	148
Figure 136.	Matériels de mesure.	149
Figure 137.	Relation poids - taille.	150
Figure 138.	Vidange de l'étang.	151
Figure 139.	Exemples de collecte des poissons à l'extérieur de l'étang.	152
Figure 140.	Mise en place d'étangs piscicoles : 5. La fin du cycle et on recommence....	154
Figure 141.	Poissons pipant à la surface ; Poissons morts flottant en surface.	156
Figure 142.	Maladies des poissons. Maladies bactériennes ; Parasites externes.	156
Figure 143.	Exemple des cycles vitaux d'agents pathogènes pour les poissons.	157
Figure 144.	Structures facilitant le nourrissage.	161
Figure 145.	Quelques prédateurs de poissons.	164
Figure 146.	Différentes méthodes de séchage naturel du poisson.	166
Figure 147.	Exemple de fumage du poisson.	166
Figure 148.	Exemple de système de salage.	166
Figure 149.	Moustique et escargot.	172

Figure 150.	Différents comportements à éviter à proximité des structures piscicoles.	172
Figure 151.	Nettoyage des digues.	172
ANNEXES		187
Figure 152.	Principales dénominations anatomiques externes d'un poisson.	207
Figure 153.	Différentes formes de corps.	207
Figure 154.	Corps en section transversale.	208
Figure 155.	Mâchoires.	208
Figure 156.	Forme des dents.	209
Figure 157.	Fontanelles.	209
Figure 158.	Barbillons.	210
Figure 159.	Fentes branchiales sans opercule ; arc branchial composé d'un cératobranchial, de branchiospines, d'un hypobranchial et d'un épibranchial et de lamelles branchiales ; branchies externes.	210
Figure 160.	Organes respiratoires aériens.	211
Figure 161.	Nageoires paires.	211
Figure 162.	Nageoires dorsales.	212
Figure 163.	Nageoires caudales.	212
Figure 164.	Différents types d'écaillés.	213
Figure 165.	Ligne latérale.	213
Figure 166.	Localisation des organes électriques.	213
Figure 167.	Principales mensurations effectuées sur un poisson.	215
Figure 168.	Diagnose externe des Cichlidae.	216
Figure 169.	Parade nuptiale et ponte chez un Cichlidae pondueur sur substrat, <i>Tilapia zillii</i> .	218
Figure 170.	Nids de <i>Oreochromis niloticus</i> ; <i>Oreochromis macrochir</i> .	219
Figure 171.	Parade nuptiale et ponte chez un Cichlidae incubateur buccal, <i>Haplochromis burtoni</i> .	220
Figure 172.	Incubation buccale.	220
Figure 173.	Exemple du cycle d'un tilapia incubateur buccal maternel.	221
Figure 174.	Différents stades chez les incubateurs buccaux.	222
Figure 175.	Comparaison entre embryons de pondueurs sur substrat et incubateurs buccaux.	222
Figure 176.	Relation entre le poids de poissons de 20 cm et la taille de maturation chez <i>Oreochromis niloticus</i> pour différentes origines géographiques.	224
Figure 177.	Classe de taille chez <i>Oreochromis niloticus</i> selon différentes localisations géographiques.	224
Figure 178.	Comparaison du taux de croissance de différentes espèces en milieu naturel par localité.	225
Figure 179.	Comparaison du taux de croissance de différentes espèces en milieu naturel par espèce.	225
Figure 180.	Fécondité relative (% du poids total), % d'éclosion (% du total d'œufs) de <i>Clarias gariepinus</i> , pluviométrie moyenne mensuelle et température moyenne. Brazzaville.	227
Figure 181.	Parade nuptiale chez <i>Clarias gariepinus</i> .	228
Figure 182.	Premiers stades de développement chez <i>Clarias gariepinus</i> .	229
Figure 183.	Plusieurs stades du développement larvaire jusqu'à 17 jours. <i>Clarias gariepinus</i> ; <i>Heterobranchus longifilis</i> .	229
Figure 184.	Croissance comparée de plusieurs espèces de poissons africains.	230
Figure 185.	Croissance d' <i>Heterotis niloticus</i> et de <i>Lates niloticus</i> .	238
Figure 186.	Les ichtyorégions et les pays.	245

TABLE DES TABLEAUX

Partie I - INTRODUCTION ET LES ASPECTS THÉORIQUES

1

Tableau I.	Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, Chine exclue (FAO, 2007).	4
Tableau II.	Provenance et nombre des introductions d'espèces de poissons en Afrique.	10
Tableau III.	Espèces introduites ayant eu un effet écologique négatif.	11
Tableau IV.	Différents niveaux d'intensification des systèmes d'élevage piscicole.	16
Tableau V.	Caractéristiques des deux principaux modèles de pisciculture vis-à-vis des différents facteurs de production.	17

Partie II - LES ASPECTS PRATIQUES

27

Tableau VI.	Couleur du sol et conditions de drainage du sol.	50
Tableau VII.	Caractéristiques topographiques pour les étangs.	54
Tableau VIII.	Avantages et inconvénients des étangs de barrage et de dérivation.	63
Tableau IX.	Différentes formes pour un étang de 100 m ² .	66
Tableau X.	Taille des étangs de grossissement.	68
Tableau XI.	Disponibilité des ressources et taille de l'étang.	68
Tableau XII.	Caractéristiques d'étangs peu profonds et d'étangs plus profonds.	69
Tableau XIII.	Ouvrages pour prise d'eau.	78
Tableau XIV.	Dimensions d'un canal.	80
Tableau XV.	Exemples de dimension de digues.	86
Tableau XVI.	Expression des valeurs de pente selon l'unité choisie	87
Tableau XVII.	Indications sur les dimensions des moines selon la taille de l'étang.	100
Tableau XVIII.	Estimation du débit et de la durée de vidange de l'étang en fonction du diamètre de la conduite d'évacuation.	101
Tableau XIX.	Dimensions intérieures des moines en fonction du diamètre de la canalisation .	101
Tableau XX.	Exemples de temps nécessaires pour la construction d'étangs (hommes/j).	110
Tableau XXI.	Rendement approximatif des travaux d'excavation effectués à la main.	110
Tableau XXII.	Exemple de calendrier des travaux pour la construction d'un étang (main d'oeuvre d'environ 400 hommes par jour).	111
Tableau XXIII.	Exemple de calendrier en fonction des saisons (15 étangs) au Cameroun.	111
Tableau XXIV.	Quantité maximale de fumiers frais solides par jour et par 100 m ² d'étang.	120
Tableau XXV.	Quantité à épandre par type de fumier.	120
Tableau XXVI.	Quantité d'engrais organiques.	121
Tableau XXVII.	Caractéristiques des méthodes de compostage.	122
Tableau XXVIII.	Production d' <i>Oreochromis niloticus</i> en fonction du nombre de géniteurs mis en charge dans un étang de 4 ares – 122 jours d'élevage.	141
Tableau XXIX.	Teneurs en divers nutriments chez différentes espèces de poissons.	158
Tableau XXX.	Valeur comparées des principaux ingrédients utilisés pour l'alimentation de complément des poissons.	159
Tableau XXXI.	Exemple de formules pour l'élevage des tilapia et silures.	160
Tableau XXXII.	Exemple de quantité à distribuer au cours du temps par m ² d'étang.	160
Tableau XXXIII.	Taux de rationnement du tilapia en étang en fonction de la taille (table de Marek).	160
Tableau XXXIV.	Exemples d'arrêt d'alimentation complémentaire selon l'espèce en fonction de la température.	161
Tableau XXXV.	Activités de suivi.	162
Tableau XXXVI.	Exemples de gestion pour 4 étangs. Collecte après 3 mois ; après 4 mois.	169
Tableau XXXVII.	Durée de vie utile des ouvrages et des équipements (en années, en supposant une utilisation normale).	170

Tableau XXXVIII.	Tonnage des produits halieutes en 2005 par pays pour l'Afrique (FAO, 2006).	194
Tableau XXXIX.	Liste des espèces des eaux douces ayant fait l'objet d'une introduction en Afrique (FAO, 2006 ; Fishbase, 2006).	195
Tableau XL.	Liste des espèces introduites par pays africain.	197
Tableau XLI.	Liste des espèces d'eaux douces utilisées en aquaculture par pays (FAO, 2006 ; Fishbase, 2008).	203
Tableau XLII.	Régime alimentaire des plusieurs espèces de tilapia en milieu naturel.	217
Tableau XLIII.	Taille à maturité sexuelle, taille maximale et longévité chez différentes espèces de tilapia.	223
Tableau XLIV.	Caractéristiques des pays africains.	240
Tableau XLV.	Caractéristiques des ichtyorégions et des lacs en Afrique.	244
Tableau XLVI.	Les ichtyorégions et leur répartition par pays en Afrique.	246
Tableau XLVII.	Les genres et espèces de tilapia présents par pays.	248

TABLE DES FICHES ESPÈCES

Fiche I.	Cichlidae. - <i>Oreochromis andersoni</i>	256
Fiche II.	Cichlidae. - <i>Oreochromis aureus</i>	257
Fiche III.	Cichlidae. - <i>Oreochromis esculentus</i>	258
Fiche IV.	Cichlidae. - <i>Oreochromis macrochir</i>	259
Fiche V.	Cichlidae. - <i>Oreochromis mossambicus</i>	260
Fiche VI.	Cichlidae. - <i>Oreochromis niloticus</i>	261
Fiche VII.	Cichlidae. - <i>Oreochromis shiranus</i>	262
Fiche VIII.	Cichlidae. - <i>Sarotherodon galileus</i>	263
Fiche IX.	Cichlidae. - <i>Sarotherodon melanothoron</i>	264
Fiche X.	Cichlidae. - <i>Tilapia guineensis</i>	265
Fiche XI.	Cichlidae. - <i>Tilapia mariae</i>	266
Fiche XII.	Cichlidae. - <i>Tilapia rendalli</i>	267
Fiche XIII.	Cichlidae. - <i>Tilapia zillii</i>	268
Fiche XIV.	Cichlidae. - <i>Hemichromis elongatus</i> et <i>Hemichromis fasciatus</i>	269
Fiche XV.	Cichlidae. - <i>Serranochromis angusticeps</i>	270
Fiche XVI.	Cichlidae. - <i>Serranochromis robustus</i>	271
Fiche XVII.	Clariidae. - <i>Clarias gariepinus</i>	272
Fiche XVIII.	Clariidae. - <i>Heterobranchus longifilis</i>	273
Fiche XIX.	Arapaimidae. - <i>Heterotis niloticus</i>	274

TABLE DES PHOTOS

Partie I - INTRODUCTION ET LES ASPECTS THÉORIQUES

1

Partie II - LES ASPECTS PRATIQUES

27

Photo A.	Mesure d'une pente (RDC) [© Y. Fermon].	56
Photo B.	Exemple d'étangs rectangulaires en construction disposés en parallèle (Libéria) [© Y. Fermon].	68
Photo C.	Nettoyage du site. À gauche : Arbre non enlevé au bord d'un étang {À éviter}(RDC) ; À droite : Sites avant défrichage (Libéria) [© Y. Fermon].	77
Photo D.	Un canal en cours de creusement (Libéria) [© Y. Fermon].	80
Photo E.	Piquets lors de la construction des digues (Libéria) [© Y. Fermon].	82
Photo F.	Digues. Pente mal réalisée qui s'érode (RDC)[© Y. Fermon] ; Construction (Côte d'Ivoire) [© APDRA-F] (CIRAD).	89
Photo G.	Exemple de grille non efficace à l'arrivée d'eau d'un étang (Libéria) [© Y. Fermon].	93
Photo H.	Exemple de filtre mis en place à la prise d'eau d'un étang au Libéria [© Y. Fermon].	93
Photo I.	Moule et moines (Guinée). Le 1er étage et le moule ; Mise en place du 2ème étage [© APDRA-F] (CIRAD).	100
Photo J.	Premier étage du moine associé à la première buse (Guinée) [© APDRA-F] (CIRAD).	102
Photo K.	Le haut d'un moine (RDC) [© Y. Fermon].	102
Photo L.	Construction de buse (Guinée) [© APDRA-F] (CIRAD).	103
Photo M.	Mise en place d'une clôture en branchage (Libéria) [© Y. Fermon].	108
Photo N.	Compostière. [En haut, Libéria © Y. Fermon], [En bas, © APDRA-F] (CIRAD).	126
Photo O.	Utilisation de petites sennes de plage (Libéria, Guinée, RDC) [© Y. Fermon].	132
Photo P.	Montage, réparation et utilisation de filets maillants (Kenya, Tanzanie) [© Y. Fermon].	132
Photo Q.	Lancé d'épervier (Kenya, Ghana) [© F. Naneix, © Y. Fermon].	134
Photo R.	Épuisette (Guinée) [© Y. Fermon].	135
Photo S.	Nasses. À gauche et en haut à droite, nasse traditionnelle (Libéria) ; en bas à droite, nasse en grillage avec des tilapia (Éthiopie) [© Y. Fermon].	136
Photo T.	Emballage de poissons en sacs plastiques (Guinée, (Éthiopie) [© Y. Fermon, © É. Bezault].	138
Photo U.	Hapas dans des étangs (Ghana) [© É. Bezault].	143
Photo V.	Bassins en ciment et aquariums (Ghana) [© Y. Fermon].	145

ANNEXES

187

Photo W.	Nids de <i>Tilapia zillii</i> (Libéria) [© Y. Fermon].	219
Photo X.	Claroteidae. <i>Chrysicthys nigrodigitatus</i> [© Planet Catfish] ; <i>C. maurus</i> [© Teigler - Fishbase] ; <i>Auchenoglanis occidentalis</i> [© Planet Catfish].	232
Photo Y.	Schilbeidae. <i>Schilbe intermedius</i> [© Luc De Vos].	233
Photo Z.	Mochokidae. <i>Synodontis batensoda</i> [© Mody - Fishbase] ; <i>Synodontis schall</i> [© Payne - Fishbase].	234
Photo AA.	Cyprinidae. <i>Barbus altianalis</i> ; <i>Labeo victorinus</i> [© Luc De Vos, © FAO (dessins)].	235
Photo AB.	Citharinidae. <i>Citharinus gibbosus</i> ; <i>C. citharus</i> [© Luc De Vos].	235
Photo AC.	Distichodontidae. <i>Distichodus rostratus</i> ; <i>D. sexfasciatus</i> [© Fishbase].	236
Photo AD.	Channidae. <i>Parachanna obscura</i> (RDC) [© Y. Fermon].	236
Photo AE.	Latidae. <i>Lates niloticus</i> [© Luc De Vos].	237

Partie I

INTRODUCTION ET LES ASPECTS THÉORIQUES



Contenu

- La pisciculture : but et enjeux
- Le type de pisciculture
- La biogéographie
- Récapitulatif



TABLE DES MATIÈRES - PARTIE I

Chapitre 1 - LA PISCICULTURE : BUT ET ENJEUX	3
I. POURQUOI ?	3
II. LES PRESSIONS EXERCÉES SUR LES RESSOURCES	6
II.1. Les modifications de l'habitat	6
II.2. La pollution des eaux	8
II.3. L'impact des pêches	9
II.4. Les introductions	10
III. LES ASPECTS INTERNATIONAUX	12
IV. L'OBJECTIF DE LA PISCICULTURE	13
Chapitre 2 - LE TYPE DE PISCICULTURE	15
I. LES DIFFÉRENTS TYPES DE PISCICULTURES	15
II. UN PEU D'HISTOIRE...	17
III. UNE PISCICULTURE DE SUBSISTANCE : BUT ET PRINCIPE	18
IV. POLYCULTURE VS MONOCULTURE	19
Chapitre 3 - LA BIOGÉOGRAPHIE ET LES ESPÈCES DE POISSONS	21
I. LA GÉOGRAPHIE	21
II. LES ESPÈCES	21
II.1. Les Cichlidae	22
II.2. Les Siluriformes ou poissons-chats	23
II.3. Les Cyprinidae	23
II.4. Les autres familles et espèces	24
RÉCAPITULATIF	25

Photos d'en tête :

⇒ Enfants capturant des alevins en milieu naturel pour les étangs, Libéria, ASUR, 2006 - © Yves Fermon

Chapitre 01

LA PISCICULTURE : BUT ET ENJEUX

I. POURQUOI ?

La pêche et l'aquaculture contribuent à la sécurité alimentaire essentiellement de trois manières :

- ⇒ Augmenter les disponibilités alimentaires,
- ⇒ Fournir des protéines animales hautement nutritives et d'importants oligo-éléments,
- ⇒ Offrir des emplois et des revenus que les gens utilisent pour acheter d'autres produits alimentaires.

Un peu plus de 100 millions de tonnes de poissons sont consommées dans le monde chaque année, et assurent à 2,5 milliards d'êtres humains au moins 20 % de leurs apports moyens par habitant en protéines animales (Figure 1 ci-dessous). Cela peut aller à plus de 50 % dans les pays en développement. Dans certaines des zones les plus touchées par l'insécurité alimentaire - en Asie et en Afrique, par exemple - les protéines de poisson sont indispensables car, elles garantissent une bonne partie du niveau déjà bas d'apport en protéines animales. Environ 97 % des pêcheurs vivent dans les pays en développement, où la pêche est extrêmement importante.

La production halieutique stagne en Afrique depuis une dizaine d'années, et les disponibilités de poissons par habitant diminuent (8,8 kg dans les années 90 ; environ 7,8 kg en 2001). (Tableau I, p. 4). L'Afrique est le seul continent où cette tendance est observée, et le problème est qu'il n'existe pas d'autres sources de protéines accessibles à tous. Pour un continent où la sécurité alimentaire est si précaire, la situation est préoccupante.

Même si l'Afrique a la plus faible consommation de poisson par habitant du monde, les écosystèmes aquatiques marins et continentaux sont très productifs et font vivre d'importantes pêcheries qui ont enregistré un essor dans certains pays. Avec une production de 7,5 millions de tonnes en 2003 et des niveaux similaires les années précédentes, le poisson assure 50 % ou plus des apports en protéines animales de nombreux Africains - c'est-à-dire au second rang après l'Asie. Même en Afrique subsaharienne, le poisson assure près de 19 % des apports de protéines animales de la population. Ceci constitue une contribution importante dans une région affligée par la faim et la malnutrition.

Millions de tonnes

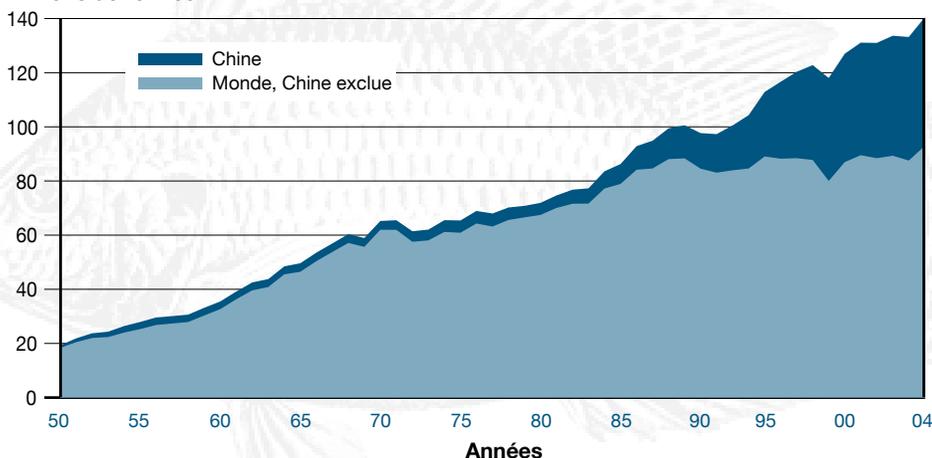


Figure 1. Production mondiale des pêches et de l'aquaculture (FAO, 2007).



Tableau I. Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture, Chine exclue (FAO, 2007).

		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Production		(millions de tonnes)					
Continentale	Pêches	6,6	6,7	6,5	6,6	6,8	7,0
	Aquaculture	6,0	6,5	7,0	7,6	8,3	8,8
	Total	12,6	13,3	13,5	14,2	15,1	15,8
Marine	Pêches	72,0	69,8	70,2	67,2	71,3	69,7
	Aquaculture	4,9	5,3	5,6	6,1	6,6	6,6
	Total	76,9	75,2	75,8	73,3	77,9	76,3
Total	Pêches	78,6	76,6	76,7	73,8	78,1	76,7
	Aquaculture	10,9	11,9	12,6	13,8	14,9	15,4
	Total	89,5	88,4	89,3	87,5	93,0	92,1
Utilisation							
Consommation humaine		63,9	65,7	65,7	67,5	68,9	69,0
Utilisation à des fins non alimentaires		25,7	22,7	23,7	20,1	24,0	23,1
Population (milliards)		4,8	4,9	5,0	5,0	5,1	5,1
Approvisionnements en poissons de consommation par habitant (kg)		13,3	13,4	13,3	13,4	13,5	13,4

Mais alors que les niveaux de production des pêches se stabilisent, la population continue de croître. Au vue des prévisions de l'ONU sur les tendances démographiques et des évaluations disponibles sur les tendances futures de production halieutique, uniquement pour maintenir la consommation de poisson par habitant de l'Afrique à ses niveaux actuels, la production devrait augmenter de plus d'un tiers durant les 15 prochaines années, ce qui est un enjeu de taille. La situation a été en partie aggravée par l'accroissement sensible des exportations, et des récoltes des flottes non-africaines opérant dans la zone dans le cadre d'accords de pêche.

Les ressources ichtyennes côtières sont déjà fortement exploitées, et les pêches de captures marines auraient du mal à produire davantage, même au moyen d'investissements massifs. Difficile d'envisager de réduire les exportations, vu le besoin de devises étrangères dans les pays concernés.

Après un léger fléchissement en 2002, le total mondial des captures en eaux continentales est de nouveau remonté en 2003 et 2004 pour atteindre 9,2 millions de tonnes pendant cette dernière année. Comme précédemment, l'Afrique et l'Asie représentent environ 90 % du total mondial et leurs parts respectives sont relativement stables (Figure 2, p. 5). Les pêches continentales paraissent toutefois en crise en Europe où le total des captures a chuté de 30 % depuis 1999. La pêche de loisir représente une part considérable des prises. Les statistiques des pays développés sur les captures en eaux continentales, publiées par la FAO, reposent généralement sur des informations fournies par les correspondants nationaux, et le total des prises peut varier très sensiblement selon que ces derniers tiennent compte ou non des captures des pêches de loisir.

En Afrique - comme dans le monde en général - l'aquaculture devra jouer un rôle important. Au niveau mondial, l'aquaculture assure environ 30 % des approvisionnements mondiaux de poisson. La production aquacole en Afrique ne représente seulement qu'1,2 % du total mondial (Figure 3, p. 5). L'aquaculture en Afrique aujourd'hui est essentiellement une activité de subsistance, secondaire et à temps partiel, ayant lieu dans de petites exploitations.

Cette production africaine est essentiellement constituée de tilapia (15 000 t), de poissons-chats (*Clarias*) (10 000 t) et de carpes communes (5 000 t). Il s'agit donc d'une activité encore embryonnaire et qui cherche sa voie sur le plan du développement depuis environ un demi-siècle. L'aquaculture

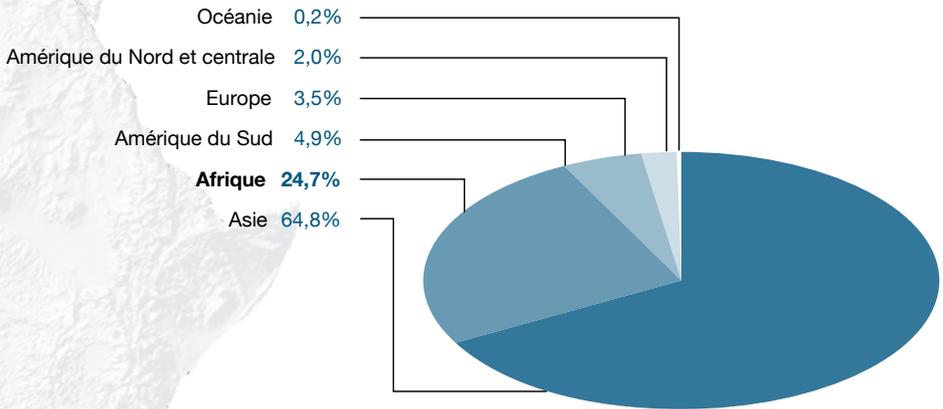
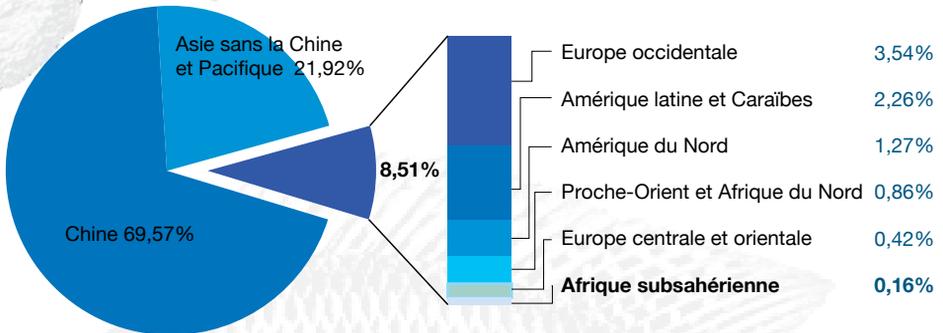


Figure 2. Pêches continentales par continent en 2004 (FAO, 2007).

ne contribue encore que très marginalement à l’approvisionnement en protéines d’origine aquatique du continent africain où la production halieutique totale (maritime et continentale) était évaluée en 1989 à 5 000 000 t. La part du poisson dans l’approvisionnement en protéines y est néanmoins très élevée (23,1 %), légèrement moins qu’en Asie (entre 25,2 et 29,3 %), mais loin devant l’Amérique du Nord (6,5 %) ou l’Europe occidentale (9,4 %), la moyenne mondiale étant de 16,5 % (Figure 4, p. 6).

Quantité



Valeur

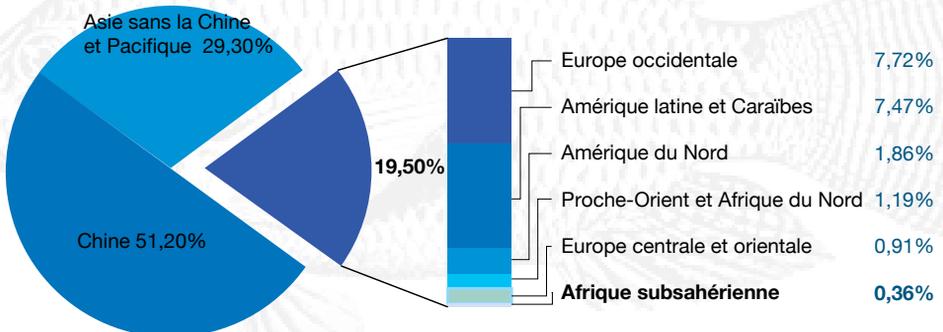


Figure 3. Production aquacole par groupe régional en 2004 (FAO, 2007).



Approvisionnement en poisson de consommation (kg/habitant)

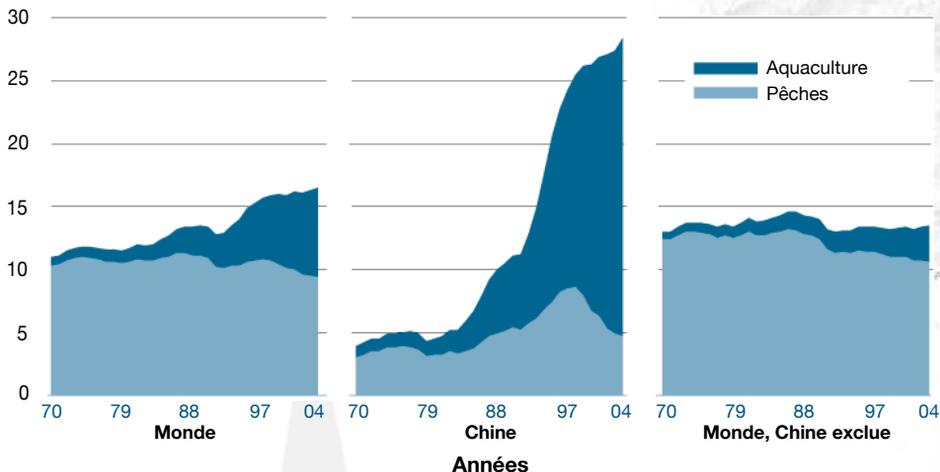


Figure 4. Production aquacole par groupement régional en 2004 (FAO, 2007).

L'aquaculture en Afrique reste donc limitée. Il y a plusieurs raisons à cela, mais la plus importante est que le secteur n'est pas traité comme une entreprise commerciale, dans une optique viable et rentable.

Mais ceci ne veut pas dire qu'il faut négliger l'aménagement des pêches. Une meilleure gestion des pêches marines et intérieures en Afrique contribuerait à la sauvegarde de ces importants secteurs de production vivrière. L'aquaculture n'a pas pour but de remplacer la pêche mais de compléter l'apport de protéines animales.

II. LES PRESSIONS EXERCÉES SUR LES RESSOURCES

Les milieux aquatiques continentaux sont tout particulièrement affectés par les activités humaines : modification ou disparition des habitats résultant le plus souvent de travaux d'aménagement, pollutions d'origines diverses, surexploitation due à la pêche ainsi que les introductions volontaires ou non d'espèces allochtones. Les conséquences, amplifiées à l'heure actuelle par l'accroissement démographique et une pression de plus en plus forte sur les ressources naturelles, mettent en danger la faune ichtyologique un peu partout dans le monde. Assez longtemps épargnée, l'Afrique subit à son tour ces impacts, même si la pollution par exemple, demeure encore relativement limitée dans l'espace.

II.1. LES MODIFICATIONS DE L'HABITAT

L'altération de l'habitat est une des menaces les plus importantes pour la faune aquatique. Les changements qui peuvent intervenir ont deux origines bien distinctes qui interfèrent néanmoins le plus souvent :

- ✓ Les changements climatiques avec leurs conséquences sur les bilans hydriques et le fonctionnement hydrologique des hydrosystèmes ;
- ✓ Les modifications dues à l'homme tant au niveau du milieu aquatique que de son bassin versant.

II.1.1. LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

L'existence des milieux aquatiques superficiels dépend étroitement des apports dus aux pluies, et donc du climat. Toute modification du régime climatique aura des conséquences importantes en termes de bilan hydrologique qui se traduiront par exemple par l'extension ou la régression des habitats aquatiques. Un cas spectaculaire est celui du lac Tchad dont la superficie a fortement diminué au cours des années 1970 en raison d'une période de sécheresse sévissant sur le Sahel.

On sait que le climat n'a jamais été stable à l'échelle géologique et que les milieux aquatiques ont toujours fluctué sans que l'homme puisse en être tenu pour responsable (phénomène « El Niño » par exemple). Mais on sait également que l'homme peut agir indirectement sur le climat, soit localement par la déforestation, soit au niveau global par l'émission de certains gaz dits à « effet de serre ». Ces dernières années, l'opinion mondiale a été alertée sur un réchauffement possible de la planète qui serait dû à l'augmentation de la teneur de l'air en gaz carbonique, en méthane et en chlorofluorocarbène (CFC), dont l'émission massive est liée aux activités industrielles. Si l'on ne sait pas très bien de quelle ampleur et de quelle vitesse sera ce réchauffement, on peut néanmoins craindre que ces changements climatiques surviennent dans les prochaines décades, entraînant une modification du régime des pluies dans certaines régions du monde. Outre des conséquences encore peu prévisibles sur le plan hydrologique (augmentation ou diminution locales des pluies), on peut s'attendre également à une augmentation de l'ensoleillement et de la température, à des changements dans la répartition de la végétation, à une élévation du niveau des mers. Même s'il est encore impossible au niveau local d'évaluer les conséquences de ces changements annoncés, il apparaît évident, quelle que soit l'ampleur du phénomène, que la faune aquatique, dans son ensemble, sera la première affectée.

II.12. LES AMÉNAGEMENTS

Les usages divers de l'eau pour l'agriculture, la production d'énergie, le transport, les besoins domestiques, sont à l'origine de nombreux aménagements des hydrosystèmes. Ces contraintes modifient le bilan hydrologique mais également, directement ou indirectement, les habitats aquatiques d'origine.

■ Les barrages

Les grands barrages hydroélectriques sont des constructions coûteuses, dont l'intérêt économique est souvent controversé, et dont l'impact écologique est important.

Lorsque l'on barre un cours d'eau pour créer une retenue, on provoque de nombreuses modifications de l'habitat et des peuplements piscicoles et l'on perturbe les déplacements des poissons migrateurs.

■ L'aménagement des fleuves

Les aménagements avec la construction de digues, la rectification des cours, la construction d'écluses pour la navigation... sont encore limités en Afrique, mais on peut néanmoins citer quelques exemples de projets qui ont modifié assez considérablement les systèmes naturels.

Dans la vallée du Sénégal, par exemple, de nombreux travaux ont été réalisés pour mieux gérer les ressources en eau du fleuve et de les utiliser à des fins agricoles. La construction d'un barrage aval au niveau de l'estuaire (barrage de Diama) a pour but d'empêcher les remontées d'eau marine dans le cours inférieur du fleuve pendant la saison sèche, alors que le barrage de Manantali situé en amont permet de stocker de grandes quantités d'eau au moment des crues et de les restituer en fonction de la demande pour alimenter notamment de vastes périmètres irrigués. L'ensemble des ressources en eau de la vallée du Sénégal est donc maintenant partiellement sous contrôle, mais la gestion des eaux devient complexe pour faire face à des demandes parfois conflictuelles en terme d'usages.

■ La réduction des plaines d'inondations et des zones humides

Les zones humides sont souvent considérées comme des milieux fertiles propices à l'agriculture. Partout dans le monde les projets de développement et notamment la construction de barrages ont eu un impact important sur les hydrosystèmes en réduisant parfois considérablement la superficie des plaines d'inondation qui sont des lieux propices au développement des juvéniles de nombreuses espèces de poissons.

■ Les modifications dans l'occupation des sols du bassin versant

La quantité et la qualité des apports en eau de ruissellement aux écosystèmes aquatiques dépendent de la nature du bassin versant et de sa végétation. Or la disparition des forêts, par exemple, que ce soit pour en faire des terres agricoles ou pour l'exploitation du bois à des fins domestiques ou commerciales, a pour conséquence immédiate une augmentation de l'érosion des sols et de la turbidité des eaux, ainsi qu'une modification du régime hydrologique avec des crues plus courtes



mais plus brutales résultant d'un ruissellement plus important.

Le problème de la déforestation concerne l'Afrique dans son ensemble, et les informations disponibles montrent que le phénomène est inquiétant par son ampleur. Ainsi, on a constaté à Madagascar que le taux de déforestation était de 110 000 ha par an depuis 35 ans, et des taux d'érosion de 250 tonnes de sol par hectare ont été signalés. Dans le bassin du lac Tanganyika, la déforestation est massive également. L'érosion importante sur les pentes se traduit par des apports considérables de sédiments au lac et des modifications de la faune dans certaines régions côtières particulièrement exposées. Si la tendance actuelle persiste, les chiffres à venir sont inquiétants puisqu'on estime qu'à ce rythme, 70 % des forêts d'Afrique de l'Ouest, 95 % de celles d'Afrique de l'Est et 30 % de la couverture congolaise seraient amenés à disparaître d'ici l'année 2040.

L'augmentation de la charge en matières en suspension dans les eaux, et des dépôts vaseux dans les lacs et rivières, a de nombreuses conséquences sur la vie aquatique. Il y a, bien entendu, réduction de la transparence des eaux avec ses implications concernant la photosynthèse planctonique ou benthique. Les éléments en suspension peuvent également colmater les systèmes branchiaux des poissons ou provoquer des irritations et les dépôts vaseux altèrent de façon importante la qualité des substrats dans les aires de reproduction.

II.2. LA POLLUTION DES EAUX

Si la pollution des eaux a longtemps paru comme un phénomène un peu secondaire en Afrique, il est évident que celui-ci est de plus en plus apparent depuis quelques années. En général, cependant, on manque de données et encore plus d'informations détaillées sur l'ampleur de la pollution des eaux africaines.

II.2.1. L'EUTROPHISATION DES EAUX

Les éléments nutritifs (phosphates, nitrates) sont en général présents en quantité limitée dans les milieux aquatiques, et constituent ce que l'on appelle des éléments limitants. Tout apport supplémentaire de ces éléments est rapidement assimilé et stimule la production primaire. Lorsque le cycle naturel est perturbé par les activités humaines, notamment par les apports en engrais, les lessives, les eaux usées en général, les excès de phosphates (et dans une moindre mesure de nitrates) sont responsables du phénomène d'eutrophisation. Ce phénomène se traduit par une prolifération excessive d'algues et/ou de macrophytes, et une diminution de la transparence des eaux. La décomposition de cette abondante matière organique consomme beaucoup d'oxygène et conduit le plus souvent à des mortalités massives d'espèces animales par asphyxie. L'eutrophisation a également pour résultat d'entraîner de fortes variations de la concentration en oxygène dissous et du pH au cours de la journée. Dans les lacs, le phénomène de « fleur d'eau » (le « bloom » des anglo-saxons) est une des manifestations de l'eutrophisation.

L'eutrophisation du lac Victoria durant les 25 dernières années est assez bien documentée. L'accroissement des apports en éléments nutritifs au lac est le résultat du développement des activités humaines dans le bassin versant du lac : urbanisation accrue, utilisation de fertilisants et de pesticides pour les cultures, utilisation de pesticides pour le contrôle des mouches tsé-tsé...

II.2.2. LES PESTICIDES

Dans la seconde moitié du XXème siècle, l'usage de pesticides chimiques s'est largement développé en Afrique, comme partout dans le monde, pour lutter à la fois contre les vecteurs de grandes endémies et les ravageurs de cultures. La panoplie des produits utilisés est très grande et si certains ont une faible toxicité vis-à-vis des organismes aquatiques, beaucoup sont des xénobiotiques, c'est-à-dire des substances qui ont des propriétés toxiques, même lorsqu'elles sont présentes dans le milieu à de très faibles concentrations. C'est le cas en particulier pour les pyréthrinoides (perméthrine, deltaméthrine) mais surtout pour les organochlorés (DDT, dieldrine, endrine, endosulfan, malathion, lindane), qui, en plus de leurs toxicités, possèdent des temps de rémanence importants, ce qui accentue leur accumulation et donc leur concentration au sein des chaînes trophiques.

II.2.3. LES MÉTAUX LOURDS

Sous le terme de « métaux lourds », on englobe généralement plusieurs familles de substances :

- ✓ Des métaux lourds au sens strict, à masse atomique élevée et à forte toxicité, dont la présence en faible quantité n'est pas nécessaire à la vie : cadmium, mercure, plomb...
- ✓ Des métaux à masse atomique moins élevée, indispensables à la vie (oligo-éléments), mais qui deviennent très vite toxiques quand leur concentration augmente : cuivre, zinc, molybdène, manganèse, cobalt...

Les métaux lourds se rencontrent en général à de très faibles concentrations dans les écosystèmes naturels mais les activités humaines constituent une source importante de pollution. Les métaux lourds arrivent dans les sols agricoles et les hydrosystèmes par des apports intentionnels d'oligo-éléments ou de pesticides, des rejets de raffineries ou d'usines traitant les métaux non-ferreux (nickel, cuivre, zinc, plomb, chrome, cadmium...), des rejets de tanneries (cadmium, chrome) ou de fabrique de pâte à papier (mercure). Il faut y ajouter des retombées atmosphériques de pollutions liées aux activités humaines (industrielles notamment), et les effluents domestiques ou urbains (zinc, cuivre, plomb). La pollution par le mercure peut avoir pour origine des usages industriels (industrie du papier), l'exploitation de gîtes aurifères, l'utilisation de fongicides organomercuriels. Les problèmes associés à la contamination par les métaux lourds résultent du fait qu'ils s'accumulent dans les organismes où ils atteignent parfois des seuils toxiques.

II.2.4. LA BIOACCUMULATION

Un phénomène préoccupant avec certains contaminants, qu'il s'agisse de métaux lourds ou de pesticides, est le problème de la bioaccumulation qui conduit à l'accumulation d'une substance toxique dans un organisme, à des concentrations parfois bien supérieures à celles observées dans le milieu naturel. Ce phénomène concerne divers contaminants.

Les organismes ayant concentré des polluants peuvent entrer à leur tour dans la chaîne trophique, et si le produit n'est pas dégradé ou éliminé, il va se concentrer de plus en plus à chaque maillon de la chaîne trophique, allant par exemple des algues aux oiseaux ichtyophages. Ce phénomène qui est appelé bioamplification, montre que la pollution d'un milieu par des substances qui ne sont mesurées qu'en quantité très faible dans l'eau, peut avoir des conséquences inattendues au niveau des consommateurs supérieurs.

II.3. L'IMPACT DES PÊCHES

L'impact de la pêche sur les peuplements ichtyologiques se manifeste essentiellement, selon les engins de pêche utilisés, par une pression sélective sur certaines espèces, soit au niveau des adultes, soit au niveau des jeunes. On pense fréquemment que l'activité de pêche à elle seule, lorsqu'elle est pratiquée avec des engins traditionnels, ne peut être tenue pour responsable de la disparition d'espèces de poissons. En effet, il est difficilement imaginable que l'on puisse éliminer complètement une population par des captures faites en aveugle contrairement à ce qui peut se passer pour la chasse. Cependant une pression importante associée à des modifications de l'habitat peut entraîner assez rapidement la raréfaction de certaines espèces.

Les effets de la pêche sont particulièrement sensibles sur des espèces de grande taille ayant une faible capacité reproductive. On cite par exemple la quasi-disparition du poisson-chat *Arius gigas* dans le bassin du Niger. Chez cette espèce, le mâle est incubateur buccal de quelques œufs de grande taille. Au début du 20^{ème} siècle, on mentionnait la capture de spécimens de 2 mètres de long, alors que depuis les années 1950 l'espèce semble devenue très rare.

L'un des effets les plus marqués de la pêche se manifeste au niveau de la démographie, avec la réduction de la taille moyenne des espèces et la disparition des individus de grande taille. En effet, si la pêcherie débute en général avec des engins de grande maille, la taille de celles-ci diminue au fur et à mesure que les captures de grands individus se font plus rares. Dans certains cas, la taille des mailles est si petite que les engins capturent les individus immatures et que les populations des espèces qui ne peuvent plus se reproduire s'effondrent dramatiquement. Dans le lac Malombe par exemple, la pêche des *Oreochromis* (*O. karongae*, *O. squamipinnis*) se pratiquait au filet maillant. On a observé dans les années 1980 un accroissement de la pêche avec des seines à petites mailles, et à un effondrement parallèle de la pêche aux *Oreochromis*. Ce mode d'exploitation serait responsable également de la disparition de neuf espèces de grande taille de Cichlidae endémiques.



II.4. LES INTRODUCTIONS

Alors que pendant des siècles les introductions d'espèces de poissons ont été encouragées un peu partout dans le monde afin d'améliorer la production piscicole, elles sont devenues depuis quelques décennies l'objet de controverses parmi les scientifiques et les gestionnaires des milieux aquatiques. En effet, l'introduction de nouvelles espèces a parfois des conséquences importantes sur les peuplements piscicoles autochtones.

L'introduction de nouvelles espèces dans un écosystème est parfois à l'origine de phénomènes de compétition qui peuvent entraîner l'élimination des espèces indigènes ou celle des espèces introduites. Mais il peut y avoir également des modifications indirectes, qui sont en général moins faciles à observer, par le biais des chaînes trophiques. Pour interpréter correctement les impacts des introductions, il faut distinguer plusieurs niveaux d'intervention :

- ✓ Celui de la transplantation d'espèces d'un point à un autre d'un même bassin hydrographique ;
- ✓ Celui de l'introduction d'espèces étrangères au bassin mais provenant d'une même zone biogéographique ;
- ✓ Celui de l'introduction d'espèces provenant de zones biogéographiques différentes, voire de continents différents.

II.4.1. LA COMPÉTITION AVEC LES ESPÈCES INDIGÈNES

Les espèces introduites peuvent entrer en compétition avec les espèces indigènes, et éventuellement les éliminer. C'est particulièrement vrai lorsqu'on introduit des espèces prédatrices. L'un des cas les plus spectaculaires est celui de l'introduction dans le lac Victoria de la perche du Nil, *Lates niloticus*, un poisson piscivore pouvant atteindre plus de 100 kg. Pour certains scientifiques, ce prédateur serait à l'origine du déclin et probablement de la disparition de plusieurs espèces appartenant à une riche faune endémique de petits Cichlidae dont il s'est nourri.

II.4.2. LES CONSÉQUENCES SUR L'ÉCOSYSTÈME AQUATIQUE

L'introduction d'un prédateur dans un écosystème aquatique peut avoir des conséquences sur le fonctionnement biologique du système par le biais des chaînes trophiques. Si on reprend l'exemple du lac Victoria, la perche du Nil serait responsable de la quasi disparition dans les années 1980 du groupe détritivore/phytoplanctivore des haplochromines (Cichlidae endémiques), ainsi que du groupe des zooplanctivores qui constituaient respectivement 40 et 16 % de la biomasse de poissons démersaux. Les détritivores ont été remplacés par la crevette indigène *Caridina nilotica*, et les zooplanctivores par le Cyprinidae pélagique *Rastrineobola argentea*, ces deux dernières espèces étant devenues la nourriture principale de la perche après la disparition des haplochromines.

II.4.3. LES HYBRIDATIONS

L'introduction dans un même plan d'eau d'espèces voisines qui ne cohabitent pas habituellement peut avoir pour conséquence une hybridation. Les espèces de tilapia, en particulier, sont connues pour s'hybrider, ce qui peut entraîner des modifications génétiques pour les espèces survivantes. Par exemple, dans le lac Naivasha, *Oreochromis spilurus* introduit en 1925 fut abondant dans les années 1950 et 1960, puis s'hybrida avec *O. leucostictus* introduit en 1956. Il en résulta la disparition de *O. spilurus* et des hybrides. La disparition des espèces *O. esculentus* et *O. variabilis*,

Tableau II. Provenance et nombre des introductions d'espèces de poissons en Afrique.

En provenance de	Nombre
Afrique	206
Amérique du Nord	41
Amérique du Sud	3
Asie	58
Europe	92
Inconnue	128
Total	528

Tableau III. Espèces introduites ayant eu un effet écologique négatif.
ENE= Nombre de pays ayant rapporté un Effet Négatif Écologique.

Ordre	Famille	Espèces (n = 39)	Nom commun français	Nom commun anglais	ENE
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Limnothrissa miodon</i>	Sardine du Tanganyika	Lake Tanganyika sardine	3
Cypriniformes	Cyrpinidae	<i>Aristichthys nobilis</i>	Amour marbré, à grosse tête	Bighead carp	3
		<i>Carassius auratus auratus</i>	Poisson rouge	Goldfish	9
		<i>Carassius gibelio</i>	Carpe de Prusse	Prussian carp	4
		<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Carpe herbivore	Grass carp	5
		<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Carpe commune	Common carp	22
		<i>Hemiculter leucisculus</i>	Vairon	Sharpbelly	3
		<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Carpe argentée	Silver carp	9
		<i>Pimephales promelas</i>	Tête de boule	Fathead minnow	3
		<i>Pseudorasbora parva</i>	Pseudorasbora	Stone moroko	12
Siluriformes	Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i>	Poisson chat	Black bullhead	8
		<i>Ameiurus nebulosus</i>	Poisson chat	Brown bullhead	3
	Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	Poisson chat marcheur	Walking catfish	5
		<i>Clarias gariepinus</i>	Poisson chat nord africain	North African catfish	6
	Loricariidae	<i>Pterygoplichthys disjunctivus</i>	Pléco	Vermiculated sailfin catfish	3
Esociformes	Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Brochet	Northern pike	5
Salmoniformes	Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Truite arc-en-ciel	Rainbow trout	21
		<i>Salmo trutta trutta</i>	Truite de mer	Sea trout	12
		<i>Salvelinus fontinalis</i>	Saumon de fontaine	Brook trout	5
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Odontesthes bonariensis</i>	Athérine d'Argentine	Pejerrey	4
Cyprinodontiformes	Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>	Gambusie	Mosquitofish	9
		<i>Poecilia latipinna</i>	Molly	Sailfin molly	3
		<i>Poecilia reticulata</i>	Guppy	Guppy	8
		<i>Xiphophorus hellerii</i>	Porte-épée vert	Green swordtail	4
Perciformes	Percidae	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Grémille, Goujon-perche	Ruffe	3
		<i>Perca fluviatilis</i>	Perche commune	European perch	3
	Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i>	Perche soleil	Pumpkinseed	9
		<i>Lepomis macrochirus</i>	Crapet arlequin	Bluegill	6
		<i>Micropterus dolomieu</i>	Black-bass à petite bouche	Smallmouth bass	3
		<i>Micropterus salmoides</i>	Black-bass à grande bouche	Largemouth bass	13
	Gobiidae	<i>Neogobius melanostomus</i>	Gobie à taches noires	Round goby	6
	Odontobutidae	<i>Perccottus glenii</i>	Dromeur chinois	Chinese sleeper	4
	Latidae	<i>Lates niloticus</i>	Perche du Nil	Nile perch	4
	Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Tilapia du Mozambique	Mozambique tilapia	21
		<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	Tilapia du Nil	Nile tilapia	16
		<i>Parachromis managuensis</i>	Cichlidé de Managua	Guapote tigre	3
		<i>Sarotherodon melanotheron melanotheron</i>	Tilapia à gorge noire	Blackchin tilapia	3
		<i>Tilapia rendalli</i>	Tilapia à ventre rouge	Redbreast tilapia	3
	<i>Tilapia zillii</i>	Tilapia à ventre rouge	Redbelly tilapia	3	



endémiques des lacs Victoria et Kyoga, pourrait être due à l'hybridation et/ou à la compétition avec les espèces introduites (*O. niloticus*, *T. zillii*). Des hybrides *O. niloticus* x *O. variabilis* ont été observés dans le lac Victoria.

Si on considère les introductions et mouvements de poissons en Afrique (Annexe p. 195, Tableau II, p. 10 et Tableau III, p. 11), tout et n'importe quoi a été fait. D'abord par les colonisateurs qui ont introduit des espèces dont ils avaient l'habitude comme la truite ou la carpe. Puis de nombreuses espèces ont été transplantées de pays en pays en Afrique pour des essais de piscicultures, comme beaucoup de tilapia. Ceci allant jusqu'à des absurdités comme faire venir des populations de Tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus niloticus*) ou du Mozambique (*O. mossambicus*) dans des zones où il existait déjà des populations natives. Par exemple, la fameuse souche de « Bouaké » en Côte d'Ivoire qui serait, en fait, un mélange de plusieurs souches, a été introduite dans plusieurs pays dans lesquels l'espèce *O. niloticus* est native. Même chose sur la souche de Butaré, au Rwanda, où il semblerait que ce soit une souche ramenée un premier temps aux États-Unis par un institut de recherche et ramenée après au Rwanda !! (Lazard, *pers. com.*)

Des éléments sont donnés sur la répartition des espèces en Annexe.

⇒ **Dans le cas présent, il s'agira donc de faire attention à la provenance des poissons à utiliser et au bassin hydrologique où l'action est menée, ceci d'autant plus, en raison des risques encourus par l'introduction de poissons et les aspects législatifs nationaux et internationaux concernant la biodiversité.**

⇒ **Ce n'est pas non plus parce qu'une espèce a déjà été introduite dans la zone d'intervention, qu'il faut nécessairement l'utiliser.**

III. LES ASPECTS INTERNATIONAUX

La Convention sur la diversité biologique (CDB) est un traité international qui fut adopté lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992. La Convention a trois buts principaux :

- 1. La conservation de la diversité biologique (ou biodiversité) ;**
- 2. Une utilisation durable de ses éléments ;**
- 3. Un partage juste et équitable des bénéfices des ressources génétiques.**

Autrement dit, son objectif est de développer des stratégies nationales pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique. Il est considéré comme le document-clé concernant le développement durable. Il fut ouvert aux signatures le 5 juin 1992 et entra en effet le 29 décembre 1993. La CDB est signée en décembre 1993 par 168 pays. Sur les 53 pays africains, seule la Somalie n'a pas signé ce traité.

La convention reconnaît, pour la première fois en droit international, que la conservation de la diversité biologique est une préoccupation commune à l'ensemble de l'humanité et est consubstantielle du processus de développement. L'accord couvre l'ensemble des écosystèmes, des espèces et des ressources génétiques. Elle relie les efforts traditionnels de conservation aux objectifs économiques utilisant de façon durable les ressources biologiques. Lors de la réunion de Buenos Aires, en 1996, l'accent sera même mis sur les savoirs locaux. Des acteurs essentiels, comme les communautés locales et les populations autochtones, doivent être pris en compte par les États, qui gardent leur souveraineté sur la biodiversité de leurs territoires qu'ils se doivent de protéger. Elle établit les principes pour le partage juste et équitable des bénéfices provenant de l'utilisation des ressources génétiques, notamment celles qui sont destinées pour l'utilisation commerciale. Elle couvre également le domaine de la biotechnologie à travers son protocole de Carthagène en 2001 sur la biosécurité, abordant les questions de développement technologique, des partages des avantages et de biosécurité.

La convention rappelle aux décideurs que les ressources naturelles ne sont pas illimitées et préconise une utilisation durable de celles-ci. Tandis que les efforts antérieurs de conservation visaient la protection de certaines espèces et certains habitats, la convention reconnaît que les écosystèmes,

les espèces et les gènes doivent être utilisés au profit de l'humanité. Toutefois, ceci devrait être fait de façon et à un rythme qui ne provoque pas un déclin à long terme de la diversité biologique.

⇒ Avant tout, la convention est juridiquement obligatoire ; les pays y adhérant sont contraints à appliquer ses dispositions.

⇒ Il s'agira donc, de respecter ces dispositions lors des projets menés sur le terrain en évitant au maximum d'avoir une action sur le milieu qui risque d'avoir des conséquences sur la biodiversité. Si c'est le cas, cela peut se retourner contre l'organisme responsable de l'intervention malgré les intentions et l'accord tacite des autorités locales et régionales.

IV. L'OBJECTIF DE LA PISCICULTURE

Il ne faut pas que la pisciculture soit faite aux dépens des milieux naturels. Une pisciculture provoquant des rejets de matières organiques ou étant impliqués dans l'introduction d'une espèce allochtone, peut entraîner un changement écologique important et, donc, avoir des répercussions grave sur l'apport de protéines animales. En effet, il existe un risque important de réduction des captures de pêches alors que **la pisciculture est faite pour un apport supplémentaire, pas pour un remplacement de la ressource existante**, dans le cas, bien sûr, où celle-ci est présente.

Comme le montre la Figure 5, p. 14, outre les zones strictement désertiques, où, par manque d'eau, la pisciculture peut être difficile, il est possible de produire du poisson quasiment partout en Afrique.

⇒ L'objectif de la pisciculture n'est pas de remplacer la pêche mais de compléter ses apports en maintenant le niveau de consommation actuel, compte tenu de l'augmentation de la population mondiale. Toutefois, cet objectif doit être poursuivi dans le respect des contraintes environnementales, de la santé du consommateur et de la bioéthique.



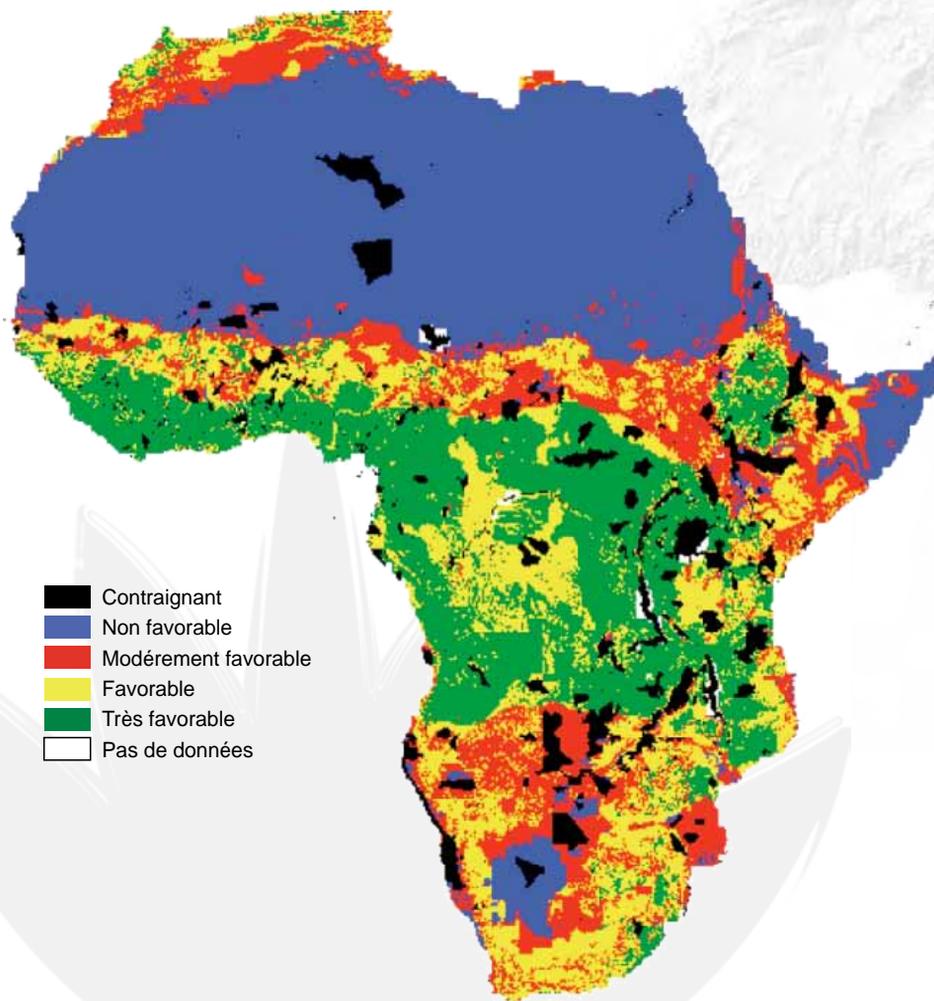


Figure 5. Évaluation par SIG des zones potentielles pour des piscicultures de productions en Afrique.

Chapitre 02

LE TYPE DE PISCICULTURE

D'après la FAO (1997), le terme aquaculture désigne :

« La culture d'organismes aquatiques, y compris poissons, mollusques, crustacés et plantes aquatiques. Le terme culture implique une quelconque forme d'intervention dans le processus d'élevage en vue d'améliorer la production, telle que l'empoissonnement à intervalle régulier, l'alimentation, la protection contre les prédateurs... Cette culture implique également la propriété individuelle ou juridique du stock d'élevage. Du point de vue des statistiques, les organismes aquatiques récoltés par un individu ou une personne juridique les ayant eus en propriété tout au long de leur période d'élevage sont donc des produits de l'aquaculture. Par contre, les organismes aquatiques exploitables publiquement en tant que ressource de propriété commune, avec ou sans licences appropriées, sont à considérer comme des produits de la pêche. »

Dans le cas présent, nous nous intéressons à la culture de poissons ou **pisciculture**.

I. LES DIFFÉRENTS TYPES DE PISCICULTURES

Les types de piscicultures dépendent principalement de l'investissement, de la quantité de poisson produit par unité de surface et de la destination des produits. Ils sont généralement caractérisés par leur degré d'intensification, lui-même défini selon les pratiques d'alimentation ; l'aliment exogène représente en effet en général plus de 50 % du coût total de production dans les systèmes intensifs. Cependant l'intensification concerne de nombreux autres facteurs de production, comme l'eau, le foncier, le capital et le travail.

Les différents types de systèmes de production piscicole sont présentés dans le Tableau IV, p. 16 selon leur degré d'intensification. Une première classification peut être établie de la manière suivante :

✓ Les systèmes de production piscicole **extensifs**, basés sur la productivité naturelle de l'environnement ou de la structure d'élevage des poissons, sans ou avec très peu d'apports d'intrants. On entend généralement des élevages installés dans des bassins ou des étendues d'eau de moyenne ou de grande dimension. La nourriture est tout simplement fournie par la productivité naturelle du plan d'eau, que l'on favorise très peu ou légèrement. Les apports extérieurs sont limités, les coûts restent faibles, le capital investi est réduit, les quantités de poisson produites par unité de surface sont modestes. Bref, le contrôle des facteurs de production reste à un bas niveau. Les systèmes d'intégration de rizipisciculture appartiennent à cette catégorie extensive, puisque le poisson bénéficie des intrants apportés pour la culture du riz.

✓ Les systèmes de production piscicole **semi-intensifs** reposant sur l'utilisation d'une fertilisation ou sur l'emploi d'une alimentation complémentaire, sachant qu'une part importante de l'alimentation du poisson est fournie *in situ* par l'aliment naturel. Les élevages associés du type volaille-poisson ou porc-poisson appartiennent typiquement à ce type de pisciculture.

✓ Les systèmes **intensifs** et **superintensifs**, dans lesquels tous les besoins nutritionnels des poissons sont satisfaits par l'apport exogène d'aliments complets, avec pas ou très peu d'apports nutritionnels issus de la productivité naturelle du bassin ou du plan d'eau dans lequel le poisson est élevé (lac, rivière). L'aliment utilisé dans ces systèmes d'élevage est généralement riche en protéines (25 à 40 %) ; il est par conséquent coûteux. L'aquaculture intensive signifie que les quantités de poissons produites par unité de surface sont élevées. Pour intensifier l'élevage et pour améliorer les conditions, les facteurs de production (aliments, qualité de l'eau, qualité des alevins) doivent être contrôlés. Le cycle de production exige un suivi permanent. Les principales infrastructures d'élevage de ce type de pisciculture sont les enclos ou les cages, avec des taux de renouvellement de l'eau très élevés.

L'évolution d'un système extensif vers un système intensif qui sont les deux extrêmes, est liée à l'investissement évolutif global de faible à important.



Tableau IV. Différents niveaux d'intensification des systèmes d'élevage piscicole.

Densité de poissons à la mise en charge	< 0,1 m ⁻²		0,1 à 1 m ⁻²		1 à 5 m ⁻²		5 à 10 m ⁻²		10 à 100 m ⁻²	
Structure d'élevage	Étang, petit barrage, mare				Étang		Étang, cage		Étang, bassin hors sol, raceways, enclos	
Rendement (t/ha/an)	0 - 0,3		0,3 - 1		1 à 5		5 à 15		15 à 50	
Empoisonnement	Le plus souvent polyculture				Polyculture		En général, monoculture		Monoculture	
Intrants	Peu ou pas d'intrants				Fertilisants, macrophytes, aliment simple (sons, tourteaux)		Aliment composé		Aliment équilibré avec farines de poissons, extrudé, antibiotique	
Taux journalier de renouvellement de l'eau (%)	Apport naturel				Compensation des pertes		Aération, recirculation de l'eau		Aération /oxygénation	
	Aucun		Parfois < 5		< 5		5 à 30		> 30	
Niveau d'intensification	Extensif				Semi-intensif		Intensif		Super intensif	
Modèles	Semi-aquaculture				Aquaculture de production				Aquaculture de transformation	

Une autre typologie des systèmes de production piscicole peut être proposée, basée sur une différenciation entre :

- ✓ Les modèles où l'aliment a pour origine essentielle (ou unique) l'écosystème (cas de l'écosystème étang), systèmes appelés piscicultures de **production**. La gestion de ce type fait appel à la fertilisation ou à l'alimentation complémentaire, ainsi qu'à la mise en œuvre de la polyculture. Il existe une forte interaction entre la densité d'empoisonnement, le poids individuel final des poissons (taux de croissance) et le rendement qui doit être géré de manière attentive. Il s'agit donc de recréer un écosystème où les poissons sont au bout de la chaîne trophique.

- ✓ Les modèles où l'aliment est entièrement exogène et où le poisson se nourrit entièrement grâce à des aliments artificiels, généralement sous forme de granulés et comportant une proportion parfois très élevée de farine de poisson, systèmes appelés piscicultures de **transformation**. La gestion du second type repose essentiellement sur la monoculture, des densités d'empoisonnement élevées et une alimentation artificielle riche en protéines.

La décision de mettre en œuvre l'un de ces types de système piscicole dépend de nombreux facteurs qui sont présentés dans le Tableau V, p. 17.

Une autre typologie des piscicultures africaines a conduit à les classer en quatre catégories, sur la base de critères socio-économiques et non du niveau d'intensification de la production :

- ✓ La pisciculture d'**autoconsommation** (dont le produit est destiné à l'approvisionnement du pisciculteur et de sa famille), où les techniques mises en œuvre, qualifiées d'extensives, correspondent à un faible niveau de technicité.

- ✓ La pisciculture **artisanale** de petite production marchande, qui se développe essentiellement en zone périurbaine et qui offre le meilleur environnement pour l'approvisionnement en intrants et la commercialisation du poisson.

- ✓ La pisciculture de type « **filière** » caractérisée par la segmentation des différentes phases d'élevage, principalement en cages et en enclos.

- ✓ La pisciculture **industrielle**, caractérisée par des unités de production de grande dimension dont l'objectif est strictement économique, voire financier, par opposition aux trois formes précédentes où la pisciculture constitue non seulement un outil de production, mais également un outil de développement.

Pendant longtemps il a été admis que la pratique de la pisciculture de production ne nécessitait qu'un faible niveau de technicité de la part des pisciculteurs en comparaison des systèmes basés sur une alimentation exogène. La réalité est loin d'être aussi simple.

Les modèles aquacoles intensifs, basés sur des technologies plus évoluées, s'avèrent en fin de compte peut-être plus faciles à transférer puisque leurs principales composantes sont bien définies

Tableau V. Caractéristiques des deux principaux modèles de pisciculture vis-à-vis des différents facteurs de production. Le signe - indique que le facteur de production constitue une contrainte pour la mise en œuvre du type de pisciculture concerné ; le signe + un atout.

Facteur de production	Pisciculture de transformation	Pisciculture de production
Foncier	+	-
Eau	débit	surface
Impact environnement	-	+
Capital/fonds de roulement	-	+
Force de travail (par kg de poisson produit)	+	+
«Aliment»	-	+
Technicité	-	-
Risque	-	+
Coût de production	-	+
Rendement	+	-
Plasticité (ex : production d'alevins)	-	+

et que l'élevage est conduit dans un environnement où les composantes naturelles non contrôlées interfèrent peu (élevage en cages en lacs et rivières) ou pas du tout (raceways, bacs). Les coûts de production et les rendements sont supérieurs dans les systèmes intensifs. Mais il existe des freins importants, en tout cas dans un premier temps :

- Le niveau de risque, en termes de maladies des poissons, est important dans les systèmes intensifs par rapport aux systèmes extensifs,
- L'investissement de départ est très élevé et ne porte ses fruits qu'après plusieurs années, ce qui implique,
 - La formation de techniciens ce qui demande du temps avec la professionnalisation,
 - La mise en place d'une filière de vente qui doit être accompagnée d'une transformation du poisson et autres moyens de conservation et de transport.

Dans un tel contexte, les notions d'intensif et d'extensif prennent une signification particulière. Ainsi la pisciculture industrielle, longtemps considérée comme un moyen privilégié de concentrer géographiquement les facteurs de production et de réaliser des économies d'échelle, est généralement assimilée à la notion d'intensif et la privatisation semble ne pouvoir passer que par son intermédiaire. Il apparaît aujourd'hui que tous les projets de ce type mis en place jusqu'à présent sur le continent africain, ont échoué par rapport à leur objectif initial, c'est-à-dire produire un poisson à un coût inférieur au prix de vente.

Il s'agira donc de mettre en place tout un système de production et d'écoulement de la production, ce qui demande au préalable, une bonne étude de faisabilité. Ceci est exclu dans des zones où la demande en protéines animales doit être assez rapide en raison d'un manque pour les populations. Par contre, ce type de système peut être peu à peu développé après une première intervention de type de production.

II. UN PEU D'HISTOIRE...

Même si on a pu montrer que le tilapia *Oreochromis niloticus* était élevé en étangs artificiels par les Égyptiens, il y a près de 4 000 ans, il n'en reste pas moins que le continent africain, à la différence de l'Asie, n'a pas de tradition en pisciculture. Au début du siècle, l'aquaculture était encore totalement inconnue sur le continent. Les premières études sur les tilapia datent du XIX^{ème} siècle, et les premières tentatives pour développer l'aquaculture remontent aux années 1940.

Les tentatives d'introduction de l'aquaculture en Afrique vers les années 1950, s'inscrivent dans la recherche d'une diversification des sources de protéines animales destinées à promouvoir l'autosuffisance alimentaire des populations rurales. Les premiers essais effectués avec des tilapia à la station de la Kipopo créée en 1949 (ex-Congo belge) ayant donné des résultats prometteurs, les administrations coloniales entamèrent des actions de vulgarisation. En 1957 était créée la station



piscicole de Kokondekro près de Bouaké en Côte d'Ivoire à des fins de recherches et de formation. Les premiers essais portèrent sur des espèces aujourd'hui abandonnées car de rendement médiocre en intensif : *Tilapia zillii*, *Tilapia rendalli*, *Oreochromis macrochir*. Ce n'est que vers les années 1970 que l'on s'aperçut que les performances zootechniques de *Oreochromis niloticus* (ex-*Tilapia nilotica*) dépassaient nettement celles de la plupart des autres tilapia. C'est aussi à partir de cette période que l'on commença à s'intéresser à l'identification d'autres espèces de poissons africains ayant un potentiel intéressant pour la pisciculture. Mais, malgré une aide massive pour promouvoir la pisciculture familiale, à l'image de l'Asie, les résultats furent décevants.

III. UNE PISCICULTURE DE SUBSISTANCE : BUT ET PRINCIPE

Dans le cadre de programmes d'ONG humanitaires, il s'agit avant tout de pouvoir permettre aux populations d'avoir des protéines animales à moindre coût et dans un temps assez court.

Donc on va viser une pisciculture de type **extensif à semi-intensif**, de **production**, demandant le minimum de technique de façon à être reproductible facilement. Ceci, tout en produisant dans un temps assez court une quantité de poissons de taille consommable. Dans de nombreux pays, des poissons de 80 à 100 g sont consommés. Il ne s'agira donc pas de produire des poissons de 300 g ou plus, ce qui demande un temps plus important. Il s'agit donc d'une pisciculture qui se situe en autoconsommation, mais de type artisanal.

Les points importants :

- ✓ Minimum de technique pour une bonne appropriation par les bénéficiaires,
- ✓ Impact réduit sur le contexte environnemental : espèces locales,
- ✓ Production rapide à moindre coût,
- ✓ Minimum d'intervention sur les étangs par les bénéficiaires qui ont d'autres activités majeures,
- ✓ Minimum d'intrants : vivants ou matériels.
- ✓ Potentialités d'Action Génératrice de Revenus (AGR) : selon la taille de la pisciculture et le nombre d'étangs, on peut arriver à un système permettant une AGR avec emploi de personnes pour l'entretien et les soins courants à prodiguer aux étangs, tout en gardant un système de production extensif, en raison de la technicité demandée.

L'aquaculture extensive suggère une action minimale de l'homme, avec une contribution prédominante du milieu naturel que l'on cherchera à valoriser au mieux. Cette pratique est courante dans les milieux ruraux des pays pauvres, où le niveau de richesse moyenne des petits producteurs ne permet pas à ces derniers d'acquérir des intrants extérieurs au système.

L'acception du caractère « extensif » de l'aquaculture ne se perçoit paradoxalement que par rapport à son degré d'intensification, c'est-à-dire au niveau croissant de l'intervention du producteur dans le cycle de vie de l'organisme aquatique (Tableau IV, p. 16). Il en découle un accroissement des investissements et des coûts de production en évoluant de l'extensif vers l'intensif (Figure 6, p. 19). La collecte de matériel animal (larves, juvéniles ou pré-adultes) du milieu naturel, et son élevage en captivité jusqu'à une taille commercialisable en utilisant les techniques d'élevage constitue l'aquaculture basée sur la pêche. Ces formes de pratiques semi-aquacoles comprennent l'aquaculture à faible niveau d'intrants, pratiquée par la majorité des petits pisciculteurs de l'Afrique subsaharienne. Elle est basée sur la valorisation de l'espace par l'aménagement piscicole des bas-fonds en zone forestière. Les aspects sociaux prennent davantage d'importance ici, surtout dans la gestion communautaire des pêcheries amplifiées. L'aquaculture, dans le cas présent, permet d'apporter un complément de protéines « poissons », que ne peut fournir la pêche uniquement. L'association des deux systèmes, quand ils sont présents, réduit également la pression sur les ressources halieutiques.

En termes de besoins fonciers, pour un niveau de production donné, les étangs nécessitent davantage de surface foncière (ou surface en eau) que les systèmes piscicoles plus intensifs qui, eux, nécessitent des taux de renouvellement en eau élevés. Les étangs de pisciculture ont en général un faible impact négatif sur l'environnement, sauf dans le cas d'utilisation d'espèces exotiques dont l'échappement en milieu naturel peut se révéler catastrophique. Les étangs peuvent être utilisés pour recycler différents types de déchets comme les effluents (domestiques ou d'élevage), directement dans des milieux empoisonnés ou indirectement via des bassins de stabilisation et de matu-

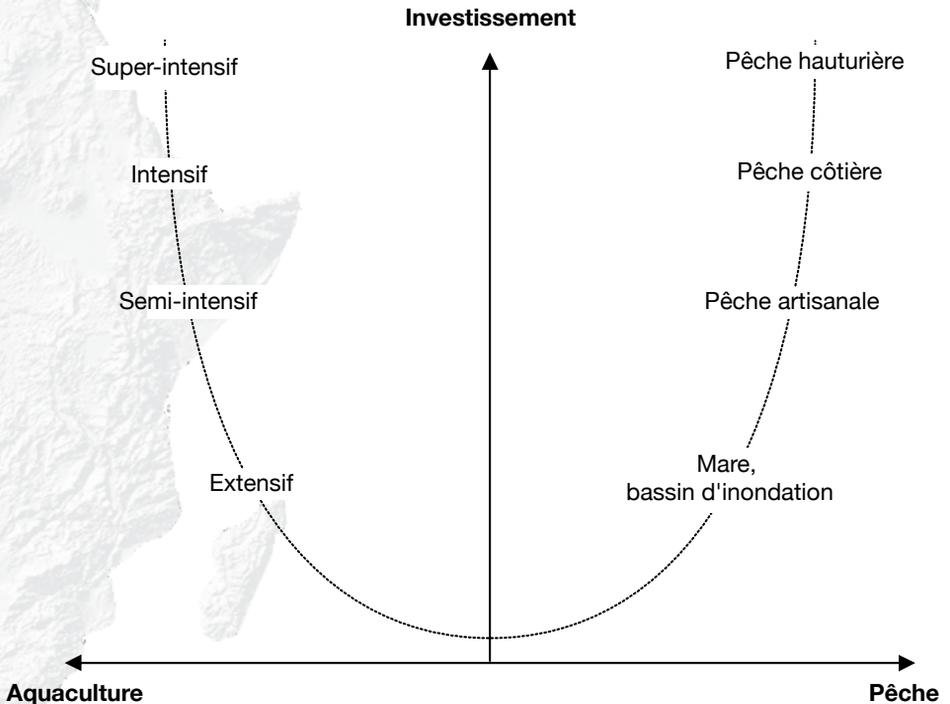


Figure 6. Continuum Aquaculture - Pêche en relation avec l'intensification de l'investissement. (Mikolasec et al., pers. com.)

ration (lagunage) où le poisson constitue le maillon ultime.

C'est donc cette approche qui sera privilégiée dans le cadre de ce manuel.

IV. POLY CULTURE VS MONOCULTURE

La monoculture est le principe d'utiliser une seule espèce en production dans les structures piscicoles.

La logique de la polyculture s'apparente à la logique des cultures associées. L'association de poissons disposant de régimes alimentaires différents permet d'augmenter le rendement net et donc la valeur de la production. La polyculture permet une intensification de la production par unité de surface, par contre, elle aboutit souvent à une diminution de la valorisation du travail. Le principe utilisé dans un étang de subsistance est de recréer un milieu semi-naturel qui tourne sur lui-même. Il s'agit d'une situation intermédiaire entre la monoculture, où le flux d'énergie est concentré sur une seule espèce et un écosystème naturel en équilibre où les bénéficiaires du flux sont très diversifiés en termes d'espèces. Les espèces-cible sont, en général, des espèces du bas de la chaîne trophique, avec une tendance à se reproduire à petite taille. Il s'agit donc de mettre d'autres espèces, des prédateurs, pour contrôler la population et faire en sorte que les poissons investissent dans la croissance plus que dans la reproduction.

En Afrique, les élevages piscicoles associent le tilapia (souvent du Nil, *Oreochromis niloticus*) comme espèce principale avec un Siluriforme (*Heterobranchus isopterus*, *Clarias* spp.), un Arapaimidae (*Heterotis niloticus*) et le prédateur *Hemichromis fasciatus* (pour éliminer les alevins indésirables). Dans ces conditions les espèces secondaires peuvent accroître le rendement piscicole total de plus de 40 %. Quelle que soit l'espèce de tilapia retenue, l'augmentation continue du nombre de classes d'âge dans une enceinte d'élevage, engendre rapidement une compétition qui empêche d'obtenir une croissance intéressante au niveau des premiers poissons empoissonnés.



L'association d'un prédateur à l'élevage de tilapia pour en contrôler la reproduction indésirable est aujourd'hui effectuée par un nombre croissant de pisciculteurs africains. Dans ce cadre, les Siluriformes (*Clarias* ou *Heterobranchus* sp.) sont souvent considérés comme ayant une double fonction : prédation et polyculture. Les résultats d'élevage associés *Clarias* - Tilapia montrent qu'un nombre important d'individus de *Clarias* est nécessaire au contrôle total de la reproduction des juvéniles d'*O. niloticus* mis en charge et qu'ils exercent une compétition vis-à-vis des ressources alimentaires disponibles dans l'étang. Pour contrôler une population de 1200 tilapia en étang de 10 ares, une population de 260 *Clarias* de poids moyen initial supérieur à 150 g est nécessaire et la croissance des tilapia est inférieure à celle d'un élevage identique dans lequel le *Clarias* est remplacé par un prédateur strict (*Hemichromis fasciatus*). Il a également été noté que, en présence d'un prédateur, les tilapia ont tendance à investir dans la croissance avant de se reproduire, ce qui pourrait être lié au fait qu'ils peuvent alors mieux assurer la défense de leurs jeunes.

Il existe différents avantages de la polyculture :

✓ **Les aliments naturels sont mieux utilisés, de façon plus complète**, puisqu'une seule espèce piscicole, même avec un large spectre alimentaire, n'utilise jamais toutes les ressources alimentaires d'un étang.

✓ **Certaines impasses trophiques sont évitées**. Les poissons ne consomment pas tous les organismes comme certains petits crustacés qui peuvent se développer dans les étangs. Il s'agit de contrôler les populations de cet envahisseur en introduisant une espèce qui va soit réduire la nourriture de l'intrus, soit se nourrir directement de l'intrus.

✓ **La production des aliments naturels est stimulée**. Les poissons à comportement fouisseur lorsqu'ils sont à la recherche d'aliments permettent de remettre en suspension et, ainsi, d'aérer le sédiment, d'oxyder la matière organique et d'améliorer le recyclage des éléments nutritifs qui stimulent la production d'aliments naturels.

✓ **Il peut y avoir une double fertilisation**. Les déjections des poissons herbivores sont tellement « riches » qu'elles ont un impact fertilisant qui peut être comparé à celui d'un élevage terrestre associé. Cet effet est parfois nommé « double fertilisation » parce qu'une fertilisation chimique est bien plus efficace quand ces poissons sont présents dans la polyculture. Par exemple, cette double fertilisation peut augmenter le rendement en carpe de 14 à 35 % par rapport à une fertilisation normale obtenue en étang de monoculture.

✓ **La qualité de l'eau est améliorée**. En étang, la présence de tilapia permet d'améliorer l'oxygénation de l'eau. Les tilapia améliorent aussi l'oxygénation en consommant la matière organique du fond qui, sinon, aurait été minéralisée par les bactéries consommatrices d'oxygène.

✓ **Les organismes indésirables sont mieux contrôlés**. Le contrôle des mollusques est possible en étangs de pisciculture en utilisant des *Heterotis niloticus*, alors que les proliférations des petits poissons sauvages ou des crevettes peuvent être contrôlées en utilisant les poissons carnivores.

Il existe également des inconvénients à la polyculture qui surviennent surtout lorsqu'un déséquilibre apparaît suite à une compétition entre les espèces. De plus, lorsque la densité d'empoissonnement est très forte, le rôle de la productivité naturelle de l'étang dans l'alimentation des poissons diminue, puisque les ressources trophiques naturelles doivent être réparties entre tous les individus. Le gain obtenu par la pratique de la polyculture est relativement limité, alors que le travail occasionné par le tri des différentes espèces au moment de la récolte devient une réelle contrainte.

La monoculture est donc la seule méthode d'élevage utilisée dans les systèmes intensifs où l'apport des aliments naturels est très limité. En étang, des densités d'empoissonnement élevées ne sont pas courantes, car l'oxygénation et l'accumulation de substances toxiques (ammoniacale, nitrites...) deviennent vite un facteur limitant.

⇒ **On choisira donc un système de pisciculture de production, semi-intensif, d'autoconsommation à artisanale en utilisant la polyculture, plutôt que la monoculture qui demande des apports de nourriture extérieurs et un suivi plus important si on veut une production intéressante.**

Chapitre 03

LA BIOGÉOGRAPHIE ET LES ESPÈCES DE POISSONS

I. LA GÉOGRAPHIE

Les faunes ichtyologiques se sont mises en place et ont évolué en fonction de l'histoire des systèmes aquatiques qu'elles occupent. Elles sont loin d'être homogènes pour l'ensemble de l'Afrique.

L'existence et la pérennité des habitats aquatiques dépendent de deux facteurs principaux : leur morphologie qui peut être modifiée sur le long terme par l'érosion ou la tectonique ; leur budget hydrologique qui dépend des précipitations, de l'évaporation, et de l'infiltration, et pour lequel de légères modifications peuvent mener à court ou moyen terme à l'assèchement ou au contraire à l'expansion du milieu aquatique considéré, selon la forme du bassin. Des communications peuvent alors se créer entre différents bassins. À diverses échelles de temps, certains bassins ont pu être colonisés à partir d'autres bassins, et ces colonisations ont parfois été suivies d'extinctions sélectives résultant des événements climatiques et/ou géologiques. Simultanément, certaines espèces ont pu donner naissances à d'autres espèces, et ces phénomènes de spéciation expliquent souvent la présence de foyers d'endémisme.

Le continent africain peut être séparé en plusieurs grandes régions ichtyologiques ou ichtyorégions (Figure 7, p. 22). Elles ont été définies en fonction des affinités des faunes de poissons. Chaque région inclut plusieurs bassins hydrographiques de superficie différente. Par exemple, la région soudano-nilotique comprend plusieurs grands bassins comme le Nil, le Niger, le Sénégal.

Le découpage politique des pays ne correspond peu ou pas aux ichtyorégions. Un pays est soit inclus complètement dans une seule ichtyorégion, soit à cheval sur plusieurs. On trouvera en Annexe 04, le Tableau XLVI, p. 246 qui indique pour chaque pays africain les ichtyorégions dont sa surface fait partie et dans le Tableau XLIV, p. 240 des informations géographiques pour chaque pays africain.

⇒ Il s'agira de regarder dans quel pays l'intervention doit avoir lieu et de voir l'ichtyorégion correspondante. Puis, on pourra se référer en annexe sur les différents tableaux pour connaître les espèces présentes et probablement utilisables en aquaculture, en particulier les tilapia.

II. LES ESPÈCES

Parmi les 292 espèces d'élevage listées par les statistiques de la FAO (1995) et pour lesquelles des données sont disponibles, les 22 premières espèces représentent 80 % de la production totale. Parmi ces 22 espèces, pratiquement tous les animaux élevés sont des filtreurs, des herbivores, ou des omnivores. Une seule espèce, le saumon atlantique, est carnivore et il s'agit clairement d'une espèce mineure en termes de volume de production. Le groupe le plus important est celui des poissons d'eau douce : 12,7 millions de tonnes, en comparaison avec 1,4 millions de tonnes pour les poissons amphihalins et 0,6 million de tonnes pour les poissons marins.

Les poissons d'eau douce sont dominés par les Cyprinidae (carpes) et les Cichlidae (tilapia). Les Cyprinidae présentent un certain nombre d'avantages comparatifs : ils peuvent utiliser des aliments au contenu en protéines et en farine de poisson limité ; ils peuvent être élevés en polyculture, permettant une valorisation optimale de la productivité naturelle des étangs et des plans d'eau dans lesquels ils sont stockés ; ils correspondent aussi à des marchés porteurs dans les pays asiatiques, en raison des traditions et des prix relativement bas.

En ce qui concerne l'Afrique, la production aquacole repose essentiellement sur deux groupes d'espèces autochtones : les tilapia (12 000 tonnes annuelles) et les poissons-chats (7 000 tonnes), et des espèces introduites dont les carpes (2 000 tonnes). Historiquement ce sont les tilapia qui ont fait l'objet des premiers travaux d'expérimentation aquacole en Afrique, principalement en RDC



Figure 7. Les ichthyorégions (limites en jaune-vert) et les pays (limites en rouge) (Paugy et al., - Faunafri, 2008).

(ex-Zaïre) et au Congo, en particulier du fait de leur reproduction aisée en captivité. Par la suite, différentes espèces ont été testées en vue de déterminer leurs potentialités aquacoles. Ainsi, au début des années 1970, on a mis en évidence, en République Centrafricaine, le fort potentiel aquacole du poisson-chat *Clarias gariepinus* sur lequel d'importants travaux de recherche ont été menés. Puis dans les années 1980, d'autres espèces d'intérêt aquacole ont été identifiées, notamment en Côte d'Ivoire, sur la base de leur appréciation par les consommateurs et de leurs performances zootechniques. Le cycle biologique de certaines d'entre elles est maintenant totalement maîtrisé, ce qui a permis l'amorce de leur production aquacole.

II.1. LES CICHLIDAE

En Afrique, les espèces principalement utilisées en pisciculture sont des poissons de la famille de Cichlidae, du groupe de Tilapiines. Ils sont communément appelés tilapia. Ce sont, pour la grande majorité, des microphages/herbivores. Ils pratiquent les soins aux jeunes. Surnommés

« poulets aquatiques », les tilapia ont des caractéristiques biologiques particulièrement intéressantes pour l'aquaculture :

- ✓ Ils ont un bon taux de croissance même avec une alimentation contenant peu de protéines ;
- ✓ Ils tolèrent une large gamme de conditions environnementales (oxygénation, salinité des eaux...) ;
- ✓ Ils se reproduisent facilement en captivité et sont peu sensibles aux manipulations ;
- ✓ Ils sont très résistants aux maladies et infections parasitaires ;
- ✓ Ils sont appréciés des consommateurs.

On connaît plus d'une centaine de « tilapia » décrits. Certains pays en comptent plus d'une vingtaine sur leur territoire (Annexe 04 p. 239). Certaines sont endémiques de lacs ou des zones très circonscrites. La taille maximale observée est très variable et n'atteint pas plus de 5 cm jusqu'à plus de 60 cm de Longueur Totale (LT). Les espèces de Tilapiines sont séparées en différents genres dont les 3 principaux sont *Oreochromis*, *Sarotherodon* et *Tilapia*. Cette séparation en genre est principalement liée au mode de reproduction de ces espèces. Les *Oreochromis* sont des incubateurs buccaux maternels, c'est-à-dire que les femelles gardent leurs œufs et alevins en bouche pour les protéger. Les poissons du genre *Sarotherodon* sont aussi des incubateurs buccaux, mais biparentaux, les deux parents peuvent incuber. Les poissons du genre *Tilapia* sont, eux, des pondreurs sur substrat. La croissance maximale obtenue est de 3 grammes par jour.

Oreochromis niloticus fut l'un des premiers à être cultivé, et reste l'espèce la plus commune. Mais de nombreuses autres espèces ont également été utilisées : *O. aureus*, *O. macrochir*, *O. mossambicus*, *Tilapia rendalli*, *T. guineensis*, *Sarotherodon melanothron*. Ce dernier, fréquent dans les milieux estuariens et lagunaires ouest africains, apparaît plus particulièrement adapté à un élevage en eaux saumâtres. Beaucoup de ces espèces sont maintenant répandues dans le monde entier, soit qu'elles aient été introduites dans des milieux naturels pour améliorer la pêche, soit qu'elles servent de base à la production aquacole.

Entre 1984 et 1995, la contribution des tilapia d'aquaculture à la production totale de tilapia est passée de 38 % (198 000 t) à 57 % (659 000 t). Quatre espèces ou groupes d'espèces ont dominé la production entre 1984 et 1995, où ils ont contribué pour 99,5 % à la production de tous les Cichlidae. Le tilapia du Nil a représenté 72 % de la production totale de tilapia ; le taux de croissance annuel de sa production entre 1984 et 1995 a été de 19 %. En 1995, les principaux producteurs de tilapia ont été la Chine (315 000 t), les Philippines (81 000 t), l'Indonésie (78 000 t) et la Thaïlande (76 000 t) !

D'autres Cichlidae ont été utilisés afin de contrôler les populations de tilapia dans les étangs. Ce sont des espèces prédatrices des genres *Serranochromis* et *Hemichromis*.

II.2. LES SILURIFORMES OU POISSONS-CHATS

Les Siluriformes sont, en fait, les poissons-chats. Ils sont séparés en plusieurs familles.

L'intérêt en aquaculture pour les espèces africaines est récent. Certaines espèces de Siluriformes sont très intéressantes pour l'aquaculture en raison de leur robustesse et de leur croissance rapide. Trois espèces sont actuellement bien étudiées pour la domestication : *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus longifilis* et *Chrysichthys nigrodigitatus*. Par exemple, *Heterobranchus longifilis* est présent dans une grande partie des bassins fluviaux de l'Afrique intertropicale, et possède des caractéristiques biologiques qui sont particulièrement favorables à une exploitation piscicole : capacité à supporter des conditions hypoxiques grâce à son organe de respiration aérienne, régime alimentaire omnivore, fécondité élevée et reproduction quasi-continue, potentiel de croissance remarquable (10 g par jour). La reproduction contrôlée de ces espèces en captivité est maîtrisée, mais l'élevage larvaire reste la phase la plus contraignante des filières d'élevage. Le potentiel aquacole d'autres poissons-chats, tels que *Clarias isheriensis*, *Bathyclarias loweae*, *Heterobranchus isopterus* ou *H. bidorsalis*, a également fait l'objet d'une évaluation. Des essais sur *Auchenoglanis occidentalis* ont été réalisés en Côte d'Ivoire.

Certaines espèces de Siluriformes sont strictement piscivores et ont été testées pour le contrôle des populations de tilapia dans le cas de polyculture. Outre *Heterobranchus longifilis*, on pourra penser aux Schilbeidae, dont *Schilbe mandibularis*, *S. mystus* et *S. intermedius* et les Bagridae, *Bagrus docmak*, *Bagrus bajad*...



II.3. LES CYPRINIDAE

Malgré l'abondance et la diversité des Cyprinidae dans les eaux continentales africaines, plus de 500 espèces décrites, aucune espèce indigène n'a réellement été domestiquée jusqu'ici. Pourtant certaines espèces dépassent les 50 cm de LT comme *Labeobarbus capensis* (99 cm LT), ou *Barbus altianalis* (90 cm LT). Il y a eu, par contre, quelques tentatives pour introduire des Cyprinidae asiatiques comme la carpe commune (*Cyprinus carpio*), la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*), la carpe marbrée (*Hypophthalmichthys nobilis*) et la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*). La carpe commune a ainsi été introduite en premier lieu à Madagascar puis disséminée dans une dizaine d'autres pays dont le Kenya, le Cameroun, le Malawi, la Côte d'Ivoire et le Nigéria. Des essais ont été faits avec *Labeo victorianus* (41 cm LT) et *Labeo coubie* (42 cm LT). Cependant, ce sont souvent des espèces d'eaux courantes et cela peut poser un problème concernant leurs cultures en étang avec des eaux quasi-stagnantes.

II.4. LES AUTRES FAMILLES ET ESPÈCES

On pourra trouver en Annexe une liste d'espèces produites commercialement en aquaculture en Afrique, par pays recensées par la FAO (Annexe 02 p. 193).

On pourra également parler d'autres espèces, produites ou non, mais utilisées également, en essais, comme la perche du Nil (*Lates niloticus*, Latidae, 167 cm LS), le prédateur introduit dans le lac Victoria, pour de la production et pour le contrôle des populations de tilapia en étang.

D'autres espèces ont été testées, mais les résultats sont anciens et difficilement trouvables dans la bibliographie. La domestication de nouvelles espèces autochtones africaines d'eaux douces est envisagée. Il s'agit par exemple de *Gymnarchus niloticus* (au Nigéria, Gymnarchidae ; 167 cm LS pour 18,5 kg), *Parachanna obscura* (Channidae, 50 cm LS pour un poids maximum de 1 kg), *Distichodus niloticus* (Citharinidae, 83 cm LT, pour un poids de 6,2 kg),

Par contre, en polyculture, une espèce utilisée régulièrement est l'Arapaimidae, *Heterotis niloticus* (100 cm LS, pour un poids de 10,2 kg), au Ghana, au Nigéria, en Gambie, en Guinée et au Congo.

Il est clair, cependant, que les personnes se sont rapidement focalisées sur moins de 10 espèces. Cependant, les potentiels de nombreuses autres n'ont pas été testés et, au vu des dégâts provoqués par les introductions d'espèces, il conviendrait de développer les élevages avec des espèces autochtones.

L'un des intérêts de la démarche d'identification d'espèces autochtones visant à déterminer celles ayant un potentiel intéressant pour l'aquaculture est de mettre en évidence des espèces négligées et mal connues révélant un potentiel aquacole supérieur à celui d'une espèce sœur ou d'un genre très voisin utilisé jusqu'alors ; l'autre est celui d'éviter l'introduction d'espèces allochtones. Tel est le cas par exemple de *Chrysichthys nigrodigitatus* par rapport à *C. maurus* ou celui de *Heterobranchus longifilis* par rapport à *Clarias gariepinus*. Cette démarche s'inscrit aussi dans un souci de diversification.

⇒ il convient de penser que « ce que l'on trouve ailleurs N'EST PAS mieux que ce que l'on trouve chez soi ».

Récapitulatif

LA PISCICULTURE : BUT ET ENJEU

POURQUOI ?

La pêche et l'aquaculture contribuent à la sécurité alimentaire essentiellement de trois manières :

- ⇒ Augmenter les disponibilités alimentaires,
- ⇒ Fournir des protéines animales hautement nutritives et d'importants oligo-éléments,
- ⇒ Offrir des emplois et des revenus que les gens utilisent pour acheter d'autres produits alimentaires.

LES PRESSIONS EXERCÉES SUR LES RESSOURCES

Les milieux aquatiques continentaux sont tout particulièrement affectés par les activités humaines par :

- ✓ Les modifications de l'habitat,
- ✓ La pollution des eaux,
- ✓ L'impact des pêches,
- ✓ Les introductions.

LES ASPECTS INTERNATIONAUX

La Convention sur la diversité biologique (CDB) est un traité international qui fut adopté lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992. La Convention a trois buts principaux :

1. La conservation de la diversité biologique (ou biodiversité) ;
2. Une utilisation durable de ses éléments ;
3. Un partage juste et équitable des bénéfices des ressources génétiques.

⇒ **Avant tout, la convention est juridiquement obligatoire ; les pays y adhérant sont contraints à appliquer ses dispositions.**

⇒ **Il s'agira donc, de respecter ces dispositions lors des projets menés sur le terrain en évitant au maximum d'avoir une action sur le milieu qui risque d'avoir des conséquences sur la biodiversité. Si c'est le cas, cela peut se retourner contre l'organisme responsable de l'intervention malgré les intentions et l'accord tacite des autorités locales et régionales.**

L'OBJECTIF DE LA PISCICULTURE

⇒ **L'objectif de la pisciculture n'est pas de remplacer la pêche mais de compléter ses apports en maintenant le niveau de consommation actuel, compte tenu de l'augmentation de la population mondiale. Toutefois, cet objectif doit être poursuivi dans le respect des contraintes environnementales, de la santé du consommateur et de la bioéthique.**

LE TYPE DE PISCICULTURE

LES DIFFÉRENTS TYPES DE PISCICULTURES

Les types de piscicultures dépendent principalement de l'investissement, de la quantité de poisson produit par unité de surface et de la destination des produits. Ils sont généralement caractérisés par leur degré d'intensification.

UNE PISCICULTURE DE SUBSISTANCE : BUT ET PRINCIPE

On va viser une pisciculture de type **extensif** à **semi-intensif**, de **production**, demandant le



minimum de technique de façon à être reproductible facilement. Ceci, tout en produisant dans un temps assez court une quantité de poissons de taille consommable. Il s'agit donc d'une pisciculture qui se situe en autoconsommation, mais de type artisanal.

Les points importants :

- ✓ Minimum de technique pour une bonne appropriation par les bénéficiaires,
- ✓ Impact réduit sur le contexte environnemental : espèces locales,
- ✓ Production rapide à moindre coût,
- ✓ Minimum d'intervention sur les étangs par les bénéficiaires qui ont d'autres activités majeures,
- ✓ Minimum d'intrants : vivants ou matériels.
- ✓ Potentialités d'Action Génératrice de Revenus (AGR) : selon la taille de la pisciculture et le nombre d'étangs, on peut arriver à un système permettant une AGR avec emploi de personnes pour l'entretien et les soins courants à prodiguer aux étangs, tout en gardant un système de production extensif, en raison de la technicité demandée.

POLYCLTURE VS MONOCULTURE

La monoculture est le principe d'utiliser une seule espèce en production dans les structures piscicoles. La polyculture est l'association de poissons disposant de régimes alimentaires différents, ce qui permet d'augmenter le rendement net et donc la valeur de la production.

⇒ **On choisira donc un système de pisciculture de production, semi-intensif, d'autoconsommation à artisanale en utilisant la polyculture, plutôt que la monoculture qui demande des apports de nourriture extérieurs et un suivi plus important si on veut une production intéressante.**

LA BIOGÉOGRAPHIE ET LES ESPÈCES

LA GÉOGRAPHIE

Les faunes ichthyologiques se sont mises en place et ont évolué en fonction de l'histoire des systèmes aquatiques qu'elles occupent. Elles sont loin d'être homogènes pour l'ensemble de l'Afrique.

Le continent africain peut être séparé en plusieurs grandes régions ichthyologiques ou ichtyorégions. Elles ont été définies en fonction des affinités des faunes de poissons.

⇒ **Il s'agira de regarder dans quel pays l'intervention doit avoir lieu et de voir l'ichtyorégion correspondante.**

LES ESPÈCES

La production aquacole repose essentiellement sur deux groupes d'espèces autochtones : les Cichlidae avec les **tilapia** et les Siluriformes ou **poissons-chats**.

Prises séparément, les espèces de tilapia et de poissons-chats ne sont pas forcément réparties sur l'ensemble de l'Afrique. Mais, ces deux groupes sont présents partout.

⇒ **Il s'agira donc de faire attention à la provenance des poissons à utiliser et au bassin hydrologique où l'action est menée, ceci d'autant plus, en raison des risques encourus par l'introduction de poissons et les aspects législatifs nationaux et internationaux concernant la biodiversité.**

⇒ **Ce n'est pas non plus parce qu'une espèce a déjà été introduite dans la zone d'intervention, qu'il faut nécessairement l'utiliser.**

⇒ **Il convient de penser que « ce que l'on trouve ailleurs N'EST PAS mieux que ce que l'on trouve chez soi ».**

Partie II

LES ASPECTS PRATIQUES



Contenu

- L'évaluation initiale pré-projet
 - Le choix des villages
 - Le choix des sites
 - Les caractéristiques des étangs
 - La construction d'un étang
 - L'approche biologique
 - La manipulation des poissons
 - L'entretien et la gestion des étangs
- Plan d'exécution



TABLE DES MATIÈRES - PARTIE II

Chapitre 04 - L'ÉVALUATION INITIALE PRÉ-PROJET	33
I. L'ÉCOSYSTÈME	33
II. L'ÉVALUATION	36
III. PRINCIPE	37
IV. L'ÉVALUATION BIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE	38
V. LA SOCIO-ETHNOLOGIE	40
V.1. Les caractéristiques socio-économiques et culturelles	40
V.2. Les relations hommes-ressources	40
V.3. Les relations hommes-hommes	41
Chapitre 05 - LE CHOIX DES VILLAGES ET DES SITES	43
I. LE CHOIX DES VILLAGES	43
II. LE CHOIX DES SITES	45
II.1. L'eau	45
II.2. Le sol	50
II.3. La topographie	53
II.4. Les autres paramètres	56
Chapitre 06 - LES CARACTÉRISTIQUES DES ÉTANGS	59
I. DESCRIPTION	59
II. LES TYPES D'ÉTANGS	59
II.1. Les étangs de barrage	62
II.2. Les étangs de dérivation	62
II.3. Comparaison	62
III. LES CARACTÉRISTIQUES	63
III.1. Les critères généraux	63
III.2. La Forme d'un étang	66
III.3. Selon la pente	67

Photos d'en tête :

⇒ Villageois travaillant dans les étangs, Libéria, ASUR, 2006 - © Yves Fermon

III.4. Le positionnement de plusieurs étangs	67
III.5. La taille et la profondeur des étangs	68
III.6. Les différences de niveaux	69
Chapitre 07 - LA CONSTRUCTION DES ÉTANGS	73
I. LE PLAN D'AMÉNAGEMENT	73
II. LE NETTOYAGE DU SITE	75
III. L'ALIMENTATION EN EAU : PRISE D'EAU ET CANAL	77
IV. L'ÉVACUATION DE L'EAU ; CANAL DE VIDANGE ET DE DRAINAGE	81
V. LE PIQUETAGE DE L'ÉTANG	82
VI. LA CONSTRUCTION DES DIGUES	83
VII. L'AMÉNAGEMENT DE L'ASSIETTE	89
VIII. LA CONSTRUCTION DES DISPOSITIFS D'ALIMENTATION ET DE VIDANGE DE L'ÉTANG	90
VIII.1. L'alimentation ou prise d'eau	90
VIII.2. La vidange des étangs	94
VIII.3. Les bassins de décantation	105
IX. LES AMÉNAGEMENTS ANNEXES	106
IX.1. La protection anti-érosive	106
IX.2. La lutte anti-érosive	107
IX.3. La plastique biologique	108
IX.4. La clôture	108
IX.5. Le remplissage de l'étang et les tests	108
X. LES RESSOURCES NÉCESSAIRES	109
X.1. Les matériels	109
X.2. Les ressources humaines et temps nécessaires	110
XI. RÉCAPITULATIF	112
Chapitre 08 - L'APPROCHE BIOLOGIQUE	113
I. LA VIE D'UN ÉTANG	113
I.1. Les producteurs primaires	115
I.2. Les invertébrés	116
II. LA FERTILISATION	118
II.1. Les fertilisants ou engrais	119

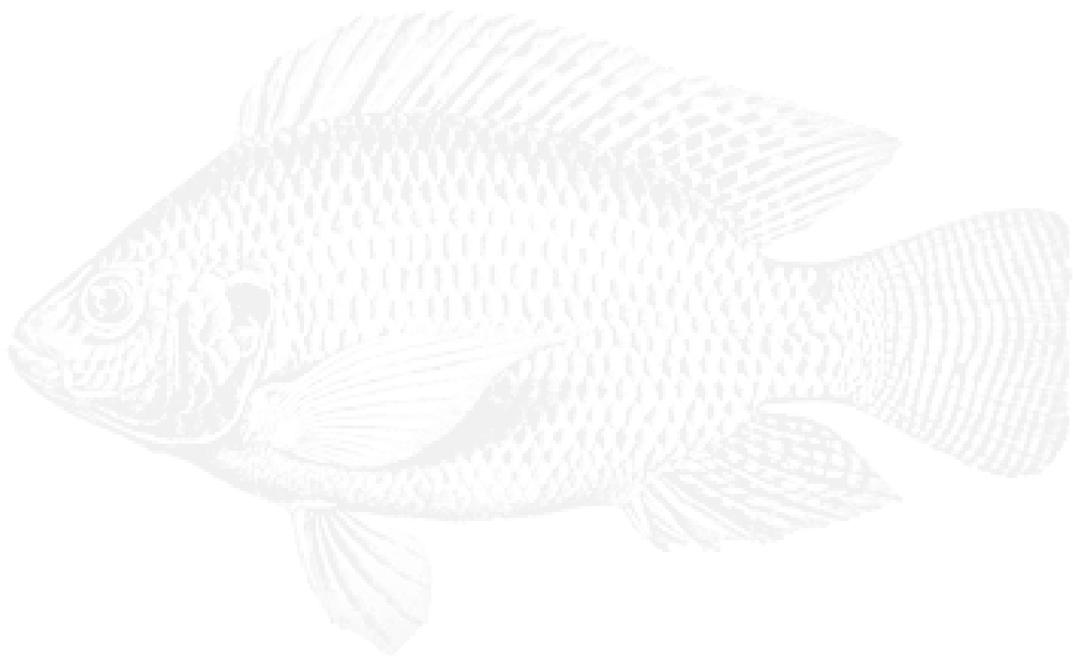


II.2. Le compost	121
III. RÉCAPITULATIF	126
Chapitre 09 - LA MANIPULATION DES POISSONS	127
I. LES MÉTHODES DE CAPTURES	127
I.1. La senne	129
I.2. Les filets maillants	132
I.3. L'épervier	133
I.4. Les épuisettes	134
I.5. Les nasses, casiers et trappes	135
I.6. La ligne et l'hameçon	136
II. LE TRANSPORT DES POISSONS	136
III. LA PRODUCTION D'ALEVINS DE TILAPIAS	139
III.1. La reconnaissance des sexes	139
III.2. Les étangs d'alevinage	139
III.3. les Hapas et cages	142
III.4. Les autres structures	145
IV. L'EMPOISSONNEMENT DES ÉTANGS	146
V. LE SUIVI DES POISSONS	149
VI. LA VIDANGE ET LA RÉCOLTE	150
VI.1. Les pêches intermédiaires	150
VI.2. La vidange complète	151
VII. RÉCAPITULATIF	152
Chapitre 10 - L'ENTRETIEN ET LA GESTION DES ÉTANGS	153
I. L'ENTRETIEN DES ÉTANGS	153
I.1. Les maladies des poissons	153
I.2. La nutrition des poissons	158
I.3. Les activités de suivi quotidiennes	162
I.4. Les travaux d'entretien après la vidange	163
I.5. La Lutte contre les prédateurs	164
I.6. Récapitulatif	164
II. LES TECHNIQUES DE CONSERVATION ET DE TRANSFORMATION	165

III. LA GESTION DES ÉTANGS	167
III.1. Les stocks piscicoles et les indices utiles pour leur suivi	167
III.2. Les rendements attendus	168
III.3. La gestion des récoltes	168
III.4. Les différents types de coûts de production	170
III.5. La tenue des registres et la comptabilité	171
III.6. La formation	171
IV. LES ÉTANGS ET LA SANTÉ	171

Sur la page suivante, le lecteur pourra trouver le plan général d'exécution de la mise en place d'étangs.

Les différents chapitres suivent ce plan. Au fur et à mesure de l'avancée du manuel, ce plan sera mentionné à chaque début de chapitre en indiquant l'étape traitée.



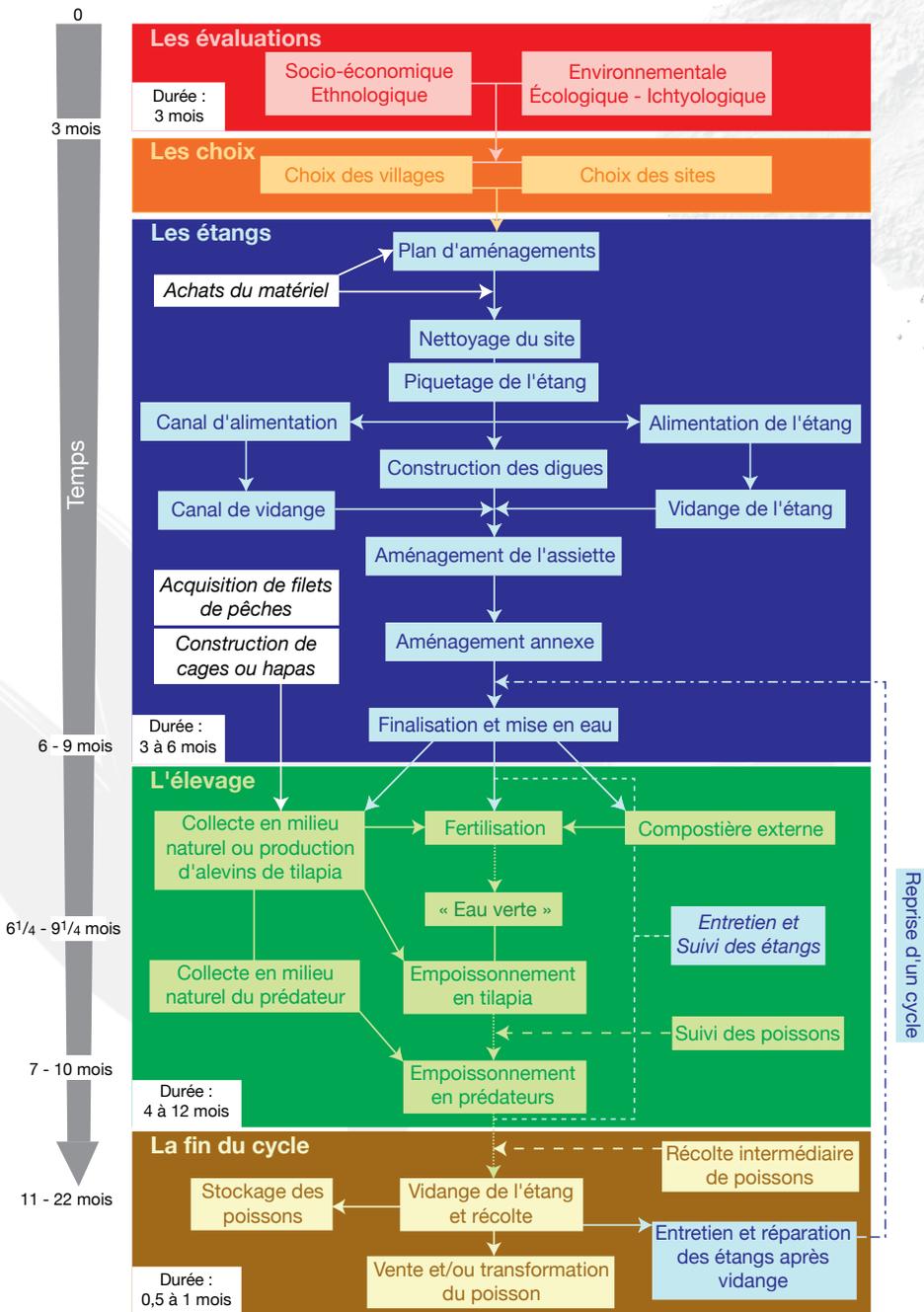


Figure 8. Plan d'exécution général.

Chapitre 04

L'ÉVALUATION INITIALE PRÉ-PROJET

En premier lieu, interviennent les phases d'évaluation permettant de déterminer l'utilité et la pertinence pour les populations de la mise en place de tout projet. Il faudra alors tenir compte :

- ✓ **Des demandes de populations,**
- ✓ **Des ressources disponibles et du milieu.**

Dans un premier temps, nous détaillerons le milieu et les **écosystèmes**. Puis, nous aborderons les différents aspects de l'évaluation. Cette étape a une durée d'un minimum de 3 mois, durée qui peut augmenter en fonction de l'importance du programme et de la zone géographique à évaluer (Figure 9, p. 34).

I. L'ÉCOSYSTÈME

Un **écosystème** est un complexe dynamique composé de communautés de plantes, d'animaux et de micro-organismes et de la nature inerte ; ce complexe est sujet à des interactions en tant qu'entité fonctionnelle. Les écosystèmes varient énormément en taille, en durée de vie et en fonctionnement. Un bassin temporaire dans le creux d'un arbre et un bassin océanique sont tous deux des exemples d'écosystèmes.

Les communautés de plantes, d'animaux et de micro-organismes forment une **biocénose**. Celle-ci se caractérise par une **chaîne alimentaire** (ou **trophique**), allant du **producteur primaire** (le végétal fabriquant de la matière organique à partir de l'énergie lumineuse, du CO₂ de l'air et des ions minéraux du sol), aux divers **consommateurs** (de l'herbivore au super prédateur), en passant par les divers décomposeurs en charge d'assurer le retour de la matière organique sous forme minérale dans le sol. La nature inerte est également connue sous l'appellation de **biotope**. Celle-ci regroupe l'ensemble des caractères géographiques et physico-chimiques de l'écosystème (climat, nature du sol, relief, eau...). Pour analyser et décrire un écosystème donné, on utilise la notion de facteur écologique. Est dit facteur écologique, tout élément du milieu extérieur susceptible d'affecter le développement des êtres vivants. À ce titre, on distingue plusieurs types de facteurs écologiques :

- ✓ Les facteurs **biotiques**, liés aux composantes biologiques (biocénose), interactions du vivant sur le vivant, intraspécifique (au sein de la même espèce) et interspécifique (entre deux espèces différentes ou plus) ;
- ✓ Les facteurs **abiotiques**, liés aux conditions physico-chimiques du milieu (biotope).

Un facteur écologique joue le rôle de facteur limitant lorsqu'il conditionne les possibilités de succès d'un organisme dans ses tentatives de colonisation d'un milieu. Ce facteur peut être limitant tant par son absence que par son excès. Chaque être vivant présente donc vis-à-vis des facteurs écologiques des limites de tolérances entre lesquelles se situe la zone de tolérance et l'optimum écologique. Ainsi la valence écologique d'une espèce représente sa capacité à supporter les variations plus ou moins grandes d'un facteur écologique.

Les facteurs écologiques peuvent donc agir de différentes façons sur la biocénose. Ils vont notamment intervenir sur :

- ✓ L'aire de répartition biogéographique des espèces ;
- ✓ La densité des populations ;
- ✓ L'apparition de modifications (comportement, métabolisme) adaptatives.

Ainsi lorsque la présence de telle ou telle espèce nous renseigne sur les caractéristiques de son milieu, celle-ci sera appelée **bio-indicateur**. Les caractéristiques propres (un biotope impliquant tel type de biocénose et inversement) à chaque écosystème permettent un zonage. Dès lors pour chaque type d'écosystème, il est possible d'associer à ce zonage : un mode de fonctionnement, des biens et des services produits, des risques et menaces connus....

Les êtres humains, en tant que partie intégrante des écosystèmes, tirent bénéfice des « **biens et services** » produit par le fonctionnement des écosystèmes. Les services produits par les éco-

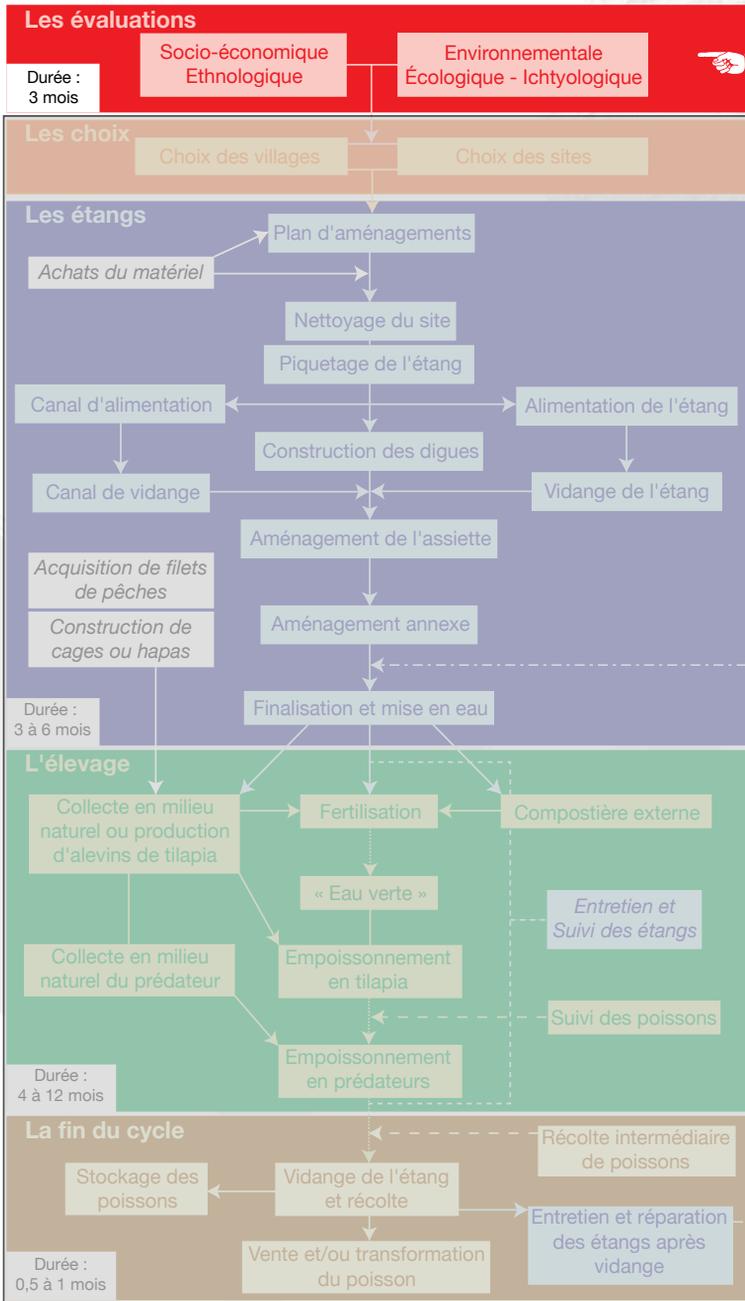


Figure 9. Mise en place d'étangs piscicoles : 1. Les évaluations.

systèmes comprennent les services de prélèvement tels que celui de la nourriture et de l'eau ; les services de régulation comme la régulation des inondations, de la sécheresse, de la dégradation des sols, et des maladies ; les services d'auto-entretien comme la formation des sols, le développement du cycle nutritionnel ; enfin les services culturels comme les bénéfices d'agrément, les bénéfices d'ordre esthétiques et les autres avantages non matériels. Ces différents « services » résultent du fonctionnement des écosystèmes, c'est-à-dire de l'ensemble des réactions biogéochimiques affectant la biosphère et se caractérisant par des échanges permanents de matière et d'énergie le long des différents cycles (eau, carbone, azote...) et chaînes alimentaires.

Du fait des différents cycles (comme celui de l'eau, Figure 10 ci-dessous), tous les écosystèmes sont fortement ouverts les uns aux autres. Il existe cependant des frontières plus ou moins poreuses dénommées **écotones**. La lisière d'un bois le séparant d'une parcelle agricole, une haie coupe vent en sont de bons exemples. Comme toute frontière, ces zones sont d'importants lieux de transit et d'échange. L'un des écotones les plus connus est la zone humide, zone de transition entre les milieux terrestres et aquatiques. Les zones humides constituent un vaste réseau interconnecté d'échange incluant les lacs, rivières, marais et les régions côtières.

Les conditions de vie et de production d'une collectivité humaine dépendent toujours directement ou indirectement des services fournis par les écosystèmes locaux (eau, nourriture, bois, fibre, matériel génétique...). À titre d'exemple, les études prospectives menées dans le cadre du « Millennium Ecosystem Assessment » nous enseignent que la demande en nourriture (donc en service de prélèvement, d'auto-entretien...) pourrait croître de 70 à 80 % sur les 50 prochaines années. Avec quels écosystèmes ? Cette demande croissante engendrera nécessairement des difficultés plus grandes pour les collectivités au niveau de l'accès aux ressources et augmentera pour tous, le coût de la sécurisation des approvisionnements, d'où le concept de vulnérabilité territoriale.

Du fait de l'interconnexion de tous les écosystèmes, des échelles de temps hétérogènes se croisent sur un même territoire : l'environnement global (climat, grands cycles biogéochimiques) qui évolue sur la longue période, l'environnement local (production de biomasse) sur la moyenne, les collectivités humaines sur la courte période. Que dire également du changement climatique, véritable producteur d'incertitudes affectant l'environnement global. Ces temporalités et frontières

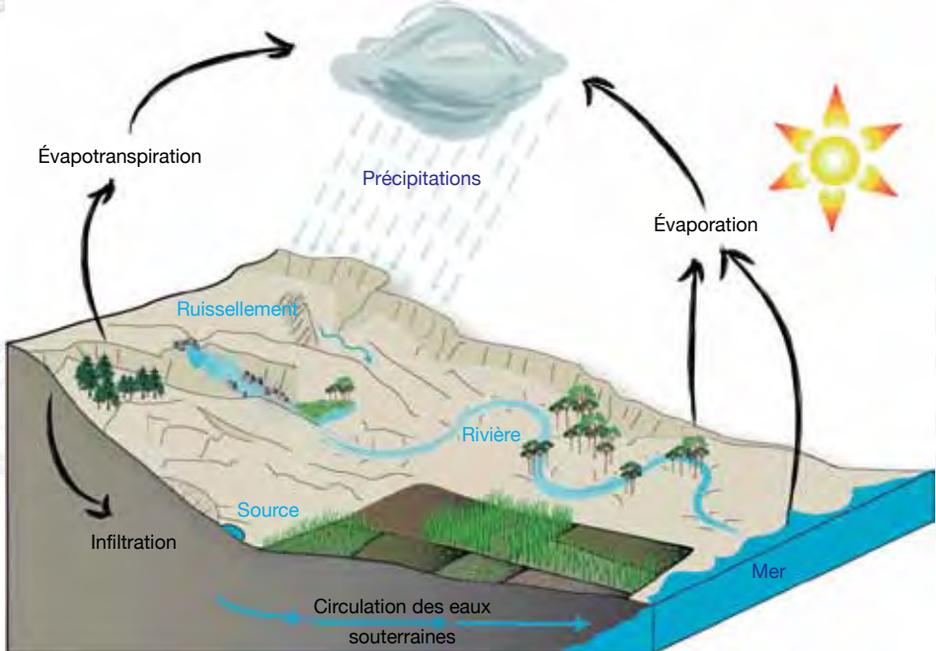


Figure 10. Cycle de l'eau.



mouvantes au sein des territoires renforcent le besoin prospectif des analyses.

Pour tenir compte de ces dépendances et interconnexions multiples, des temporalités et distances de contamination variables, l'approche écosystémique des territoires paraît la plus pertinente.

Retenons donc qu'il existe des relations directes et indirectes entre vulnérabilité de l'environnement, au sens de l'ensemble des écosystèmes présents sur un territoire, et vulnérabilité des collectivités humaines qui y sont incluses et vivent pleinement, sur un territoire, des biens et services procurés par ses écosystèmes.

⇒ Il s'agira donc de procéder à l'évaluation de l'écosystème dans toutes ses composantes, êtres humains inclus, afin de voir quelles sont les actions à proposer pour assurer un meilleur « bien-être », principalement de sécurité alimentaire mais également de santé et d'eau et hygiène.

II. L'ÉVALUATION

Il s'agira donc d'évaluer :

Les 3 points selon la Figure 11 ci-dessous : Selon 2 grands thèmes :

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Les Hommes. 2. Les ressources. 3. Les actions humaines sur les ressources. | <ol style="list-style-type: none"> (i) Biologie et écologie : points 2 et 3. (ii) Socio-ethnologie : points 1 et 3 |
|--|--|

L'idéal serait de pouvoir effectuer ces deux thèmes d'évaluation conjointement.

Dans le cas des interventions en post-urgence, un des facteurs limitant est le temps. Il faudra donc axer principalement l'intervention dans un laps de temps le plus court possible et procéder à une « évaluation rapide ».

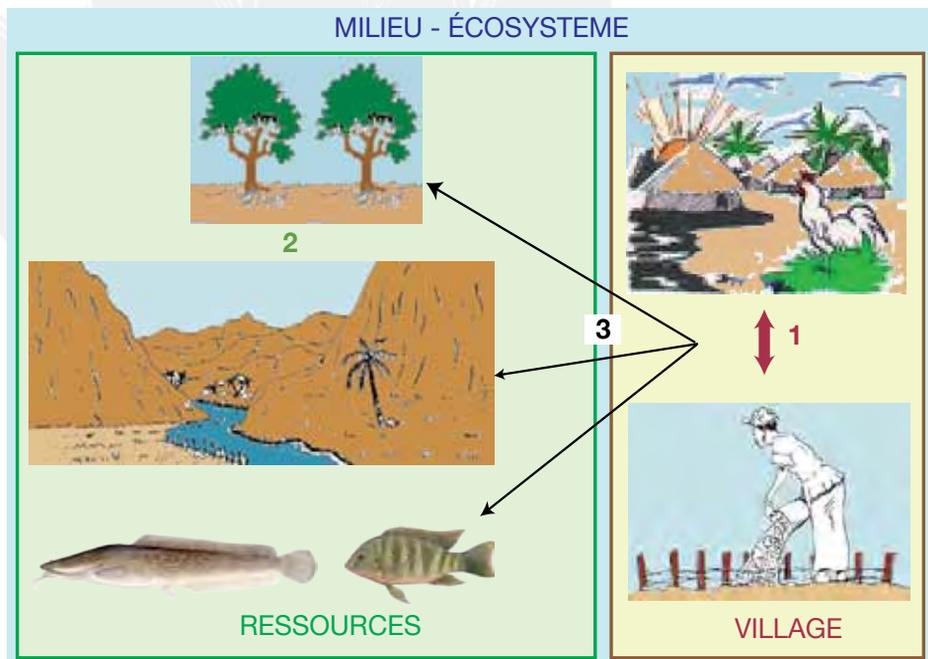


Figure 11. Schéma contextuel des composantes de l'évaluation.

1 : Les hommes ; 2 : Les ressources ; 3 : Les actions humaines sur les ressources.

III. PRINCIPE

L'évaluation rapide peut être définie comme :

« Une évaluation synoptique souvent entreprise en urgence, dans les délais les plus brefs possible, afin de produire des résultats fiables et applicables au but défini ».

Quelle que soit l'évaluation rapide que l'on prépare, il faut tenir compte des neuf points suivants :

1. Le **type** d'évaluation rapide. L'évaluation rapide peut aller d'une étude théorique à une étude sur le terrain, en passant par des réunions de groupes d'experts et des ateliers. Elle peut comprendre la compilation de connaissances et de données spécialisées existantes, y compris de connaissances et données traditionnelles, et des méthodes d'étude sur le terrain.

2. Les évaluations peuvent se faire en trois étapes : **conception/préparation, application et établissement des rapports**. Les évaluations rapides fournissent les résultats nécessaires dans les délais pratiques les plus courts, même si la période préparatoire et le travail de planification qui précède l'étude sont consommateurs de temps. Dans certaines circonstances (lorsqu'on tient compte de facteurs saisonniers, par exemple) il peut s'écouler du temps entre la décision d'entreprendre l'évaluation et sa réalisation. Dans d'autres cas (en cas de perturbation et de catastrophe, par exemple), l'évaluation sera entreprise en urgence et le temps de préparation doit rester minimal.

3. **Inventaire, évaluation et suivi**. Lorsque l'on conçoit des exercices de collecte de données le type d'information nécessaire est différent dans chaque cas et il importe de distinguer l'inventaire, l'évaluation et le suivi. L'inventaire de référence des zones humides sert de base à l'élaboration d'une évaluation et d'un suivi appropriés. Les inventaires des zones humides, répétés à certains intervalles, ne constituent pas nécessairement un « suivi ».

4. Le **coût** augmente, en particulier, lors de l'évaluation de zones isolées, dans le cas de vastes échelles spatiales, d'une haute résolution topographique et/ou d'un grand nombre de types de caractéristiques. Le coût d'une évaluation entreprise rapidement sera plus élevé du fait, par exemple, qu'il faut mobiliser de grandes équipes de terrain simultanément et les soutenir.

5. **Échelle spatiale**. Les évaluations rapides peuvent être entreprises à différentes échelles spatiales. En général, une évaluation rapide à grande échelle consiste à appliquer une méthode normalisée à un grand nombre de localités ou de stations d'échantillonnage. Il est clair que plus la zone est étendue, plus le temps demandé peut être long, dépendant du nombre de personnes impliquées, et donc le coût plus élevé.

6. **Compilation des données existantes / accès aux données**. Avant de décider de réaliser une nouvelle évaluation sur le terrain, il est une première étape importante qui consiste à compiler et évaluer le plus grand nombre possible de données et d'informations existantes et disponibles. Cette partie de l'évaluation devrait déterminer les données et l'information qui existent ainsi que leur accessibilité. Les sources de données peuvent comprendre les **systèmes d'information géographique (SIG)** et la télédétection, les données publiées et non publiées et les connaissances et données traditionnelles que l'on obtient par la contribution de populations locales et autochtones. Cette compilation doit servir d'**analyse des lacunes** permettant de déterminer si le but de l'évaluation peut être atteint avec l'information existante ou s'il faut conduire une nouvelle étude sur le terrain. **Une bonne cartographie est indispensable à la bonne marche de l'évaluation et aux futures décisions concernant les projets à proposer.**

7. Pour toute nouvelle donnée et information recueillie durant une évaluation rapide ultérieure sur le terrain, il est essentiel de créer une **traçabilité des données**.

8. **Fiabilité des données d'évaluation rapide**. Dans tous les cas d'évaluation rapide, il est particulièrement important que tous les résultats et produits contiennent des informations sur les limites de confiance des conclusions. Si possible, il convient d'évaluer la propagation d'erreur par l'analyse des données et de l'information pour fournir une évaluation globale des limites de confiance des résultats finals de l'évaluation.

9. **Diffusion des résultats**. Un élément vital de toute évaluation rapide est la diffusion rapide, claire et ouverte des résultats auprès d'une gamme d'acteurs, de décideurs et des communautés locales. Il est essentiel de présenter cette information à chaque groupe sous la forme et avec le niveau de précision qui convient le mieux.



Dans le cas présent, deux aspects sont à traiter et, de préférence, conjointement, en relation avec les zones humides et ses ressources :

- ⇒ **L'aspect biologique et les ressources ;**
- ⇒ **L'aspect socio-ethnologique et l'homme.**

⇒ **De préférence, deux spécialistes seront requis avec priorité pour les aspects biologiques.**

IV. L'ÉVALUATION BIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE

Les méthodes disponibles pour une évaluation rapide de la biodiversité des zones humides sont tributaires du but et des résultats de projets spécifiques. Le facteur des ressources disponibles et des limitations est tout aussi important, en particulier parce qu'il influe sur la portée de l'évaluation. Le temps, l'argent et l'expertise sont des limitations de ressources qui déterminent les méthodes disponibles pour un projet d'évaluation particulier. En outre, ils définissent le projet du point de vue de sa portée dans les domaines suivants : taxons, géographie, choix du site, analyse, données et méthodes d'échantillonnage. Ce sont des éléments importants d'une évaluation de la biodiversité d'une zone humide et la portée ou la capacité de chacun varie selon les besoins du projet et ses limites en ressources.

Un des points important est d'établir l'état des lieux de la région.

⇒ **Le réseau hydrographique d'un pays est son « système sanguin ». Tout dommage dans un point se retrouvera en aval de ce point, que ce soit chimique, urbain, lié à l'érosion... L'eau, c'est la vie. Phrase courante et bien connue mais dans les systèmes santé, eau et assainissement et sécurité alimentaire (agriculture, poissons), c'est le facteur commun primordial. Comme pour le corps humain où l'on regarde le système sanguin pour établir un diagnostic, on peut étudier les cours d'eau pour évaluer la santé d'une région et connaître ainsi les points où il est nécessaire d'intervenir.**

Un des meilleurs indicateurs pour juger de la qualité de l'eau est ses composantes biologiques e.g. invertébrés (crustacés, mollusques, insectes...), vertébrés (poissons). Une évaluation des indicateurs suppose que la diversité biologique, du point de vue de la diversité des espèces et des communautés, peut nous en dire long sur la qualité de l'eau, l'hydrologie et la santé en général d'écosystèmes particuliers. Le « biomonitoring » est un monitoring souvent associé à ce type d'évaluation. Traditionnellement, cela concerne l'utilisation d'indicateurs biologiques pour exercer le suivi des niveaux de toxicité et du contenu chimique, mais récemment, ce type d'approche a été plus largement appliqué au suivi de la santé globale d'un système plutôt que de ses paramètres physiques et chimiques uniquement. La présence ou l'absence de certains indicateurs chimiques ou biologiques peut refléter les conditions environnementales. Les groupes taxinomiques, les espèces individuelles, les groupes d'espèces ou des communautés entières peuvent servir d'indicateurs. D'ordinaire, les macro-invertébrés benthiques, les poissons et les algues servent d'indicateurs organiques. Il est donc possible d'utiliser la présence ou l'absence d'espèces, et dans certains cas l'abondance et les caractéristiques de l'habitat, pour évaluer l'état d'écosystèmes de zones humides. L'utilisation de critères biologiques pour suivre la qualité des cours des rivières dans les pays tempérés est commune. C'est moins le cas pour les pays tropicaux. L'indice d'intégrité biologique (IBI) est utilisé depuis plus de 10 ans en Europe et en Amérique du Nord. Il permet une estimation de la santé d'une rivière par l'analyse de son peuplement de poissons. Le maintien de la qualité de l'eau est une préoccupation majeure pour une société qui doit subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants, et ce, tant du point de vue quantitatif que qualitatif.

L'évaluation des ressources a pour objet de déterminer le potentiel d'utilisation durable des ressources biologiques dans une zone donnée ou dans un système aquatique donné. Les données ont trait à la présence, à l'état et aux conditions d'espèces d'importances économiques, d'espèces dont dépendent les moyens d'existence et d'espèces qui ont une valeur marchande potentielle. En bonne logique, il serait bon qu'une évaluation des ressources facilite le développement écologiquement durable plutôt que des activités destructrices ou non durables. L'importance du choix du poisson comme indicateur est son importance également en tant qu'apport de protéines animales. Il s'agit de voir quelles sont les ressources en espèces disponibles dans les cours d'eau proches des villages ciblés.

Il est supposé que toute évaluation rapide doit se faire en ayant à l'esprit les objectifs suprêmes de conservation et d'utilisation rationnelle. Les méthodes employées sont censées enrichir les connaissances et la compréhension dans le dessein d'établir une référence, l'évaluation des changements dans les écosystèmes ou de leur état et l'appui à l'utilisation durable de la ressource. Dans ce contexte, il y a cinq raisons précises pour entreprendre une évaluation rapide des zones humides qui couvrent l'étendue des raisons possibles :

1. Rassembler des données générales sur la biodiversité afin d'inventorier et de hiérarchiser les espèces, les communautés et les écosystèmes des zones humides. Obtenir des informations de référence sur la biodiversité pour une zone donnée.
2. Rassembler des informations sur l'état d'une espèce cible (telle qu'une espèce menacée). Rassembler des données relatives à la conservation d'espèces particulières.
3. Obtenir des informations sur les effets des perturbations (changements) naturelles ou induites par l'homme sur une zone ou une espèce particulière.
4. Obtenir des informations indicatrices de la santé générale d'un écosystème ou de l'état d'un écosystème de zone humide donné.
5. Déterminer la possibilité d'utiliser de manière durable les ressources biologiques dans un écosystème de zone humide particulier.

De nombreuses évaluations rapides ne permettent pas d'évaluer entièrement les menaces ou les pressions pesant sur la diversité biologique. Néanmoins, il peut être utile, afin de déterminer ce sur quoi devrait porter une future évaluation, de faire une évaluation provisoire des catégories de menaces.

Il importe de noter que les méthodes d'évaluation rapide des zones humides ne sont généralement pas conçues pour tenir compte des variations dans le temps, comme le caractère saisonnier, dans les écosystèmes. Toutefois, quelques méthodes d'évaluation rapide peuvent être (et sont) utilisées dans des études itératives en tant qu'éléments d'un programme de suivi intégré, afin de tenir compte de cette variation dans le temps. Les techniques d'évaluation rapide conviennent tout particulièrement au niveau spécifique de la diversité biologique et les présentes orientations s'intéressent aux évaluations à ce niveau. Les évaluations au niveau génétique de la diversité biologique ne se prêtent généralement pas à des approches « rapides ».

La nature complexe et la variabilité des écosystèmes des zones humides font qu'il n'existe pas de méthode d'évaluation rapide universelle, applicable à toute la gamme des types de zones humides et à la diversité des buts pour lesquels les évaluations sont entreprises. En outre, ce qu'il est possible de faire, dans un cas particulier, dépend des ressources et des capacités disponibles.

De manière générale, le but est de rassembler autant d'informations que possible sur un écosystème de zone humide au moyen d'un échantillonnage étendu et aussi complet que possible des éléments biologiques et caractéristiques associées. Les listes d'espèces et d'habitats seront probablement la forme de données la plus importante, mais d'autres données de référence pertinentes pourraient comprendre : la richesse des espèces, l'abondance, la taille relative des populations, la distribution et l'aire de répartition, l'importance culturelle en plus de l'importance pour la biodiversité et d'autres informations biologiques pertinentes qui tiennent à la qualité de l'eau, à l'hydrologie et à la santé de l'écosystème. Les données sur la géographie, la géologie, le climat et l'habitat sont également importantes. Pour la plupart des études, il serait bon de mesurer une diversité de variables de



la qualité de l'eau. Celles-ci peuvent comprendre la température, la conductivité électrique (CE, une mesure des sels totaux dissous), le pH (mesure de l'acidité ou de l'alcalinité de l'eau), la chlorophylle A, le phosphore total, l'azote total, l'oxygène dissout et la transparence de l'eau (avec le disque de Secchi). Ces variables peuvent être mesurées avec des instruments individuels ou avec une combinaison d'instruments comprenant plusieurs types de sondes. On peut chercher les macrophytes visuellement. Les poissons peuvent être échantillonnés avec une grande diversité de méthodes, en gardant présente à l'esprit la législation applicable. S'adresser aux pêcheurs locaux et examiner leurs prises peut être aussi une source de renseignements précieuse.

Afin d'assurer proprement cette partie il est indispensable qu'un spécialiste puisse intervenir. Un généraliste sera, entre autres, limité par ses connaissances concernant les organismes aquatiques et le fonctionnement des écosystèmes.

Les données indispensables et minimales à récolter sont :

- ⇒ Le nombre d'espèces
- ⇒ La quantité d'individus par espèces pour un temps donné d'échantillonnage
- ⇒ La présence/absence d'espèces témoins
- ⇒ La qualité physico-chimique de l'eau (taux de nitrates / phosphates, pH, Oxygène, conductivité, turbidité).

Dans les espèces récoltées, on pourra ainsi voir lesquelles sont disponibles pour la pisciculture.

Les communautés locales peuvent être une source importante d'informations sur la richesse des espèces dans un habitat donné. On peut, par exemple, par des études des communautés et de la consommation, rassembler de l'information en très peu de temps. D'où l'importance d'une analyse conjointe avec une approche socio-ethnologique.

V. LA SOCIO-ETHNOLOGIE

V.1. LES CARACTÉRISTIQUES SOCIO-ÉCONOMIQUES ET CULTURELLES

Il importe également de rassembler des informations sur les caractéristiques socio-économiques et culturelles de la diversité biologique bien qu'une évaluation économique complète est, généralement, hors de portée d'une évaluation rapide. Néanmoins, dans le cadre d'une évaluation d'inventaire rapide ou d'une évaluation des risques, il peut être utile d'obtenir une première indication des caractéristiques socio-économiques et culturelles qui ont une importance pour l'étude du site. Cela fournit une indication des changements probables dans la base de ressources naturelles et peut servir à déterminer les caractéristiques qui devraient faire l'objet d'une évaluation de suivi plus détaillée.

Il convient de prendre en compte notamment :

1. Registres paléontologiques et archéologiques ;
2. Bâtiments et artefacts historiques ;
3. Paysages culturels ;
4. Systèmes de production et agro-écosystèmes traditionnels, par exemple rizières, salines, estuaires exploités ;
5. Pratiques de gestion collective de l'eau et des terres ;
6. Pratiques d'autogestion, y compris les droits de propriété coutumiers ;
7. Techniques traditionnelles d'exploitation des ressources des zones humides ;
8. Tradition orale ;
9. Connaissances traditionnelles ;
10. Aspects religieux, croyances et mythologie ;
11. « Les arts »- musique, chanson, danse, peinture, littérature et cinéma.

En plus de l'évaluation classique de l'état nutritionnel et sanitaire de la population locale, Il convient de se poser plusieurs questions quand on arrive dans une zone habitée.

V.2. LES RELATIONS HOMMES-RESSOURCES

- *Existe-t-il des tabous ? des croyances ? Il s'agira d'évaluer les relations homme / poisson / cours d'eau (croyance).*

Des tabous alimentaires existent, à des degrés divers, dans toutes les cultures. Il est évident que la nourriture, élément fondamental à la subsistance de l'homme (comme des autres êtres vivants), est un domaine où la distinction entre le permis et l'interdit, le pur et l'impur, est fondamentale, pour des raisons sanitaires, morales ou symboliques. Les tabous peuvent avoir plusieurs justifications : religieuses, sanitaires, morales, psychologiques et affectives. Ces diverses justifications peuvent se mélanger. D'autres coutumes concernent le poisson et affectent là encore les femmes et les enfants. Il se peut qu'il s'agisse d'un véritable tabou, bien que souvent les gens qui ne sont pas habitués à manger du poisson ne l'aiment pas pour la simple raison que cela « sent mauvais » ou « ressemble à un serpent ». Dans certaines collectivités, l'éventail des tabous pour les femmes enceintes était jadis si étendu qu'il leur était quasiment impossible d'avoir un régime équilibré. C'est ainsi qu'une partie du peuple Bahaya qui vit près du lac Victoria avait l'habitude d'interdire la consommation de viande, de poisson, de lait et d'œufs aux femmes enceintes. Existe-t-il des poissons dits « patrimoniaux » c'est-à-dire présentant une importance au niveau de la symbolique ?

Dans d'autres cas, on assiste à des interdits de pêches de certaines zones à l'échelle d'un village. Certains de ces interdits ont été juste mis en place pour pouvoir éviter une trop grande prédation au niveau d'une zone riche en poissons et permettent ainsi une gestion de la ressource ichtyologique.

- *Comment est perçue la pêche ?*

Dans un certain nombre d'ethnies, la pratique de la pêche est considérée comme une activité pour les castes inférieures. Être pêcheur et vivre de la pêche est alors très déconsidéré.

- *Quelles sont les ressources utilisées ?*

En regardant les femmes préparant les repas et ce qu'elles préparent, en effectuant des visites au marché, on pourra se rendre compte de la part du poisson dans l'alimentation journalière. En Éthiopie, par exemple, le poisson est consommé principalement lors du carême. Dans le cas où le poisson est présent dans l'alimentation, il s'agira alors de s'assurer de sa source et de sa disponibilité. Par exemple, au Libéria, les villages à proximité des fleuves n'avaient aucun problème d'approvisionnement en poissons malgré un intérêt pour la pisciculture, alors que 10 km plus loin, un autre village avait des problèmes d'approvisionnement.

- *Quelles sont les ressources produites ?*

Une visite des champs et un recensement du bétail et des animaux présents permettent de se rendre compte de la diversité des denrées disponibles. Il faudra, cependant, bien séparer le bétail qui serait de « prestige » avec les animaux utilisés pour l'alimentation humaine.

- *Quels sont les approvisionnements en eau ?*

Un des aspects important est l'approvisionnement en eau des populations. Il s'agira donc de s'enquérir des points d'eau où les populations vont se fournir (puits, pompe, rivière...) et estimer leur état.

V.3. LES RELATIONS HOMMES-HOMMES

- *Qui fait quoi ? Quel est le rôle des femmes et celui des hommes ? Usages et tâches.*

Il existe une répartition des tâches entre les hommes et les femmes. Chez les peuples pêcheurs, la plupart du temps, ce sont les hommes qui vont à la pêche mais les femmes s'occupent de récupérer le poisson, le transformer et le vendre. Chez d'autres, la pêche est pratiquée par les femmes et devient un acte social. Au Libéria, les femmes avec les enfants, s'en vont les après-midi à la rivière pour capturer avec de grandes épuisettes les poissons. Elles en profitent pour échanger les dernières nouvelles du village.

- *Quelle est la structure sociale ?*

La façon dont est structurée le village est particulièrement importante pour savoir à quelle échelle et quelles sont les personnes clés et notables. Les groupements, leur fonctionnement ..., sont une



clé de la réussite de programmes sur le terrain.

➤ *Quel est le système de partage des terres ?*

Le type de partage des terres, leur appartenance, les droits fonciers sont autant de variables qui sont importantes à connaître dans la mesure où les piscicultures vont être établies sur certaines zones privilégiées. L'eau et sa gestion est aussi un paramètre primordial.

La plupart du temps, ces informations peuvent être récoltées sous forme d'enquêtes pour lesquelles les ONG humanitaires dont ACF ont une bonne expérience par le passé. Il est, cependant, important de ne pas se contenter discuter avec les villageois, comme cela est parfois le cas.

Dans un certain nombre de cas, on aura à faire avec des communautés qui ont déjà une expérience de la pisciculture, souvent avec échecs. Le système s'est surtout développé dans des pays ayant une tradition piscicole ancienne et où le savoir-faire ancestral, bien qu'empirique, joue un rôle essentiel. Les nombreuses tentatives de transfert de ces modèles piscicoles vers des pays où il n'y avait pas de tradition piscicole ont échoué.

De nombreuses explications ont été avancées pour analyser les difficultés rencontrées dans le développement de l'aquaculture en Afrique :

- ⇒ **D'ordre social, les populations rurales n'ayant pas de traditions et donc d'expérience dans le domaine ;**
- ⇒ **D'ordre technique, dans la mesure où jusqu'à une époque récente les techniques d'élevage n'étaient pas encore parfaitement maîtrisées, ce qui avait pour conséquence une production médiocre en qualité et en quantité ;**
- ⇒ **D'ordre économique, la pisciculture développée dans le contexte d'une activité de subsistance à caractère familial, se pratiquant le plus souvent sans esprit de rentabilité.**

Il faudra donc s'enquérir de la présence ancienne d'étangs à des fins de production de poissons. Si c'est le cas, **la difficulté sera alors de faire désapprendre d'abord pour permettre un réapprentissage.**

⇒ **L'ensemble des informations récoltées permettra de :**

- ⇒ **Connaître l'état des lieux de la zone où l'intervention doit avoir lieu ;**
- ⇒ **Connaître les ressources utilisables présentes et leur utilisation actuelle ;**
- ⇒ **Connaître les structures communautaires et sociales.**

⇒ **Le but étant d'avoir les éléments pour proposer une solution permettant une bonne appropriation du projet par les populations, si les différentes composantes permettent d'affirmer que la pisciculture est une solution pour la zone considérée.**

Chapitre 05

LE CHOIX DES VILLAGES ET DES SITES

Si les évaluations initiales justifient une intervention, la première étape sera donc de choisir des villages d'implantation, en s'assurant que ceux-ci ont des sites adéquats à proximité (Figure 12, p. 44). Ce choix peut être déjà plus ou moins défini en fonction de l'évaluation préalable et des visites de terrain qui ont eu lieu lors de cette évaluation.

I. LE CHOIX DES VILLAGES

Comme dans toutes les actions entreprises en post-urgence et développement, le choix des villages et communautés, puis celui des bénéficiaires est particulièrement délicat. Dans la plupart des cas, la cible se porte sur les populations considérées comme les plus vulnérables.

Différents points vont décider de l'approche au niveau de villages :

✓ Le premier aspect inhérent à la façon d'opérer des ONG sera la présence de populations dites **vulnérables**.

✓ Les projets proposés sont, en général, d'assez courte durée. Le nombre de villages ciblés devra donc être choisi en fonction de la **durée** et des **moyens logistiques** qui seront à disposition. **Il est, cependant, illusoire, de proposer un projet de pisciculture pour une durée inférieure à 12 mois.** En effet, la mise en place d'un étang de 200 m² demande globalement 20 jours ouvrables pour 20 personnes. Si ce sont les bénéficiaires qui amènent la main-d'œuvre, il faudra tenir compte du fait que, pour la plupart, leur activité principale est souvent l'agriculture et ils ne vont donc ne consacrer qu'un temps restreint à la construction de l'étang.

✓ On ne pourra également choisir de villages trop éloignés en raison des **temps de transport** et la logistique inhérente. Souvent, les techniciens servent de **catalyseurs** pour les bénéficiaires et leur présence est indispensable pour la motivation et le suivi. De même, le réseau routier est souvent endommagé et peu praticable. Pour cela, une bonne cartographie est indispensable et peut être mise en place lors de l'évaluation.

✓ Pas de sources de poissons en quantité (pêche) proche. En effet, la présence de sources proches de poissons en quantité appréciable va être un frein pour le développement d'étangs piscicoles. Malheureusement, de nombreuses fois, on aura la certitude que les villageois sont motivés alors qu'en fait, leur intérêt se situe surtout pour obtenir une manne de la part des ONG internationales opérant dans la zone. On aura souvent alors, un fiasco total quant à l'investissement villageois dans la mise en place des étangs. Il s'agira donc de bien voir si les protéines poissons sont indispensables et manquantes dans la zone. Cela sera d'autant plus important si la demande vient des villageois, cet aspect apportera plus de poids à leur demande.

✓ Présence de **sources** ou de **rivières** à proximité du village.

C'est un des points cruciaux du choix des villages et qui sera repris plus en détail dans le paragraphe suivant (paragraphe II, p. 45). Il est indispensable que le village dispose d'eau courante en suffisance.

✓ La **motivation** des villageois.

C'est un des aspects délicats. Il est très difficile de juger au premier abord de la motivation générale. Le plus souvent, cette vision de la motivation viendra avec le début des travaux. Cependant, l'étude préliminaire ethnographique permettra d'apporter des éléments sur les premiers aspects de cette motivation mais également des éléments permettant une bonne appropriation du projet par les bénéficiaires. **Il faut que les bénéficiaires comprennent que les constructions effectuées leur appartiendront et que ces travaux n'appartiendront aucunement à l'ONG qui soutient le projet, comme il ne servira à rien de mettre en place ce type de projet si les villageois ne le veulent pas.** Il n'est, certes, pas question d'imposer quoi que ce soit... Si possible, il convient de choisir des

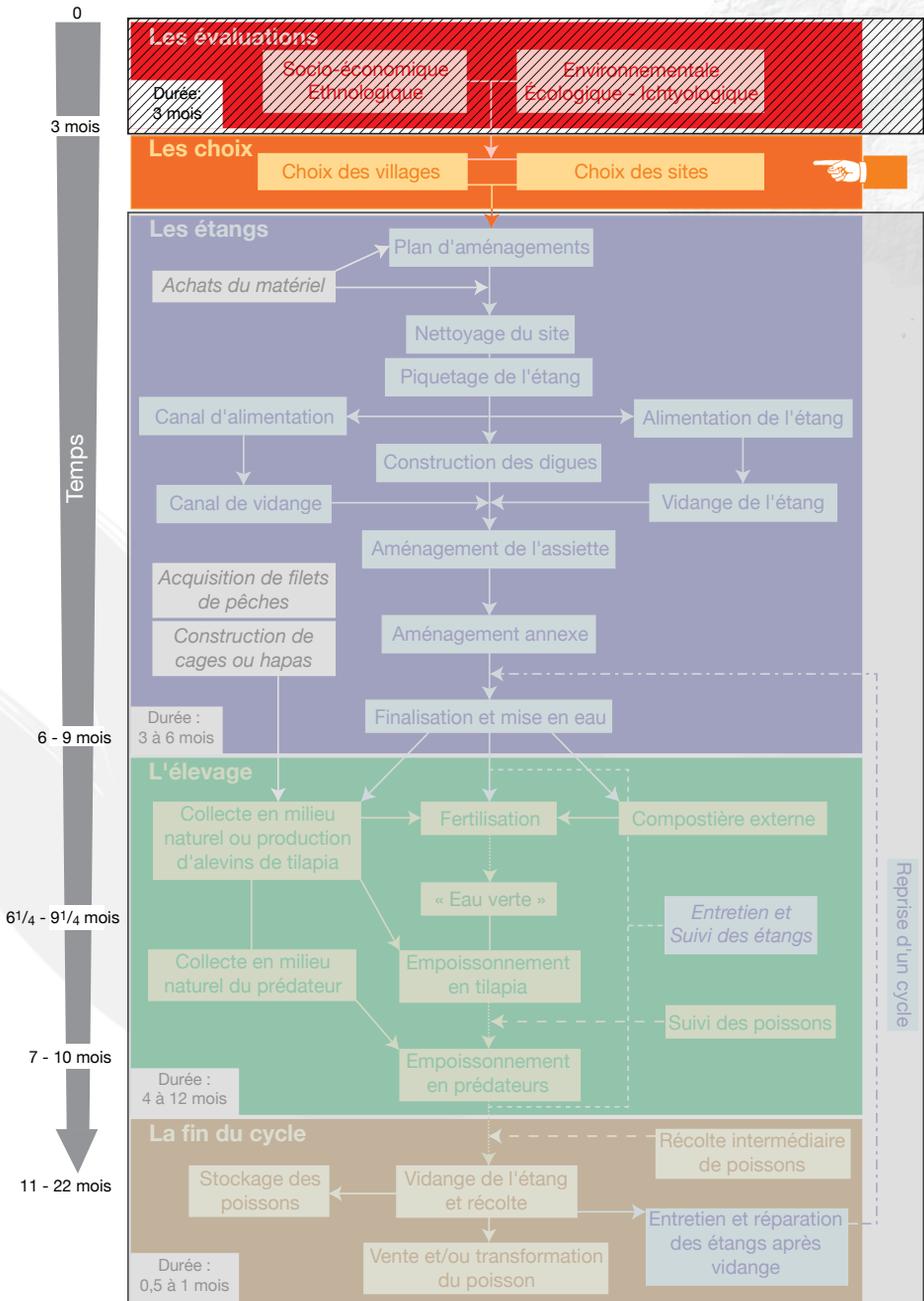


Figure 12. Mise en place d'étangs piscicoles : 2. Les choix.

groupes familiaux de personnes, ce qui permet d'éviter les problèmes interfamilles pour la gestion et la distribution des récoltes. Dans le cas où des associations pérennes existeraient, il sera également possible de travailler avec elles en fonction de leur motivation et de leur cohésion sociale.

Une fois que ce choix sera effectué, il s'agira de passer à la deuxième étape, c'est-à-dire la présence de sites favorables dans le village choisi.

⇒ **Le choix du village doit tenir compte de :**

- ⇒ **La vulnérabilité de la population,**
- ⇒ **La logistique,**
- ⇒ **La ressource en eau,**
- ⇒ **La motivation des villageois.**

II. LE CHOIX DES SITES

⇒ **C'est l'étape la plus importante pour un projet piscicole en étang.**

La conception et la réalisation des étangs doivent permettre la maîtrise la plus parfaite possible de l'eau. De plus, la qualité des ouvrages piscicoles détermine aussi la facilité avec laquelle le suivi, la récolte et le tri peuvent se faire. En d'autres termes, elles déterminent la faisabilité de la pisciculture. Il convient d'évaluer chaque site potentiel par une série d'études de reconnaissance rapide pour vérifier que les principales exigences sont respectées.

Dans ce chapitre et les suivants, la majeure partie des dessins et textes sont classiques et proviennent souvent de fascicules divers, principalement ceux de la FAO.

II.1. L'EAU

II.1.1. LA DISPONIBILITÉ EN EAU

Il faudra tenir compte des variations temporelles des zones humides intérieures, notamment les variations dans les régimes de flux de différents types d'écosystèmes d'eaux intérieures qui peuvent comprendre :

- ✓ Des systèmes **pérennes** qui connaissent des flux de surface toute l'année et ne s'assèchent pas durant les sécheresses ;
- ✓ Des systèmes **saisonniers** qui connaissent des flux prévisibles durant la saison humide annuelle, mais qui peuvent être secs durant plusieurs mois de l'année ;
- ✓ Des systèmes **épisodiques** (périodiques ou intermittents) qui connaissent des flux durant une période prolongée, mais qui ne sont ni prévisibles, ni saisonniers. Ces systèmes sont généralement alimentés aussi bien par les eaux de pluie que par l'eau souterraine. Parfois, les flux de surface peuvent se produire dans certains segments seulement et devenir souterrains dans les autres.
- ✓ Des systèmes **éphémères** (à vie courte) qui connaissent brièvement et rarement des flux et qui, entre deux, reviennent à des conditions sèches. Leur flux provient généralement des précipitations.

Une eau courante présente en permanence toute l'année (saison sèche et des pluies) facilite la gestion des étangs. On va donc rechercher les systèmes **pérennes**.

Cela permet d'avoir un renouvellement possible de l'eau de l'étang, même léger et, ainsi, avoir une bonne oxygénation et de pallier les pertes d'eau.

La quantité d'eau nécessaire dépendra de la dimension des étangs, du sol et du climat prévalant dans la localité.

■ L'EAU POUR LES BASSINS

Il est facile de calculer la quantité d'eau d'un bassin. C'est un simple calcul de volume :

$$\text{volume} = \text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{profondeur}$$

comme le montre la Figure 13, p. 46.

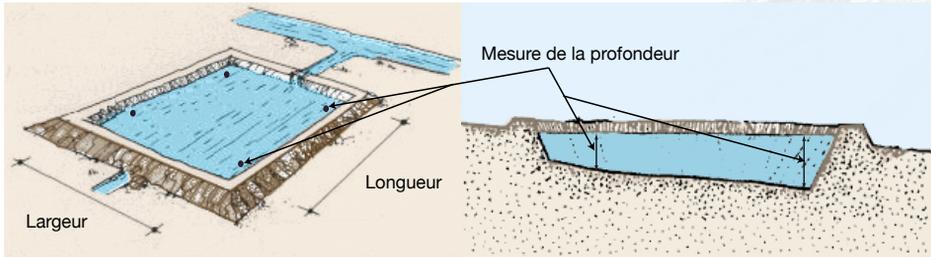


Figure 13. Volume d'un étang.

■ LES PERTES D'EAU

Outre une fuite à la vidange, les pertes d'eau peuvent survenir par infiltration dans le substrat et par évaporation.

➤ Évaporation

Cette composante dépend du vent et de l'humidité de l'air, de l'ensoleillement, c'est-à-dire du climat de la région. L'évaporation sera moins forte sous un ciel nuageux qu'ensoleillé (Figure 14 ci-dessous). En milieu équatorial, la perte d'eau due à l'évaporation par jour est de l'ordre de 2 à 5 mm de hauteur, qui peut être compensée par un ajout de 15 à 35 litres d'eau par minute et par ha d'étang. En zone intertropicale (25°N - 25°S), l'évaporation dépasse presque toujours 100 cm par an.

➤ Infiltration

Les pertes d'eau par infiltration se font par le fond de l'étang et par les digues. Si les digues sont bien construites, la perte principale se fera par le fond. Elle sera également limitée par le type de sol. En général, les pertes sont plus importantes lors du 1er remplissage d'un étang (Figure 15 ci-dessous).

■ LE DÉBIT DU COURS D'EAU

Pour en tirer le maximum de profit il faut que l'étang puisse être en production pendant toute l'année. Il faut donc une alimentation en eau pendant toute l'année. Il faut de l'eau pour remplir les

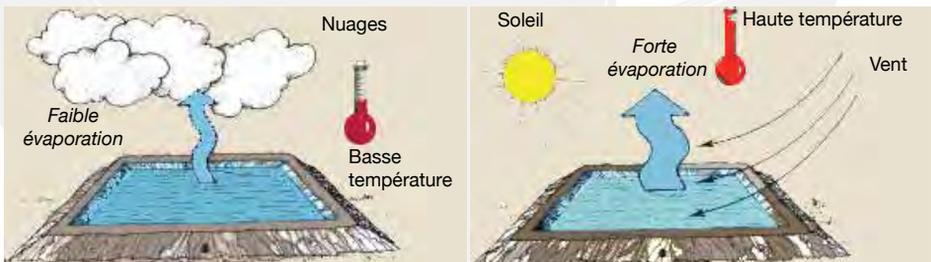


Figure 14. Perte d'eau par évaporation selon le temps.

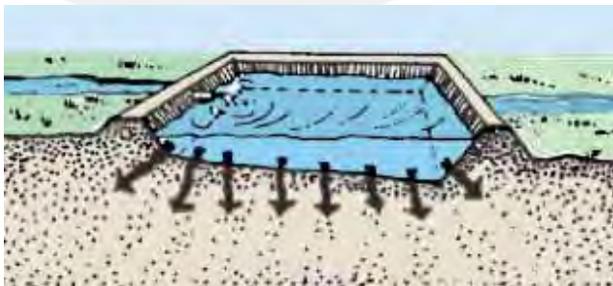


Figure 15. Perte d'eau par le sol.

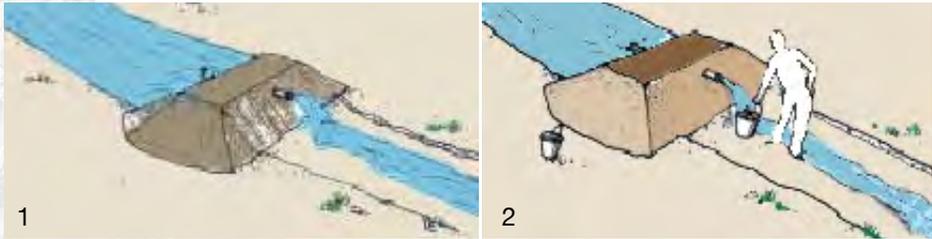


Figure 16. Mesure du débit pour de petits cours d'eau.

étangs et pour maintenir l'eau à niveau. On doit compenser les pertes d'eau par évaporation et par infiltration. C'est pendant la saison sèche quand il y a peu d'eau, que les pertes sont grandes. Pour maintenir sous eau une pisciculture d'un hectare, il faut **2 à 5 litres d'eau par seconde**. Ce débit d'eau est donc à contrôler pendant la **saison sèche**.

D'autre part, il faut aussi vérifier s'il n'y a pas de risques d'inondation. Les gens qui habitent sur place sont les mieux informés. Ils savent s'il y a de grandes crues et si l'eau coule toute l'année. On peut aussi vérifier les marques des niveaux d'eau sur les berges et les ponts. Il ne faut pas construire un étang où il y a des risques d'inondation, par exemple trop bas vers le bas de la pente. Non seulement on peut perdre tous les poissons, mais aussi les digues peuvent être emportées. On regardera également si les berges sont plantées, donc avec un écoulement d'eau plus faible que si tout a été défriché le long des berges.

Le débit d'un cours d'eau se mesure de plusieurs manières.

Pour de faibles débits, on aura juste besoin d'un chronomètre et d'un seau (Figure 16 ci-dessus). On canalise toute l'eau du cours pour remplir un seau de capacité connue et on mesure le taux de remplissage.

Pour de plus importants débits, dans le cas d'absence d'appareils de mesures adéquats, on procédera ainsi :

- (i) Déterminer la section transversale mouillée **S** en m² (Figure 17 ci-dessous) avec :

$$S = l \times p$$

Où **l** est la largeur et **p** la profondeur.

- (ii) Utiliser un chronomètre et un objet flottant à moitié pour estimer la vitesse **V** en m.s⁻¹ du courant en une zone régulière **AB** du cours (Figure 18 ci-dessous) :

$$V = AB / t$$

Où **t** est le temps mis par l'objet flottant pour parcourir AB.

- (iii) Le débit **D** en m³.s⁻¹ du cours d'eau est alors défini par :

$$D = V \times S$$

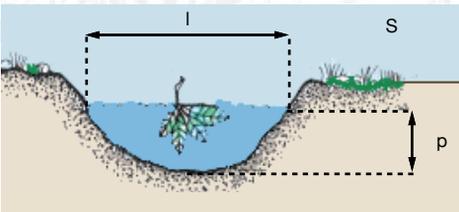


Figure 17. Mesure de la section de la rivière.

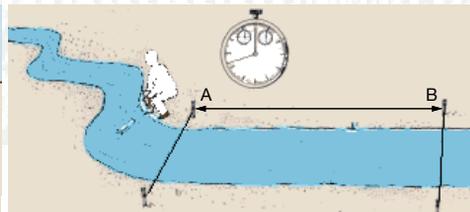


Figure 18. Mesure de la vitesse V du courant.



II.1.2. LA QUALITÉ DE L'EAU

On peut disposer de l'eau en quantité plus que requise, mais si ses caractéristiques physico-chimiques ne sont pas propices à l'élevage du poisson, la pisciculture ne pourra être mise en place. Une analyse de l'eau est donc un préalable conditionnant le choix du site. Plus simplement, l'observation des poissons dans un cours d'eau à l'état naturel, pendant un laps de temps assez long, peut constituer un indice de bonne qualité de l'eau pour la pisciculture (Figure 19 ci-dessous).

Une eau se caractérise d'une part par des paramètres physiques (température, densité, viscosité, couleur, turbidité, transparence), et d'autre part par des paramètres chimiques (pH, conductivité, alcalinité, dureté, oxygène dissous, phosphore, azote ammoniacal, nitrites, nitrates, gaz carbonique...).

De manière générale, l'analyse chimique de l'eau doit se faire de préférence en saison sèche. La forte évaporation de l'eau en cette saison permet la concentration des diverses composantes présentes, ce qui permet de déceler certains extrêmes.

Rapidement, quelques observations peuvent être faites sans instruments. L'eau ne doit pas avoir une mauvaise odeur, ni mauvais goût, ni une vilaine couleur ; elle ne doit pas être trop boueuse. Il faut éviter l'utilisation des eaux très turbides ou fortement chargées en particules en suspension (eau boueuse). Souvent, la turbidité de l'eau est causée par une vitesse trop rapide du cours d'eau sur un terrain fortement érodable. Cependant, on pourra utiliser des eaux chargées mais en mettant en place un bac de décantation en amont de l'étang.

Il faudra en outre tenir compte de la proximité d'usines, car certains rejets industriels peuvent contaminer une eau préalablement de bonne qualité et la rendre inutilisable pour la pisciculture. Il en est ainsi des effluents :

- ✓ D'usines de métallurgie, qui rejettent du plomb,
- ✓ D'usines d'électrolyse (fabrication de piles par exemple) qui rejettent du mercure,
- ✓ Des raffineries qui contiennent des composés phénolés,
- ✓ Des usines agro-alimentaires comme les brasseries qui peuvent rejeter des substances fertilisantes, et qui, à l'extrême, peuvent rendre les eaux eutrophes et peu propices à la pisciculture.

Ces effluents peuvent tuer les poissons ou s'accumuler dans leur chair, ce qui présente un risque potentiel pour les consommateurs.

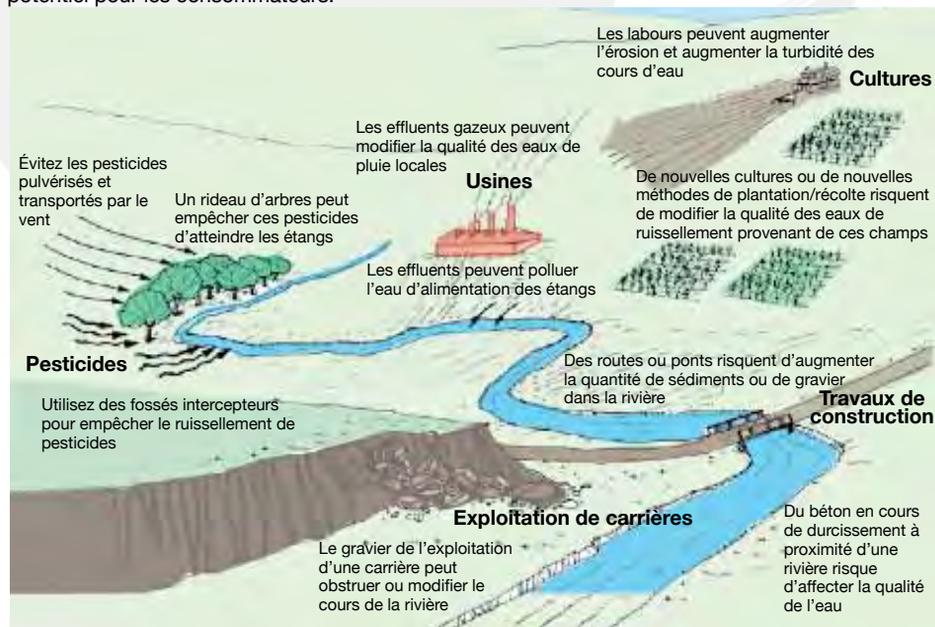


Figure 19. Exemples de facteurs pouvant jouer sur la qualité de l'eau.

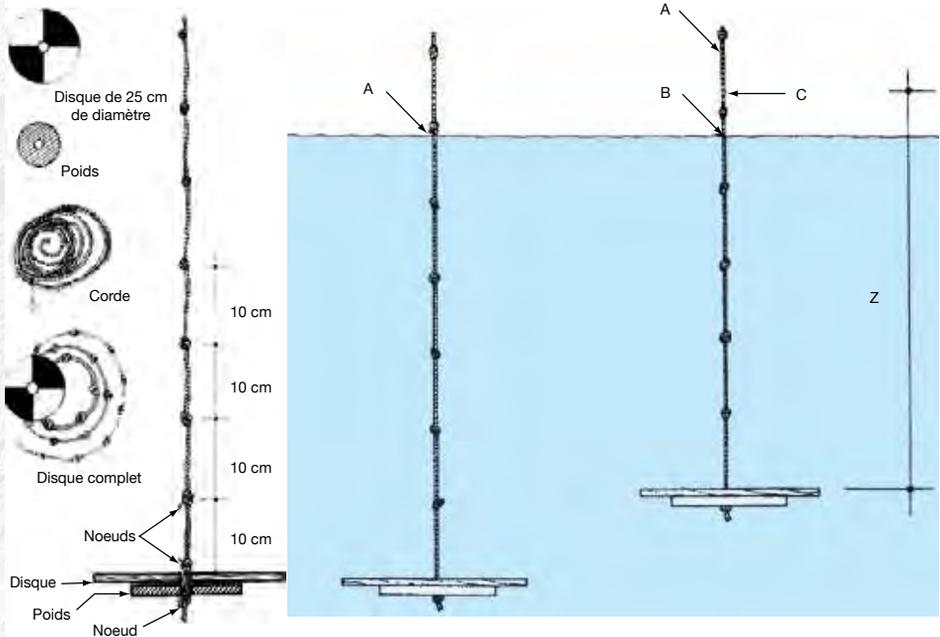


Figure 20. Disque de Secchi. À gauche : composition. À droite : mesure de la transparence : A = point où le disque disparaît à la descente ; B = point où le disque disparaît à la remontée ; C = point moyen entre A et B ; Z = distance.

Les paramètres usuellement mesurés sont les suivants :

- ⇒ Pour les caractéristiques physiques : couleur, transparence et température ;
- ⇒ Pour les caractéristiques chimiques : pH, taux d'oxygène dissous, dureté totale et carbonatée, et bien souvent, phosphore total, nitrates et nitrites.

Plusieurs types d'appareils sont utilisés pour la mesure de ces paramètres.

La transparence rend compte la richesse de l'eau en aliments naturels ou en particules en suspension. Elle se mesure à l'aide du disque de Secchi (Figure 20 ci-dessus). Si l'on ne dispose pas de ce matériel, il peut être bricolé en utilisant une perche, un morceau de papier en polyéthylène blanc et un mètre ruban. Le morceau de papier blanc est fixé à l'extrémité inférieure de la perche que l'on plonge verticalement dans l'eau. On mesure la profondeur où le papier blanc disparaît de la vue. On continue à l'immerger. Puis, on remonte et on note à nouveau la profondeur à laquelle on voit réapparaître le papier. La profondeur est évaluée par la moyenne des deux lectures.

La dureté totale traduit la quantité de sels solubles dans l'eau, particulièrement les ions calcium (Ca^{2+}) et magnésium (Mg^{2+}) importants dans la croissance du phytoplancton. Une eau est dure si sa concentration en sels est élevée, ou douce. Une eau piscicole est considérée comme bonne pour la pisciculture si elle a une dureté comprise entre 100 et 300 mg de carbonate de calcium (CaCO_3). La dureté d'eau traduit en fait sa capacité à pouvoir faire précipiter certains ions des sels alcalins, dont l'ion sodium (Na^+) de la soude (NaOH), utilisée dans la fabrication du savon. Ainsi, si l'on ne dispose pas de matériels de dosage, le test suivant peut être essayé : on se lave les mains avec du savon de ménage en utilisant un échantillon de l'eau à doser. Elle sera qualifiée de douce si elle mousse immédiatement et abondamment ; elle est dure si la mousse est difficile à venir, l'éventuelle mousse disparaissant peu de temps après son apparition. De plus, les traces de sels dissous restent visibles sur les bords d'un cours à eaux dures à l'étiage quand le niveau habituel des eaux a beaucoup baissé.

Le pH traduit la concentration de l'eau en ions Hydrogène (H^+), ou plus simplement donne une mesure de l'acidité ou de la basicité de l'eau. Ainsi, l'eau est neutre à $\text{pH} = 7$, acide si le pH est



inférieur à 7 et basique s'il est supérieur à 7. La plupart des poissons croissent assez bien dans la gamme de pH allant de 6,5 à 9,0.

Tous ces paramètres conditionnent directement le développement d'aliments naturels. Une eau est pour le poisson ce que le sol est pour la plante. Si elle est de bonne qualité ou améliorable, elle est propice pour la pisciculture.

II.2. LE SOL

Le sol est une composition d'organismes vivants, de matières organiques et minérales, d'eau et d'air. En fonction de leur texture, structure et consistance, il existe différents types de sols avec plus ou moins d'air et d'eau.

Les caractéristiques physiques du sol déterminent son imperméabilité de même que sa capacité à assurer la stabilité des digues des étangs, et ses caractéristiques chimiques influencent la richesse de l'eau. Elles comprennent la texture (composition granulométrique), la structure (arrangement des particules du sol non perturbé), le poids spécifique (concentration des particules), la porosité (proportion des vides ou espaces inter-particulaire du sol), la perméabilité (résistance relative du sol au passage d'un flux d'eau), la compressibilité (capacité de se déformer en diminuant de volume sous l'effet de la pression), la résistance au cisaillement (opposition relative du sol au glissement), la couleur... Les sols argileux sont souvent les meilleurs, compte tenu de leur capacité à retenir l'eau et leur haute résistance au cisaillement. Une terre bonne pour la construction de parpaings en briques de terre est en principe bonne pour la construction des étangs. La zone des sols argilo-sableux, limono-silto-argileux, limono-argileux, limono-sablo-argileux et argilo-silteux est la plus souhaitable. Les sols très sableux ne retiennent pas l'eau, tandis que les sols purement argileux sont difficiles à terrasser, et surtout forment des digues peu stables. Un sol qui contient trop de sable ou de gravier ne retiendra pas l'eau (Figure 21 ci-dessous).

La couleur du sol permet d'avoir une indication sur le drainage du sol et sa composition. Cependant, les marbrures peuvent apparaître pour d'autres raisons (Tableau VI ci-dessous). Si les marbrures sont de couleurs brillantes, ce n'est pas un problème de drainage. Si les marbrures sont mates, habituellement gris, c'est un signe de problème de drainage pour une bonne partie de l'année. Un jaune clair abondant avec un pH acide caractérise un sol sulphatique.

La texture indique le contenu relatif de particules de taille différentes comme le sable, la vase ou l'argile. Elle permet d'estimer la facilité du travail à effectuer, la perméabilité...

Pour la construction des étangs, les sols intéressants sont les sols argilo-sableux car ils retiennent facilement l'eau. L'argile pure, la latérite, l'humus noir et la tourbe ne sont pas de bons sols pour la construction des digues. L'humus noir, la tourbe et les sols sableux sont trop poreux sauf si on place un noyau d'argile pour éviter les fuites. L'argile pure, une fois sèche, peut se craqueler. Les sols en latérites sont trop durs.

Il existe des tests simples pour connaître rapidement la texture du sol.

Tableau VI. Couleur du sol et conditions de drainage du sol.

Couleur	Condition de drainage
Couleurs chaudes, marron, rouge et orange	Bon drainage
Jaune clair, gris clair et foncé avec des marbrure orange et/ou grises	Drainage pauvre en saison. La nappe est entre 25 et 120 cm de profondeur
Gris clair et foncé, tendant vers le bleu ou jaune-brun clair avec des marbrures oranges, brunes ou grises	Sol marécageux. La nappe est à moins de 25 cm de profondeur



Figure 21. Imperméabilité des sols argileux et sableux.

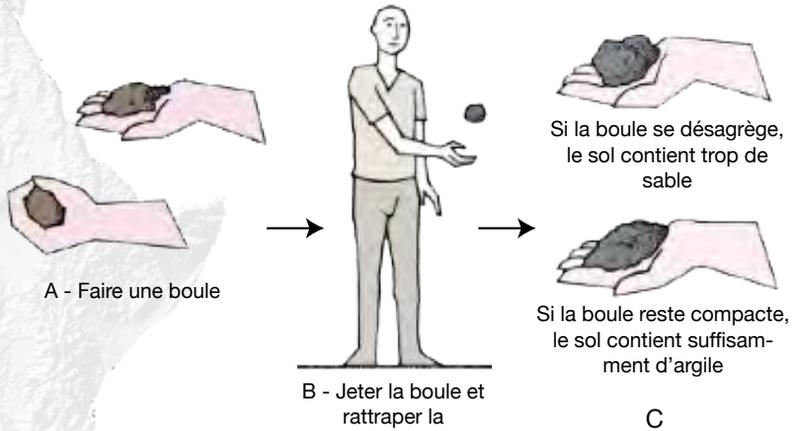


Figure 22. Test de la balle (1).

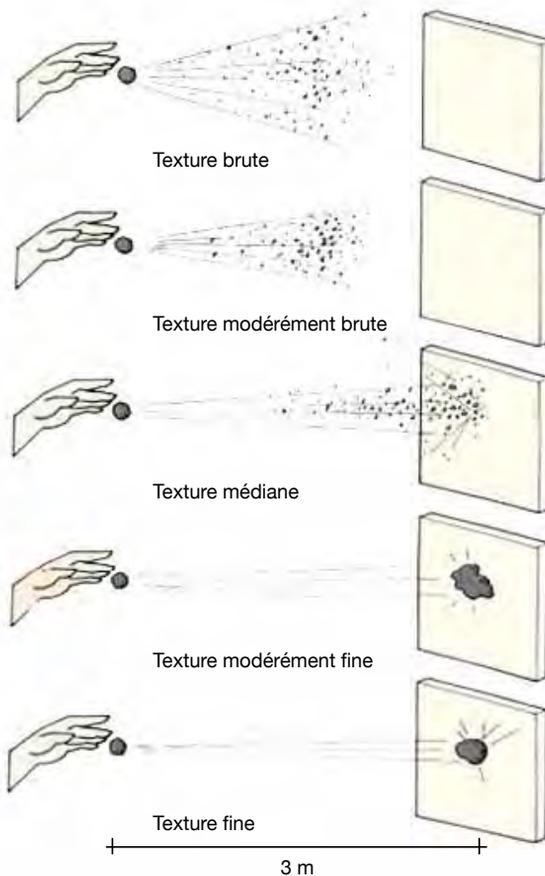


Figure 23. Test de la balle (2).



A - Creusement du trou le matin



B - Remplissage jusqu'à ras bord



C - Regarder plus tard la quantité d'eau restant dans le trou



D - Remplissage à nouveau du trou



E - Recouvrement du trou



F - Résultat du test le lendemain matin

Figure 24. Test de perméabilité du sol.

Un premier test consiste à prendre une poignée de terre à la surface et de la comprimer dans la main pour en faire une boule (Figure 22, p. 51) (A). Jetez la boule en l'air et rattrapez-la (B). La boule se désintègrera si le sol contient trop de sable ou de gravier (C). Si au contraire elle demeure compacte (D), le sol peut être bon pour un étang, mais, pour en être sûr, on devra faire un autre essai.

Un autre test, proche du premier, peut être effectué (Figure 23, p. 51). Prendre une quantité de sol dans la main, la pétrir, faire du mortier et en fabriquer une boule. Lancer la boule sur un mur vertical situé à 3 m environ de l'opérateur. Si la boule adhère au mur, la terre est considérée comme bonne pour les digues d'étangs. Elle est d'autant plus indiquée que le degré d'aplatissement de la boule adhérente est faible. Si la boule n'adhère pas, mais se disloque et tombe, la terre sera jugée de mauvaise qualité et donc non recommandable pour la construction d'étangs.

Un test plus concluant peut être effectué. Un matin, il s'agit de creuser un trou assez profond où on pourra tenir jusqu'à la taille (A). Puis, on le remplit d'eau jusqu'au bord (B). Le soir, une certaine quantité d'eau sera infiltrée dans le sol (C). On remplit à nouveau le trou jusqu'au bord (D). On recouvre le trou avec des planches ou des branchages (E). Enfin, le lendemain matin, si la plus grande partie de l'eau est encore dans le trou, c'est que le sol retient suffisamment l'eau pour y creuser un étang (F) (Figure 24 ci-dessus).

Quelles que soient les autres conditions, il est indispensable que la nature du sol permette d'avoir une réserve d'eau permanente. Il doit donc être suffisamment chargé en argiles pour obtenir une imperméabilité d'autant plus grande que les apports d'eau seront irréguliers ou faibles. L'objectif est de ne devoir compenser que l'évaporation. Le fait d'avoir à sa disposition une topographie propice et un sol superficiel sableux n'est cependant pas néfaste tant qu'une source d'argile est disponible à proximité ou dans le sous-sol proche de la surface. En effet, même de très grands barrages hydroélectriques voient leurs digues construites sur le principe du « Masque d'argile » recouvrant de la terre « Tout venant ». Un terrain sablonneux ou humifère est donc rendu étanche par apport d'une

couche superficielle d'argile de 30 cm d'épaisseur. Un terrain rocheux est souvent difficile à travailler sans moyens mécaniques, et est parfois parcouru de fissures qu'il faut colmater par de l'argile.

Les caractéristiques chimiques du sol ont trait à la concentration en colloïdes, au degré de saturation en bases échangeables, à la capacité d'échange cationique ou anionique, à la capacité de rendre disponibles divers éléments minéraux... Le sol doit ainsi contenir un certain nombre d'éléments minéraux échangeables. Ceci est possible si le sol contient une certaine proportion de matières organiques. La richesse naturelle de l'eau est généralement liée à la richesse du sol qui la porte. Les sols acides sont à éviter, car cette acidité peut être transmise à l'eau et porter préjudice à la croissance des poissons. Il sera nécessaire dans ce dernier cas d'investir très lourdement dans l'apport de chaux vive afin de relever le pH de l'eau en vue de son utilisation piscicole.

La composition chimique de l'eau des étangs dépend essentiellement des caractères chimiques des terrains qu'elle traverse et de la végétation qui les recouvre. En général les eaux de savane sont plus riches et moins acides que les eaux qui sortent de la forêt, mais les risques de pollution par les sédiments sont plus grands (ravinement, érosion en nappe). Plus les terrains traversés sont riches en sels minéraux et plus l'eau est alors dotée d'une forte productivité naturelle, grâce à la prolifération du phytoplancton et de certains végétaux supérieurs.

II.3. LA TOPOGRAPHIE

Une construction viable d'étang n'est possible que si la topographie du terrain le permet. Un des principes généraux est de minimiser les coûts. Pour cela, il est bon que l'alimentation des étangs se

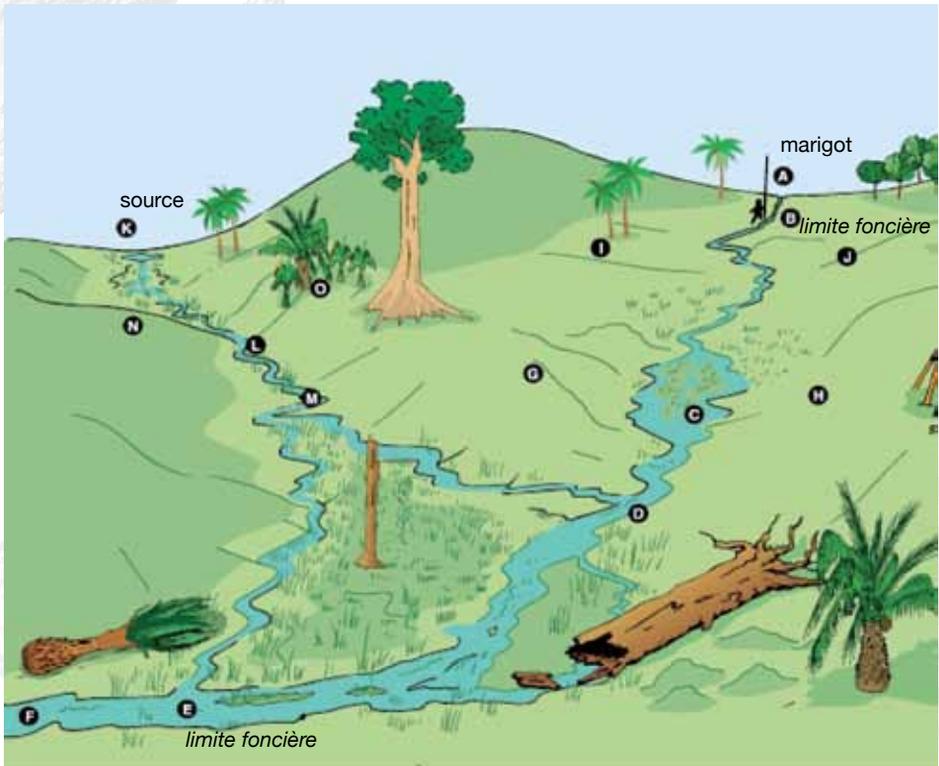


Figure 25. Repérage des alimentations en eau possibles (A, K), des vidanges envisageables (C, D, L, M, E, F), des différentes vallées (niveau de M par rapport à D), comparaison des diverses places propices à l'installation d'étangs (IG, GH, ON), vision d'ensemble du bas-fonds (CIRAD).



Tableau VII. Caractéristiques topographiques pour les étangs.

Pente en long	Pente en coupe	Étang	Coût
Forte	Forte	Aucun	Trop élevé
Forte	Faible	Dérivation	Raisonné
Faible	Forte	Barrage	Raisonné
Faible	Faible	Excavation	Élevé

fasse par gravité, de même que la vidange. En outre, les digues doivent pouvoir être construites sans grand déplacement de terre. La topographie a trait, nous l'avons dit, aux formes et aux dénivelés du terrain considéré. On parlera ainsi d'un terrain plat ou d'un terrain accidenté, d'une vallée étroite et encaissée ou large... La topographie va déterminer la possibilité à construire des étangs, leur superficie et leur nombre (Tableau VII ci-dessus).

Une fois qu'une zone est choisie, en fonction de l'eau et du sol, il faudra vérifier différents paramètres topographiques pour confirmer la potentialité d'installation. Il faudra mesurer la zone, la pente, l'élévation et la distance en fonction de la source d'eau, le meilleur moyen pour alimenter les bassins, le moyen le plus simple pour le drainage. On pourra donc également mieux appréhender les endroits pour installer le(s) étang(s) (Figure 25, p. 53). Le choix du site pour la construction d'étangs en terrains accidentés devra se faire en ayant à l'esprit l'opportunité du fait que les déblais ultérieurs pourront s'équilibrer approximativement avec les remblais.

En outre, les dénivelés de terrain devraient pouvoir être valorisés dans l'alimentation et la vidange gravitaire en eau des étangs. L'alimentation de l'eau par gravité simplifie largement la mise en place des étangs en fonction de la topographie. La source d'eau doit être située plus haut que l'étang de façon que l'eau puisse s'écouler d'elle-même dans ce dernier (Figure 26 ci-dessous).

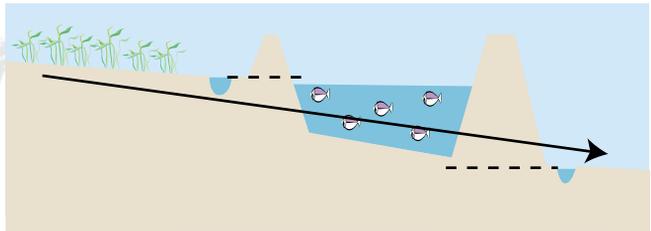
Une pente douce permettra un bon écoulement de l'eau. Cette pente doit avoir entre 1 et 3 % (c'est-à-dire une différence à l'horizontale de 3 cm pour une longueur de 100 cm). Si la pente est trop forte, on va avoir une dévalaison des eaux trop importante. Si elle est trop faible, un barrage sera nécessaire pour stocker l'eau, ce qui va entraîner des travaux supplémentaires parfois lourds. Sans pente, il n'y a pas d'écoulement d'eau, ce qui ne permettra pas de vidange de l'étang (Figure 27 et Figure 28, p. 55).



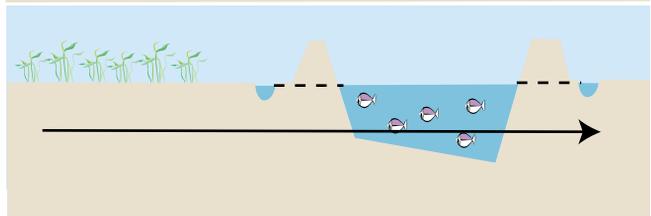
Figure 26. Alimentation d'eau par gravité.

Calculer une pente est assez simple et demande peu de matériels (Photo A, p. 56, Figure 29 et Figure 30, p. 57). On l'exprime en pourcentage. On place un piquet en haut et un piquet en bas de la pente. On tend une corde horizontalement entre les deux piquets à l'aide d'un niveau de maçon. En absence de niveau, une bouteille remplie d'eau peut faire l'affaire. Ce dispositif est particulièrement pratique, puisqu'il permet de procéder rapidement, même sur un terrain herbeux inégal, et avec une précision suffisante (l'erreur maximale est inférieure à 6 cm par 20 m de distance). Il exige une équipe

A. Faible pente (1 à 3%)
Favorable



B. Pas de pente
Comment vider l'étang ?
Non Favorable



C. Forte pente
Non Favorable

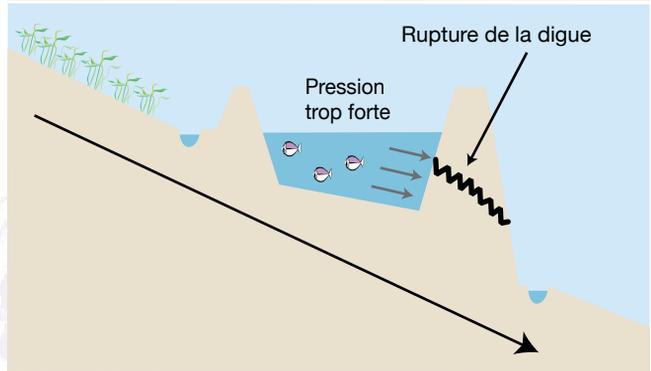


Figure 27. Type de pente et contraintes.

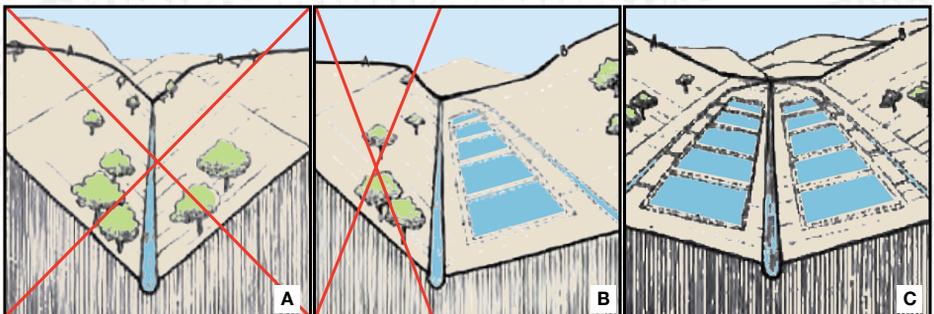


Figure 28. Pente de colline. A : Trop forte ; B : Forte d'un côté, favorable de l'autre ; C : Les deux pentes sont favorables.



de trois personnes. Un observateur installe un piquet au point de départ A dont l'emplacement est marqué et maintient la corde sur la graduation correspondant à h . L'observateur en B maintient également la corde contre la même graduation, puis déplace la corde sur le deuxième piquet vers le haut ou vers le bas de la pente, jusqu'à ce que la personne placée au centre indique que le niveau de maçon est à l'horizontale avec les cordes bien tendues. Si on ne dispose pas de niveau à maçon, une bouteille d'eau peut suffire. On a alors H . Il suffit alors de mesurer la différence $H-h$. La pente P en % sera alors :

$$P = (H-h) \times 100 / D$$

Avec D = distance entre A et B.

II.4. LES AUTRES PARAMÈTRES

II.4.1. L'ACCESSIBILITÉ DU TERRAIN

Un bon pisciculteur va tous les jours contrôler son étang. Il passe une fois par jour pour surveiller, pour donner à manger à ses poissons. Chaque semaine il recharge le composts, il coupe les herbes sur les digues... Il faut donc que l'étang ne soit pas trop loin de la case du pisciculteur et qu'il n'y ait pas de barrières infranchissables entre l'étang et la maison (rivière en saison de pluie, par exemple). Il est d'ailleurs conseillé d'habiter le plus près possible de son étang pour le surveiller contre les voleurs (Figure 31, p. 58).

II.4.2. LA POSSIBILITÉ DE CONSTRUIRE À MOINDRE COÛT

On a déjà vu qu'on ne va pas construire un étang là où la pente est très forte parce que la digue en aval devrait être très grande et donc coûteuse pour un étang de superficie réduite. Pour chaque travail, on compare l'effort nécessaire avec le bénéfice qu'on peut en tirer.

Si on a le choix, on va donc préférer un terrain découvert à un terrain plein de troncs d'arbres qu'il faut enlever avec toutes les racines. On va aussi choisir un terrain sans rochers ou gros cailloux.

II.4.3. LE FONCIER

Il s'agit de connaître l'appartenance du terrain sur lequel va être implanté la future série d'étangs. On va devoir faire de la prospection. Une des solutions est de demander aux villageois de voir par eux-mêmes quels sont les sites de proximité. Puis, d'évaluer les différents sites selon les critères ci-dessus.

En marge des étangs, la maintenance ou la plantation des arbres et d'autres espèces végétales permettra en terrain très accidenté non seulement de protéger les sols contre l'érosion, mais aussi d'envisager l'exploitation du terrain de manière rentable en considérant par anticipation



Photo A. Mesure d'une pente (RDC) [© Y. Fermon].

les différentes composantes d'une pisciculture intégrée avec les autres spéculations du monde rural (herbes pour bovins, fruits comme aliments ou fertilisants dans les étangs, zones vraiment gorgées d'eau pour des cultures comme le riz,). L'assainissement et le drainage de l'eau dans la plupart des zones marécageuses étant difficiles, ces dernières devront être choisies pour la construction d'étangs piscicoles en ayant bien à l'esprit cette contrainte susceptible de grever les coûts d'exploitation dans le futur.

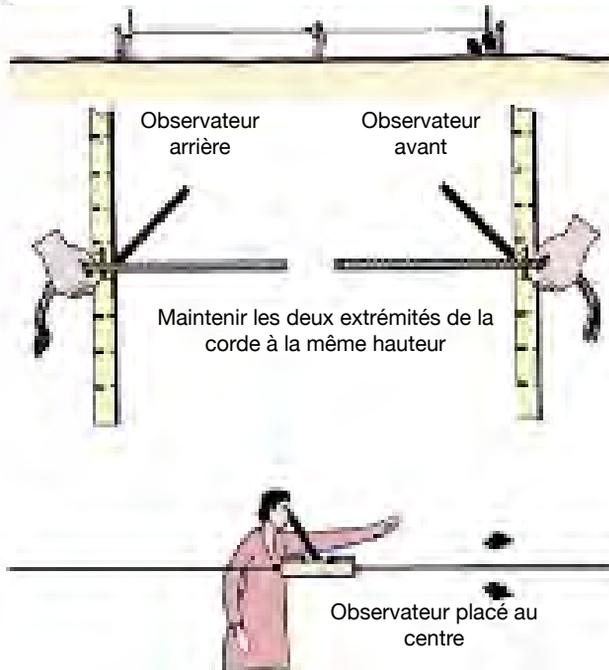


Figure 29. Mesure d'une pente : dispositif.

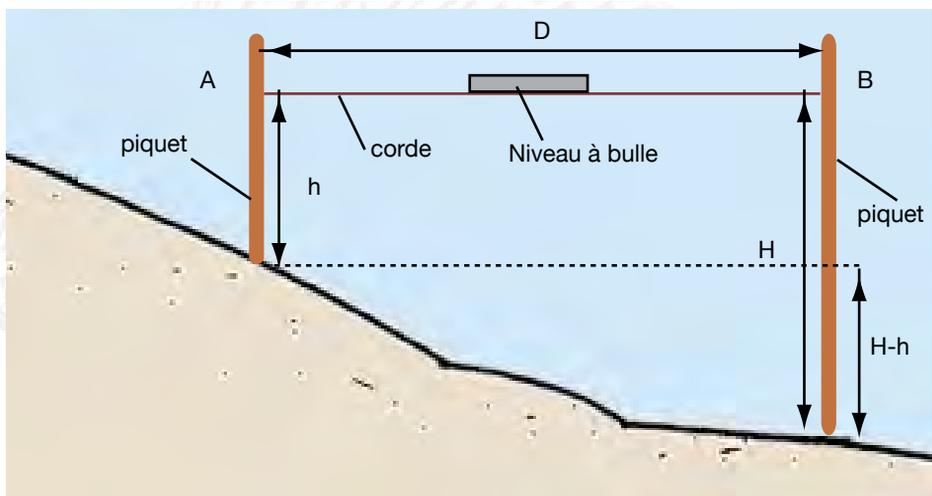


Figure 30. Mesure d'une pente : calcul.

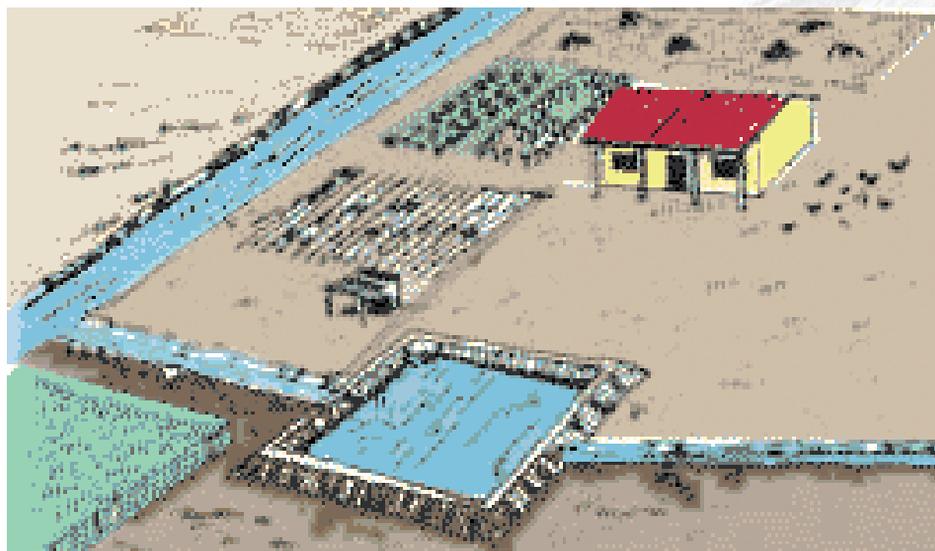


Figure 31. Exemple de position d'un étang par rapport à l'habitation.

- ⇨ Le choix du site doit tenir compte de :
- ⇨ L'eau : quantité et qualité ;
- ⇨ Le sol : imperméable ;
- ⇨ La topographie : pente douce et zone d'affleurement des sources.

Chapitre 06

LES CARACTÉRISTIQUES DES ÉTANGS

Une fois le choix des villages puis des sites d'installation des étangs effectué, il s'agit maintenant de mettre en place les étangs (Figure 32, p. 60).

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

I. DESCRIPTION

Un étang piscicole est une pièce d'eau peu profonde, utilisée pour l'élevage contrôlé du poisson. Il est aménagé de façon à être aisément, complètement vidangeable.

Il se compose de (Figure 33 et Figure 34, p. 61) :

- ✓ L'**assiette** qui est le fond de l'étang.
- ✓ Les **digues** qui entourent l'étang et en sont les murs permettant de contenir l'eau. De ce fait, elles doivent être solides pour résister à la pression et imperméables.
- ✓ La **prise d'eau** qui est l'ouvrage permettant de capter une quantité d'eau pour alimenter l'étang.
- ✓ L'**émissaire** qui est une rivière ou un canal qui permet l'évacuation de l'eau de l'étang.
- ✓ Les **canaux**, qui amènent ou évacuent l'eau de l'étang :
 - Le **canal d'alimentation** ou **d'arrivée d'eau** qui permet d'acheminer l'eau de la source de captage vers l'étang.
 - Le **canal de vidange** ou **d'évacuation** qui est l'ouvrage permettant l'évacuation de l'eau vers l'émissaire.
- ✓ Les **dispositifs de régulation**, qui contrôlent le niveau de l'eau ou son débit à travers l'étang, ou bien les deux :
 - L'**entrée d'eau** qui est le dispositif conçu pour régler le débit d'eau vers l'étang et qui protège l'eau des inondations.
 - La **sortie d'eau**, de préférence par un moine qui permet le contrôle du niveau de l'eau et son évacuation de l'étang.
- ✓ Le **déversoir** ou **trop-plein** qui permet l'évacuation de l'excès d'eau de l'étang et en assure ainsi la sécurité.
- ✓ Les **filtres**, le cas échéant, qui permettent d'empêcher des animaux et particules de rentrer et de sortir de l'étang.
- ✓ La **clôture** qui entoure l'étang et évite les visiteurs indésirables.
- ✓ D'autres **structures de protection** contre des oiseaux ichthyophages, si nécessaire.
- ✓ Les **chemins** et **voies de desserte**, qui longent l'étang et permettent d'y accéder.

II. LES TYPES D'ÉTANGS

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

On peut classer les étangs selon :

- ⇒ L'alimentation en eau.
- ⇒ Les moyens de drainage.
- ⇒ Les matériaux de constructions.
- ⇒ Le type d'utilisation de l'étang.

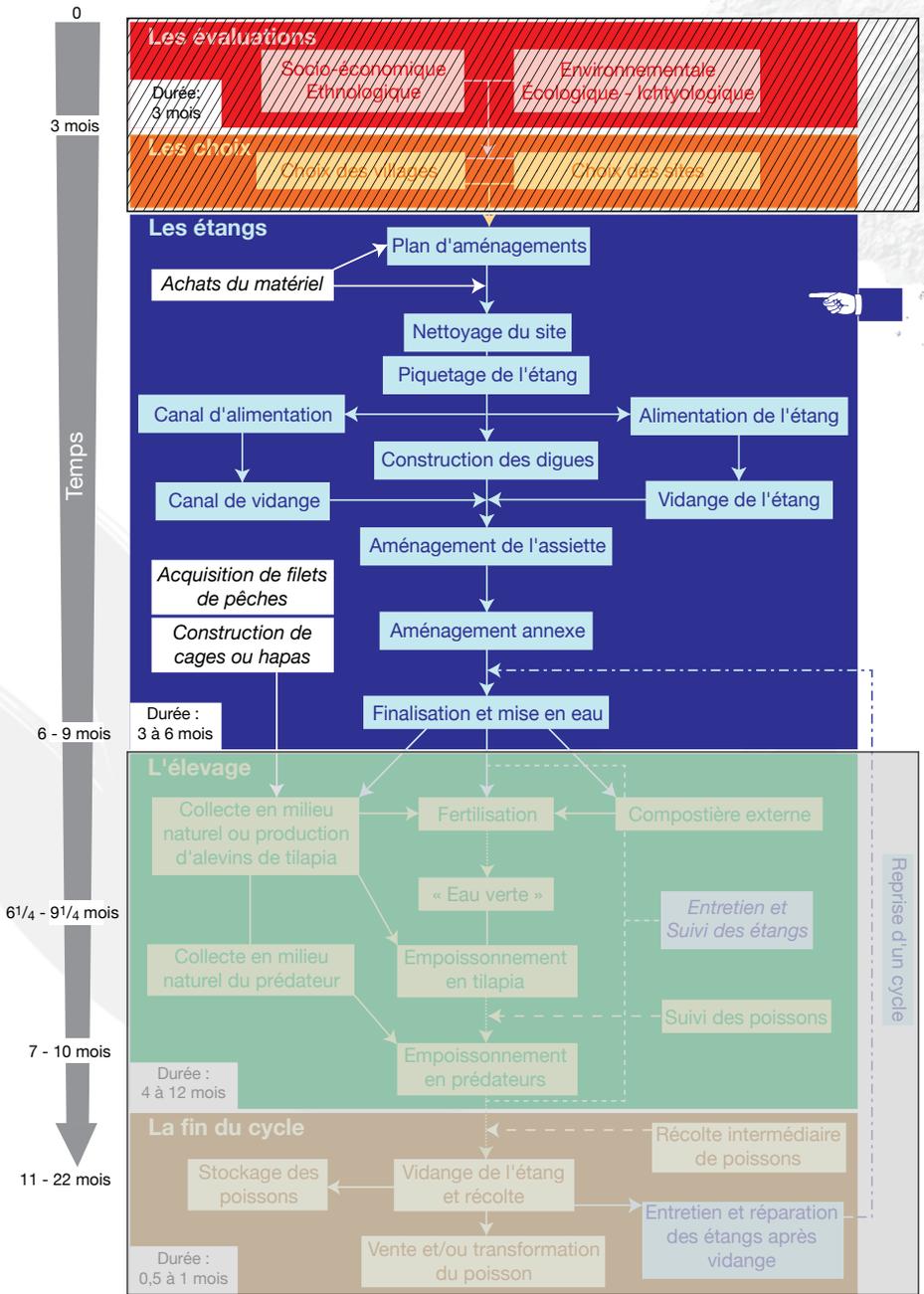


Figure 32. Mise en place d'étangs piscicoles : 3. Les étangs.

En ce qui concerne l'utilisation de l'étang, il est certain que le même étang peut servir à différentes utilisations selon les moments et l'évolution de la structure mise en place.

On trouvera :

- ✓ Les étangs à **reproducteurs** pour l'élevage des poissons géniteurs ;
- ✓ Les étangs de **frayères** pour la production d'œufs et de jeunes alevins, et d'**alevinage** pour la production d'alevins de plus grandes tailles ;
- ✓ Les étangs de **stockage** (ou de **stabulation**) pour conserver le poisson vivant temporairement, souvent avant de le vendre ;
- ✓ Les étangs de **grossissement** pour la production de poisson de consommation ;
- ✓ Les étangs **intégrés** situés à proximité de cultures, d'animaux d'élevage ou d'autres étangs piscicoles dont les déchets sont susceptibles de servir de produits d'alimentation ou de fertilisation.

Dans le cas présent, ne seront considérés que les étangs utilisables pour la pisciculture de subsistance et qui sont les étangs les plus viables. La particularité principale sera qu'ils soient entièrement **vidangeables avec de l'eau courante disponible toute l'année**. Nous ne tiendrons pas compte, de ce fait, des étangs collinaires alimentés par les eaux de pluies ou de ruissellement et les étangs de résurgence alimentés par des eaux de la nappe phréatique.

On va donc axer le travail sur deux types d'étangs, alimentés par un cours d'eau :

- ✓ Les étangs de **barrages**.
- ✓ Les étangs de **dérivation**.

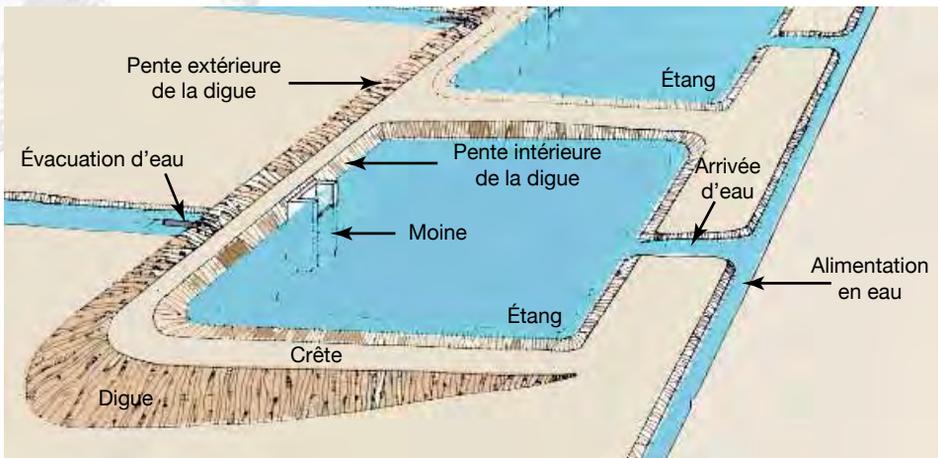


Figure 33. Les principaux éléments d'un étang.

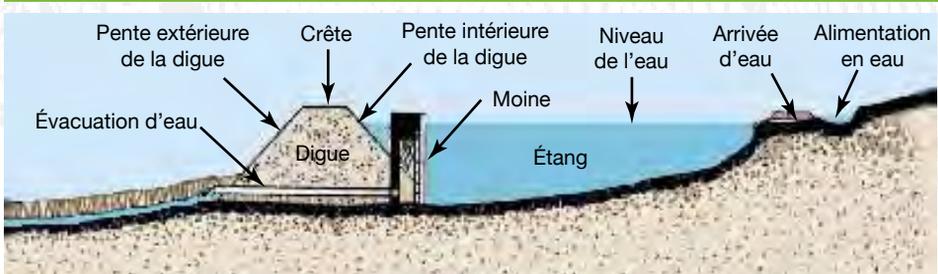


Figure 34. Coupe transversale d'un étang.



II.1. LES ÉTANGS DE BARRAGE

Les étangs de barrage sont des étangs au travers desquels passe la totalité de l'eau provenant de la source (Figure 35, p. 64).

Quand on a une petite rivière encaissée, on peut barrer le passage d'eau de façon que la masse d'eau retenue par le barrage forme un étang. Devant le barrage, on installe un moine pour vidanger l'étang. Un ou plusieurs déversoirs sont à prévoir pour évacuer le trop plein d'eau en cas de crue ou de fortes pluies. Les déversoirs doivent être en mesure d'évacuer même les plus fortes crues, sinon tout le barrage risque d'être emporté. Le point le plus important avant de commencer la construction d'un étang de barrage est de connaître le niveau maximum et le débit maximum de la rivière pendant la saison humide après une forte pluie. Sur les grands cours d'eau qui grossissent fort en saison de pluie, il est préférable de faire des étangs en dérivation plutôt que des étangs de barrage. En plus de ce manque de contrôle sur le débit d'eau qui entre dans l'étang, on ne peut pas non plus empêcher les poissons qui vivent en amont du cours d'eau d'entrer dans le bassin. On ne peut non plus mettre des grillages devant les déversoirs pour éviter que les poissons s'échappent quand le déversoir fonctionne. Le grillage risque de se boucher avec des feuilles, branches et de la boue en suspension dans l'eau. L'eau va monter et risque de casser la digue.

On ne peut pas contrôler correctement la quantité d'eau qui traverse le bassin : il y a donc beaucoup de risques d'inondation (perte de poissons, de fertilisants et d'aliments quand le débit du cours d'eau est important).

II.2. LES ÉTANGS DE DÉRIVATION

Contrairement aux étangs de barrage, qui retiennent toute l'eau de la source d'eau, les étangs de dérivation n'utilisent qu'une partie de l'eau (Figure 36, p. 65). Ce sont donc des étangs au travers desquels passe une partie de l'eau provenant de la source et non la totalité. L'entrée et la sortie d'eau dans l'étang sont contrôlées.

On va donc dévier une partie du cours d'eau dans un canal d'alimentation qui apportera l'eau aux bassins. La prise d'eau sur le cours d'eau se construit d'habitude devant un petit barrage de dérivation. Ce barrage assure un niveau d'eau constant dans le canal d'alimentation. Tout le surplus d'eau dont on n'a pas besoin passe par le déversoir du barrage. Les bassins alimentés par un canal en dérivation peuvent être construits en parallèle ou en série.

Les étangs en dérivation de type contour sont construits sur les pentes d'une vallée et sont composés essentiellement par trois digues. Ces étangs sont en général peu coûteux, sans risque d'inondation et bien vidangeables.

II.3. COMPARAISON

Il importe de se souvenir des points suivants :

- ⇒ Un meilleur contrôle de l'alimentation en eau a pour effet de faciliter la gestion de l'étang, notamment pour la fertilisation de l'eau et l'alimentation du poisson.
- ⇒ Un meilleur drainage a également pour effet de faciliter la gestion de l'étang, par exemple au moment de la récolte totale des poissons élevés et lors de la préparation et de l'assèchement du fond de l'étang.
- ⇒ Une forme régulière et des dimensions correctes permettent de mieux utiliser un étang à des fins particulières et simplifient sa gestion.
- ⇒ Le choix d'un type donné d'étang dépend beaucoup du type d'alimentation en eau disponible et de la topographie du site choisi.

Pratiquement, malgré un coût plus élevé, la gestion intégrée de plus en plus intensive de la production de poissons, sera meilleure avec des étangs de dérivation (Tableau VIII, p. 63). En outre, il ne sera pas possible d'étendre le nombre d'étangs avec un barrage. Ceci est important car cela évite de bloquer de l'eau de rivières qui est aussi utilisée par les villages situés en aval. Cela peut permettre d'éviter des conflits parfois violents.

⇒ **Les étangs en dérivation alimentés en eau par gravité sont les plus adéquats dans l'approche proposée ici.**

Tableau VIII. Avantages et inconvénients des étangs de barrage et de dérivation.

Type	Avantages	Inconvénients
Étang de barrage*	<ul style="list-style-type: none"> • Simplicité de conception dans le cas de petits cours d'eau. • Coûts de construction relativement faibles, sauf en présence de problèmes de protection contre les inondations. • La productivité naturelle peut être élevée suivant la qualité de l'eau d'alimentation. 	<ul style="list-style-type: none"> • La digue doit être solidement ancrée à cause des dangers de rupture en cas de crue. • Il faut prévoir un déversoir et son canal d'évacuation qui peuvent être coûteux. • Pas de contrôle à l'arrivée d'eau (quantité, qualité, poissons sauvages). • Impossible à vidanger entièrement, sauf en cas d'assèchement complet de la source d'alimentation en eau. • Gestion de l'étang difficile (fertilisation, alimentation) à cause de l'irrégularité de l'approvisionnement en eau. • Forme et dimensions irrégulières. • Problèmes sociologiques possibles en raison de la rétention d'eau vis-à-vis des populations en aval.
Étang de dérivation**	<ul style="list-style-type: none"> • Facilité de régulation de l'approvisionnement en eau. • Possibilité d'une bonne gestion de l'étang. • Coûts de construction plus élevés sur terrain plat. • Vidange totale possible. • Réalisation possible d'étangs de formes et de dimensions régulières. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coûts de construction plus élevés par comparaison aux étangs de barrage. • Productivité naturelle plus faible, surtout lorsque l'étang est construit sur un sol non fertile. • Les travaux de construction exigent au préalable des levés topographiques soigneux et un piquetage détaillé.

* Lorsque l'étang de barrage est construit avec un canal de dérivation, certains des inconvénients qui lui sont propres peuvent disparaître (alimentation en eau contrôlée, absence de déversoir, vidange totale, gestion facilitée). Toutefois, les coûts de construction risquent d'être considérablement augmentés, s'il faut prévoir la dérivation d'un débit d'eau important.

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

III. LES CARACTÉRISTIQUES

III.1. LES CRITÈRES GÉNÉRAUX

Selon les besoins, on va pouvoir faire construire soit une série d'étangs avec une gestion en décalé avec ensemencement décalé, ce qui permet des récoltes mensuelles, soit des récoltes régulières durant l'année.

Toujours dans le but de limiter la quantité de travail et les coûts d'une part, et d'optimiser la disponibilité en eau d'autre part, il faudra disposer les bassins en fonction de la topographie. La mise en valeur d'un site aménageable est par conséquent un exercice complexe.

Un positionnement en terrasses permet d'aménager une surface beaucoup plus importante d'étangs et de mieux garder l'eau (Figure 37, p. 66). En cherchant à positionner les digues-aval en travers de l'écoulement des nappes dans le sous-sol, on augmente par stockage les disponibilités en eau du site.

Une conception d'ensemble d'un site est indispensable pour utiliser au mieux la surface, le dénivelé entre l'alimentation et la vidange et les disponibilités en eau. Une disposition des étangs au fil de l'eau ne maximise pas la surface aménageable (B) : la surface en vert n'est pas utilisée. Cet écoulement s'effectue parallèlement au cours d'eau. Par contre, dans le schéma (C), l'eau est bloquée dans son écoulement perpendiculaire au court d'eau puisque les étangs sont tous au même niveau. Davantage d'eau sera alors stockée dans le sous-sol au-dessus des plans d'étangs. Elle sera disponible pour remplir à nouveau les étangs ou pour limiter les pertes durant la saison sèche.

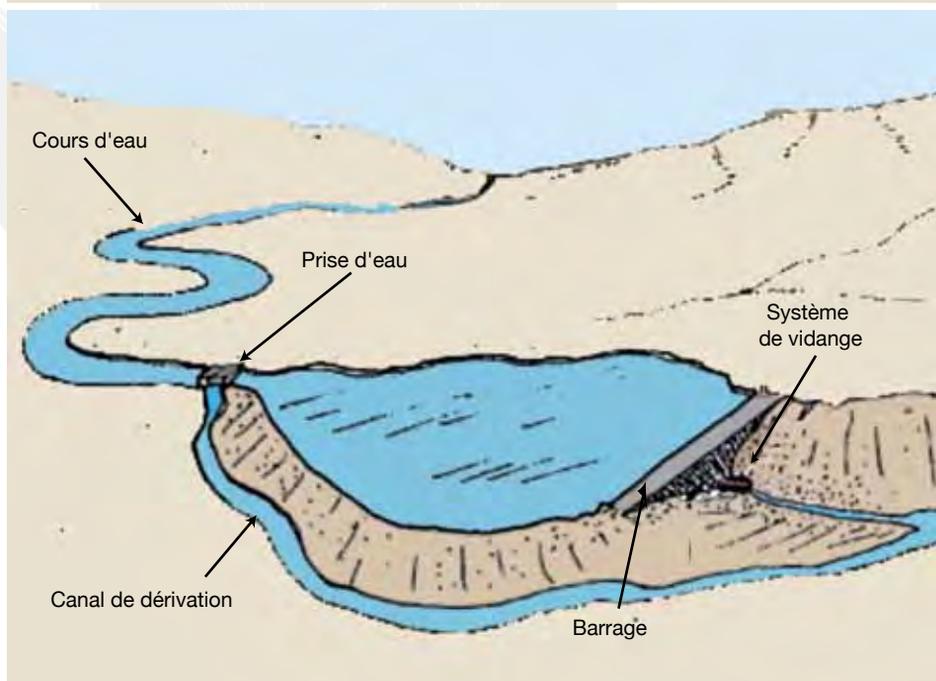
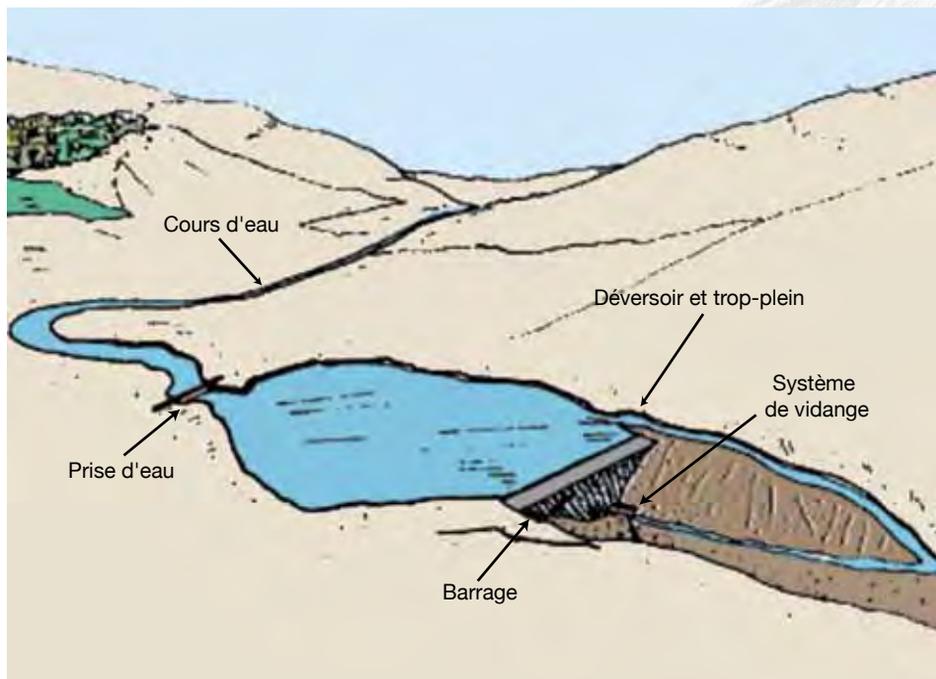


Figure 35. Exemples d'étangs de barrage.

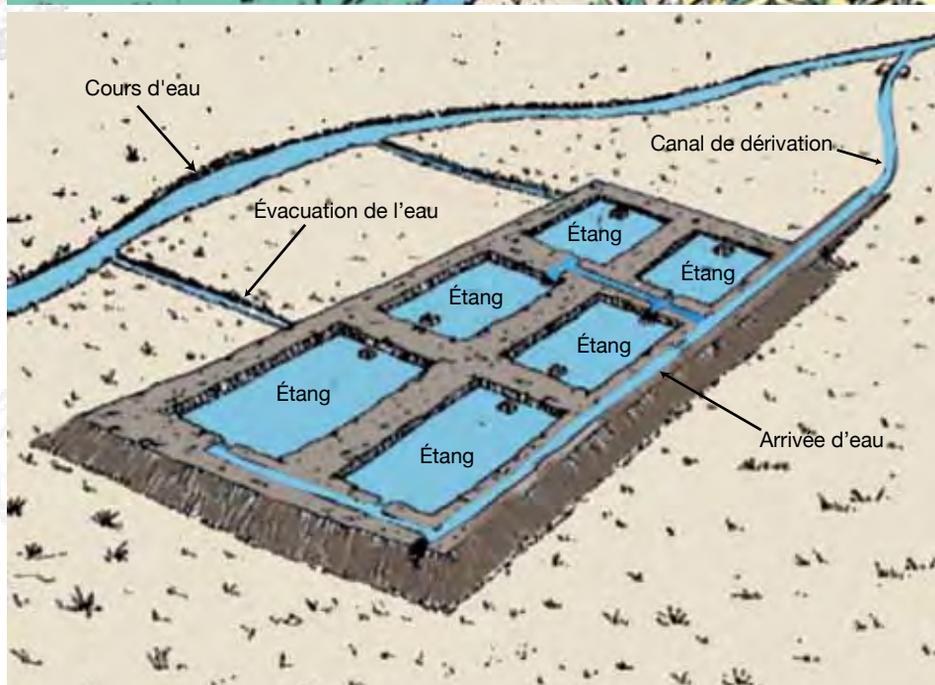
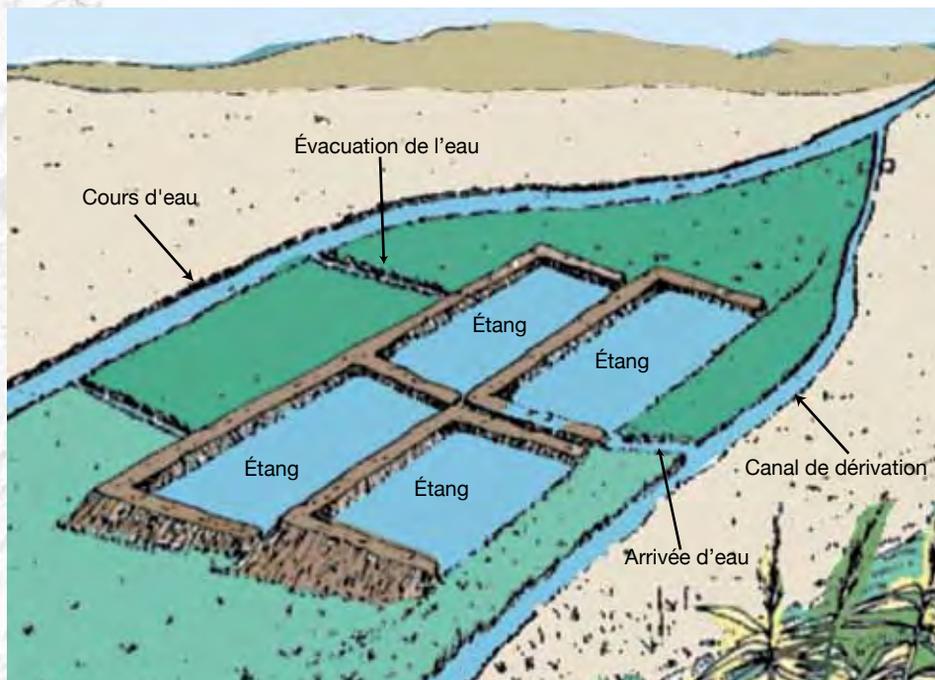


Figure 36. Exemples d'étangs de dérivation.

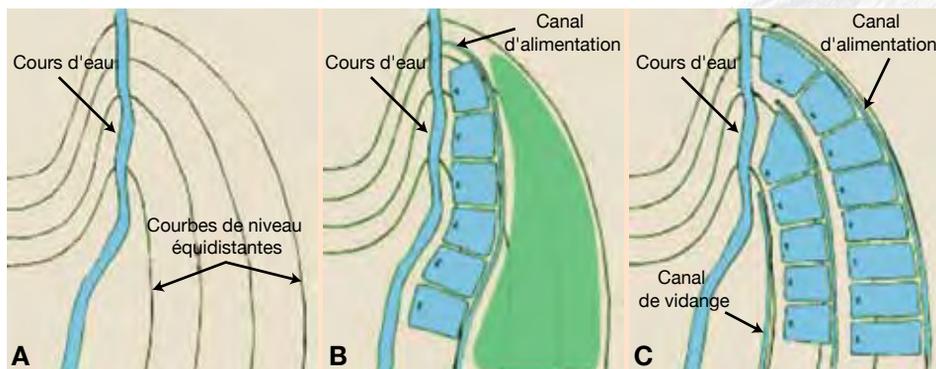


Figure 37. Disposition des étangs par rapport à la topographie (CIRAD).

III.2. LA FORME D'UN ÉTANG

Pour une surface en eau équivalente, on recherchera une forme d'étang qui minimise la longueur totale de digue (Figure 38 et Tableau IX ci-dessous). Pour un étang de même dimension, la longueur totale de la digue augmente régulièrement lorsque la forme de l'étang s'écarte progressivement du carré pour devenir plus allongée. Parallèlement, les coûts de construction augmentent. Les digues qui séparent les étangs (digues intermédiaires) sont plus étroites que la digue-aval. La forme carrée allonge la digue aval (A). Une forme rectangulaire trop allongée la réduit, mais allonge de manière importante les digues intermédiaires (C). De plus, si l'on veut garder la même pente pour garantir une bonne vidange, il faudra creuser plus profondément. Ces deux formes ne sont pas optimales (A et C). Sur un terrain régulier, la forme d'étang qui demandera le moins de travail est rectangulaire mais pas trop allongée (B). C'est la forme qui sera utilisée préférentiellement. En général, les étangs rectangulaires ont une longueur environ deux fois supérieure à leur largeur. Il vaut mieux, également, employer une largeur standard pour les étangs prévus pour le même usage.

Dans plusieurs cas, il peut être plus simple et plus économique d'adapter la forme de l'étang à la topographie existante (Figure 39, p. 67).

Tableau IX. Différentes formes pour un étang de 100 m².

Forme de l'étang	Largeur (m)	Longueur (m)	Longueur des digues (m)
carré	10	10	20 + 20 = 40
rectangulaire	7	14,3	14 + 28,6 = 42,6
	5	20	10 + 40 = 50
	2	50	4 + 100 = 104

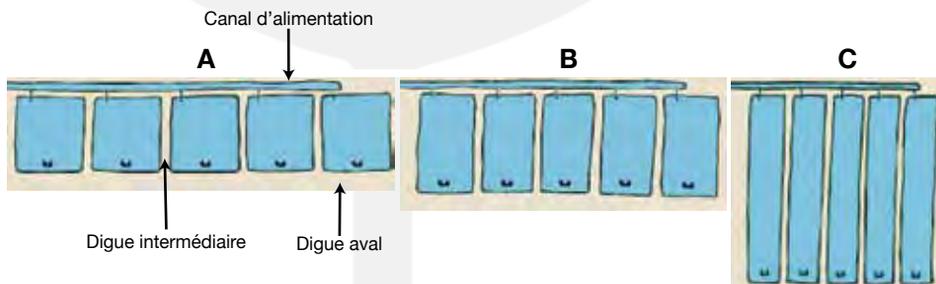


Figure 38. Optimisation du rapport surface/travail (CIRAD).

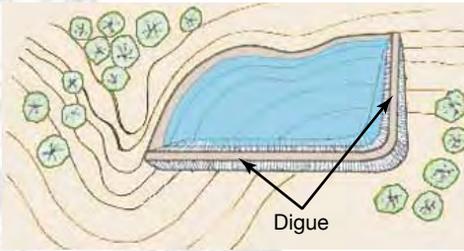


Figure 39. Exemple d'étang dont la forme est adaptée à la topographie. Ici, deux digues seulement sont nécessaires.

III.3. SELON LA PENTE

L'orientation des étangs va varier selon l'angle de la pente de manière à limiter au minimum les terrassements (Figure 40 ci-dessous).

✓ **Pentes de 0,5 à 1,5 %** : La longueur des étangs rectangulaires doit être perpendiculaire aux courbes de niveau. C'est-à-dire que les étangs doivent être orientés dans le sens de la pente pour que le fond suive la pente naturelle et qu'il ne soit pas nécessaire de creuser la partie la plus profonde.

✓ **Pente supérieure à 1,5 %** : La longueur des étangs rectangulaires doit être parallèle aux courbes de niveau. C'est-à-dire que les

étangs doivent être perpendiculaires à la pente. Plus la pente s'accroît, plus les étangs doivent être rétrécis.

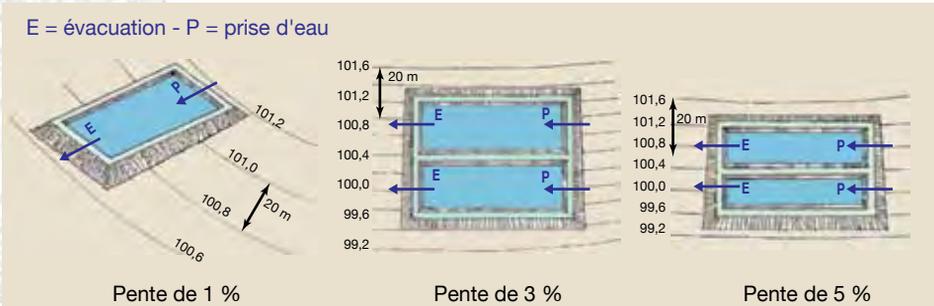


Figure 40. Disposition et forme des étangs selon la pente.

III.4. LE POSITIONNEMENT DE PLUSIEURS ÉTANGS

Lorsque l'on veut installer plusieurs étangs, il existe deux possibilités de positionnement les uns par rapport aux autres (Figure 41 ci-dessous) :

✓ En **chapelet** : Les étangs dépendent les uns des autres quant à leur approvisionnement en eau, puisque l'eau s'écoule depuis les plus élevés vers ceux qui sont situés plus bas. Ce système a pour avantage de limiter le nombre de canaux d'alimentation et de vidange des étangs. Cependant,

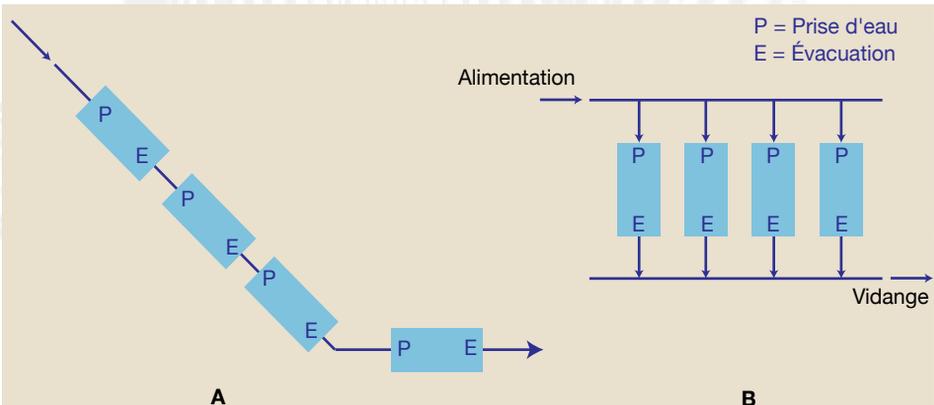


Figure 41. Agencement des étangs. A : en série ou chapelets ; B : en parallèle.



Photo B. Exemple d'étangs rectangulaires en construction disposés en parallèle (Libéria)
[© Y. Fermon].

le fait que c'est la même eau qui passe dans tous les étangs peut amener des problèmes quant à la propagation de maladies. En effet, si un étang est contaminé, le risque de contamination des autres et de perdre toute sa production est important. On aura également des problèmes lors des vidanges des étangs. La pente demandée est également plus importante au total.

✓ En **parallèle** (Photo B, p. 68) : Les étangs sont indépendants les uns des autres, chacun étant alimenté directement à partir du canal d'alimentation. L'eau n'est pas réutilisée après avoir traversé un étang. A contrario des étangs en série, il est possible d'isoler sans problèmes l'ensemble des étangs, et donc de limiter les risques de contamination. Les vidanges se font indépendamment et la pente est la même pour tous les étangs.

III.5. LA TAILLE ET LA PROFONDEUR DES ÉTANGS

Les étangs sont caractérisés par leur taille, leur forme et leur profondeur. Nous avons vu au paragraphe II, p. 45 le calcul de la superficie et du volume d'un étang.

III.5.1. LA TAILLE

La taille individuelle d'étangs peut être décidée par le pisciculteur, compte tenu des facteurs suivants (Tableau X et Tableau XI ci-dessous) :

- ✓ **Utilisation** : un étang frayère est généralement plus petit qu'un étang d'alevinage, lui-même plus petit qu'un étang de grossissement.
- ✓ **Quantité de poisson à produire** : un étang de pisciculture de subsistance est plus petit qu'un étang de pisciculture commerciale à petite échelle, lui-même plus petit qu'un étang de pisciculture commerciale à grande échelle.
- ✓ **Niveau de gestion** : un étang de pisciculture intensive est plus petit qu'un étang de pisciculture semi-intensive, lui-même plus petit qu'un étang de pisciculture extensive.
- ✓ **Disponibilité des ressources** : il est inutile de faire de grands étangs si les ressources disponibles, par exemple en eau, en poissons reproducteurs, en engrais et/ou en aliments, sont insuffisantes.

Tableau X. Taille des étangs de grossissement.

Type de pisciculture	Superficie (m ²)
Pisciculture de subsistance	100 - 400
Pisciculture commerciale à petite échelle	400 - 1000
Pisciculture commerciale à grande échelle	1000 - 5000

Tableau XI. Disponibilité des ressources et taille de l'étang.

	Petit étang	Grand étang
Eau	Quantité limitée	Quantité importante
	Remplissage/vidange rapides	Remplissage/vidange lente
Alevins	Nombre réduit	Nombre important
Engrais/aliments	Faible quantité	Grande quantité
Commercialisation du poisson	Récolte faible	Récolte importante
	Marchés locaux	Marchés urbains

Tableau XII. Caractéristiques d'étangs peu profonds et d'étangs plus profonds.

Étangs peu profonds	Étangs plus profonds
Échauffement rapide de l'eau Importantes fluctuations de température Risques accrus de prédation par les oiseaux Croissance accrue de plantes aquatiques Digues plus petites nécessaires	Stabilité accrue de la température de l'eau Moins d'aliments naturels disponibles Capture des poissons en eau profonde difficile Digues élevées et solides nécessaires



Figure 42. Profondeur maximale et minimale d'un étang.

✓ **Importance des récoltes et de la demande du marché local** : de grands étangs, même si on ne les récolte qu'en partie, risquent de fournir trop de poissons par rapport à la demande du marché local.

Dans la situation de pisciculture de production, on choisira plutôt des étangs ayant un maximum de surface de 400 m².

III.5.2. LA PROFONDEUR

Les étangs piscicoles sont généralement peu profonds. Leur profondeur maximale n'excède pas 1,50 m (Tableau XII et Figure 42, p. 69). La partie la moins profonde devrait avoir au moins 0,50 m afin de limiter la croissance des plantes aquatiques. Des étangs plus profonds sont d'une construction bien plus coûteuse car le volume des digues augmente rapidement avec la profondeur de l'étang.

Toutefois, il est parfois nécessaire d'utiliser des étangs plus profonds. Dans les régions sèches, stocker de l'eau pour en avoir assez en saison sèche pour les poissons est primordial.

III.6. LES DIFFÉRENCES DE NIVEAUX

Dans tous les cas, il y a certaines règles qu'il ne faut pas négliger si on veut avoir des étangs facilement gérables et **totale**ment vidangeables, alimentés par gravité (Figure 43, p. 70).

- L'eau s'écoule vers le bas, du point le plus haut au point le plus bas (A).
- La surface de l'eau dans un étang est toujours horizontale (B).
- Le fond de l'étang doit se situer au-dessus de la nappe phréatique au moment de la récolte (C).
- Le fond de la prise d'eau principale doit se situer au-dessous du niveau minimal de la source d'eau (D).
- Le fond du canal d'alimentation doit se situer au moins à la hauteur du niveau d'eau maximal dans l'étang (E).
- L'arrivée d'eau de l'étang doit être située au moins à la hauteur du niveau d'eau maximal dans l'étang (F).
- L'entrée du dispositif de vidange de l'étang doit être tout au plus au niveau du point le plus bas de l'étang (G).
- La sortie du dispositif de vidange de l'étang doit être au moins à la hauteur du niveau d'eau dans le canal de vidange (H).
- L'extrémité du canal de vidange doit être au moins à la hauteur du niveau d'eau maximal dans le lit naturel (I).

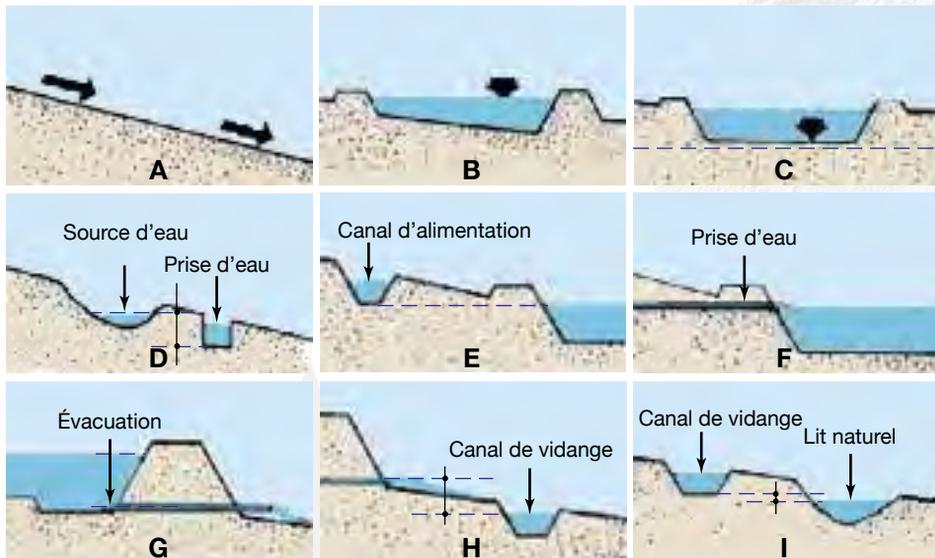
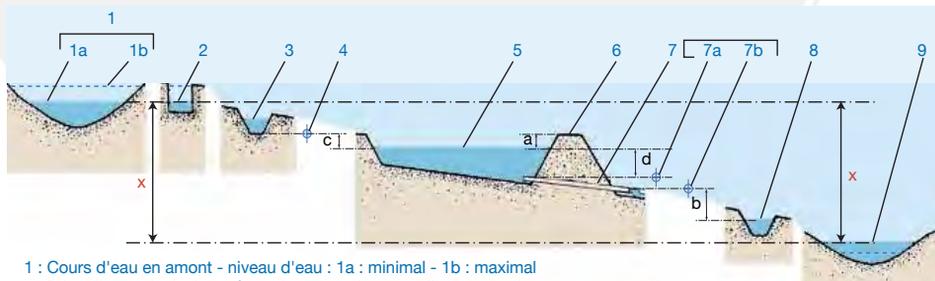


Figure 43. Les différents points importants pour la gestion de l'eau par gravité.
Les explications sont données dans le texte.

Dans le cas d'un étang en dérivation alimenté par un cours d'eau, par une prise d'eau principale et un canal d'alimentation, il est facile de déterminer la différence de niveau (x) (cm) qui correspond à la valeur mesurée entre le niveau minimal à la prise d'eau principale et le niveau d'eau maximal au bout du canal de vidange (Figure 44, p. 70). On considère un étang d'une profondeur de préférence de 150 cm. Il faudra rajouter la différence de niveau nécessaire entre la sortie du dispositif de vidange de l'étang et le niveau d'eau maximal dans le canal de vidange (b) et la différence de niveau nécessaire entre la prise d'eau de l'étang et le niveau d'eau maximal dans l'étang (c) ainsi que la valeur entre l'entrée et la sortie du dispositif de vidange de l'étang (e).



- | | |
|---|--|
| 1 : Cours d'eau en amont - niveau d'eau : 1a : minimal - 1b : maximal | 6 : Sommet des digues |
| 2 : Prise d'eau principale : même niveau que le cours d'eau | 7 : Dispositif de vidange de l'étang - 7a : Entrée - 7b : Sortie |
| 3 : Canal d'alimentation | 8 : Canal de vidange |
| 4 : Prise d'eau de l'étang | 9 : Cours d'eau en aval - niveau d'eau maximal |
| 5 : Niveau d'eau maximal de l'étang | |

x = Différence de niveau nécessaire entre le niveau d'eau minimal à la prise d'eau principale et le niveau d'eau maximal en aval de l'étang du cours d'eau

a = Différence de niveau nécessaire entre le sommet des digues et le niveau d'eau maximal dans l'étang

b = Différence de niveau nécessaire entre la sortie du dispositif de vidange de l'étang et le niveau d'eau maximal dans le canal de vidange

c = Différence de niveau nécessaire entre la prise d'eau de l'étang et le niveau d'eau maximal dans l'étang

d = Profondeur maximale de l'étang (150 cm minimum de préférence)

Figure 44. Les différences de niveau.

$$x > 150 + b + c + e$$

Ce minimum de différence de niveau est primordial pour avoir des étangs complètement vidangeables.

IV. RÉCAPITULATIF

- ⇒ On va donc s'orienter vers :
 - ⇒ Des étangs de dérivation,
 - ⇒ Rectangulaires,
 - ⇒ Disposés en parallèle,
 - ⇒ D'une taille de 100 à 400 m²,
 - ⇒ Alimentés en eau par gravité.

Les étangs seront donc disposés selon un schéma comme celui indiqué sur Figure 45 ci-dessous. Des exemples sont présentés sur la Figure 46, p. 72.

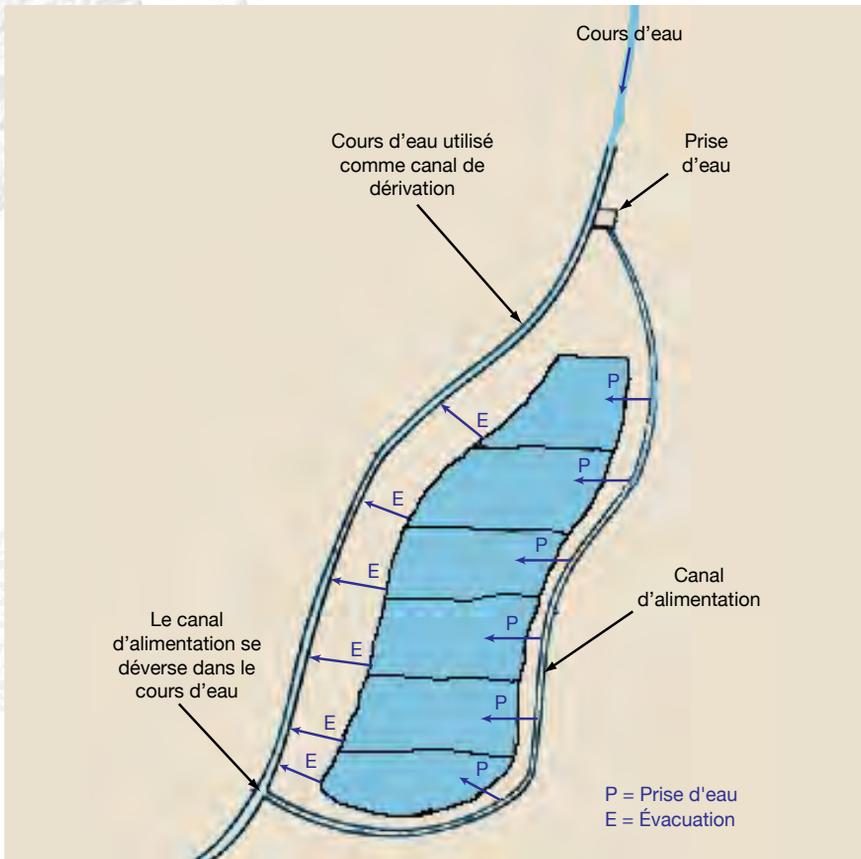


Figure 45. Schéma classique d'étangs en dérivation.

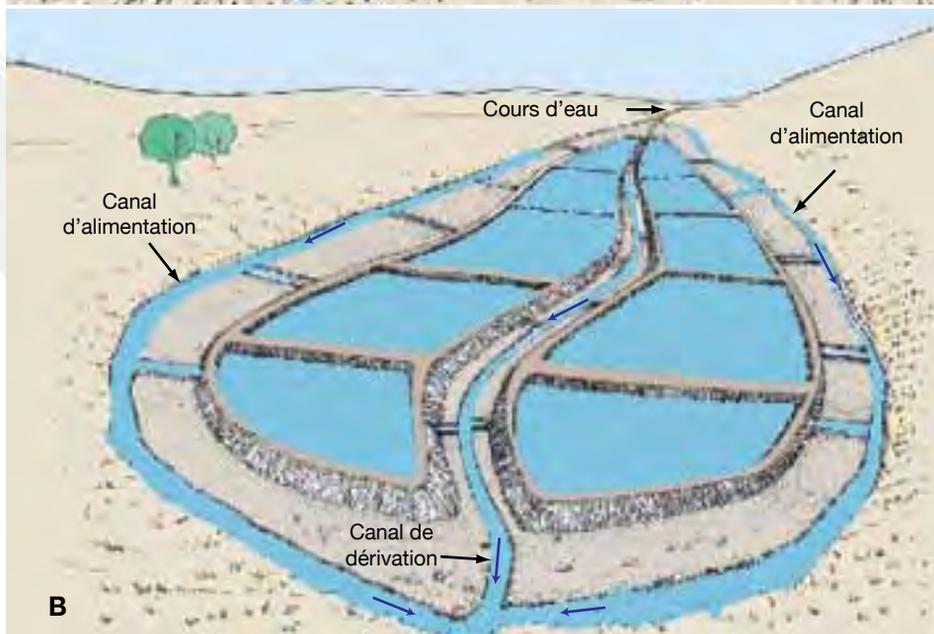


Figure 46. Exemples de système piscicole en dérivation.

- Alimentation par un cours d'eau
- Une (A) ou deux (B) rangées d'étangs disposés en parallèle
- Un canal de dérivation naturel
- Contrôle de l'eau optimal

Chapitre 07

LA CONSTRUCTION DES ÉTANGS

Une fois le site choisi, il s'agit de procéder à la construction des étangs et des structures associées (Figure 47, p. 74). Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, nous nous intéresserons ici uniquement à un étang de dérivation qui est le type préférentiel à utiliser, mais il est clair que ces étapes sont les mêmes pour un autre type d'étang. **Il est, cependant, important de réaliser ces travaux en saison sèche.**

Pour construire des étangs de qualité, il faut réaliser les travaux par étapes et **dans un certain ordre plus ou moins strict** qui est brièvement décrit ici pour un étang en dérivation de type contour.

1. Plan de l'aménagement
2. Nettoyage du site
3. L'alimentation en eau : Prise d'eau et canal
4. L'évacuation de l'eau : Canal de vidange et de drainage
5. Piquetage de l'étang
6. Construction des digues
7. Aménagement de l'assiette
8. Construction des dispositifs d'alimentation et de vidange de l'étang, filtration
9. Bassin de décantation
10. Aménagements annexes : Lutte anti-érosive, Plastique biologique, Clôture
11. Remplissage de l'étang et test

I. LE PLAN D'AMÉNAGEMENT

À cette étape, on étudie une ou plusieurs localisations possibles des étangs. Une première sélection est arrêtée visant à minimiser le travail par rapport à la surface dégagée. L'aménagement est évolutif : les hypothèses formulées sur le remplissage et le détournement des crues sont évaluées au fur et à mesure de la réalisation de la construction.

Les critères qui seront observés tout au long de l'aménagement sont principalement :

- ✓ La remontée des nappes ;
- ✓ L'étanchéité de la digue aval ;
- ✓ Le comportement des trop-pleins et des moines durant les crues ;
- ✓ La faisabilité du travail ;
- ✓ Les interactions qui se développent avec les aménagements environnants (casiers, maraîchage).

Un premier plan d'aménagement est proposé (Figure 25, p. 53 et Figure 48, p. 75). Il s'agit de mettre sur papier les mesures de moindre pente et de situer sur le plan la position des différentes structures à aménager.

D'abord, on va dégager partiellement le terrain à la machette pour mieux le visualiser.

Puis, on va procéder au lever du site. De manière générale, le lever du site se fait méthodiquement, avec un espacement régulier entre les points levés. Chaque point levé est matérialisé sur le terrain à l'aide d'un piquet de niveau. L'extrémité supérieure du piquet de niveau porte une lettre correspondant à la même lettre sur la future carte topographique. L'espacement entre les points levés dépendra de la topographie du terrain. Si le terrain est très accidenté, il faudra lever des points très rapprochés. Le premier point levé peut se faire au niveau du point de captage.

On va pouvoir déterminer la ligne de plus grande pente comme nous l'avons vu au paragraphe II.3, p. 53. Pour cela, on va d'abord localiser le point le plus haut, puis le plus bas. Puis on va calculer la pente entre ces deux points.

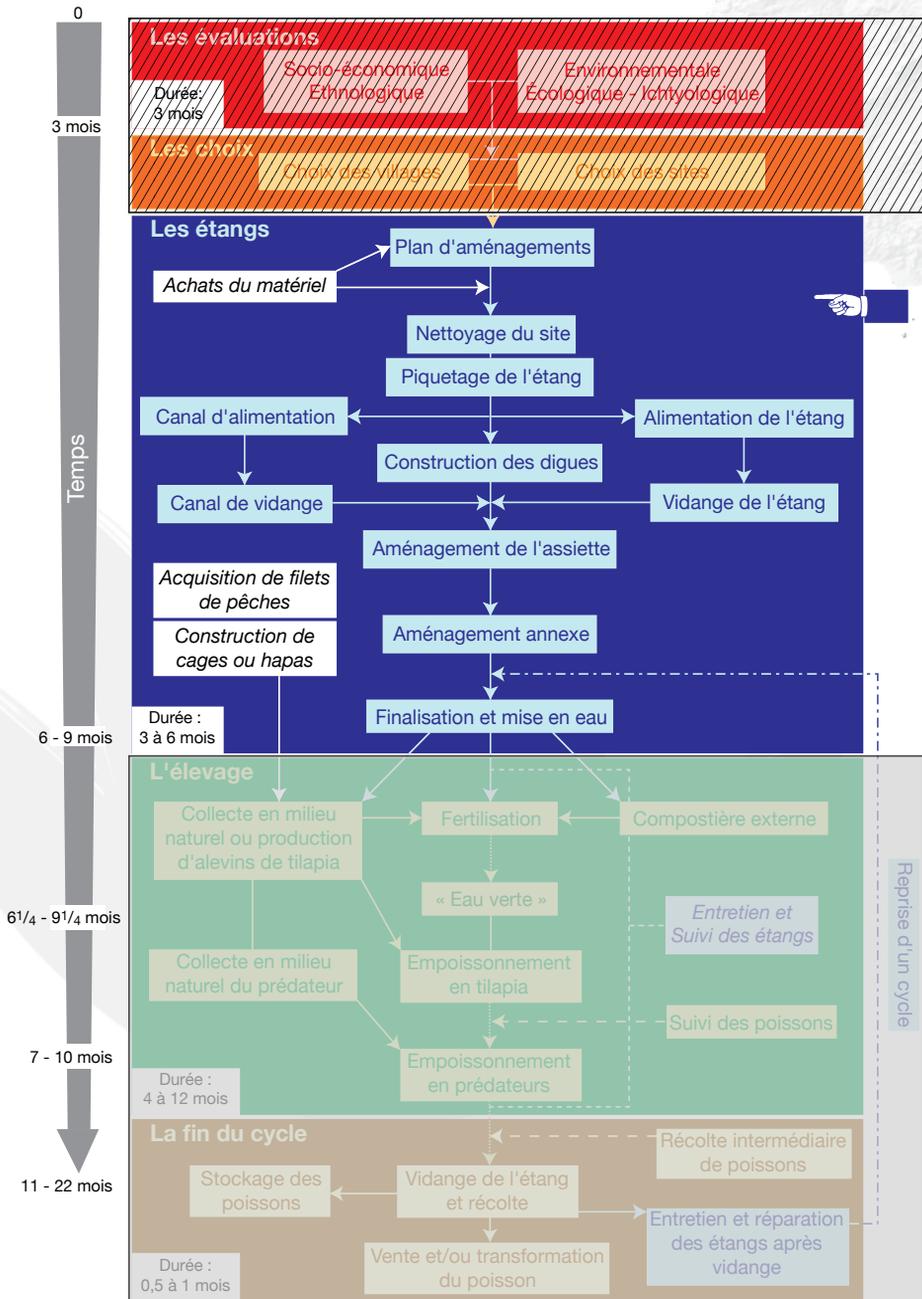


Figure 47. Mise en place d'étangs piscicoles : 3. Les étangs.

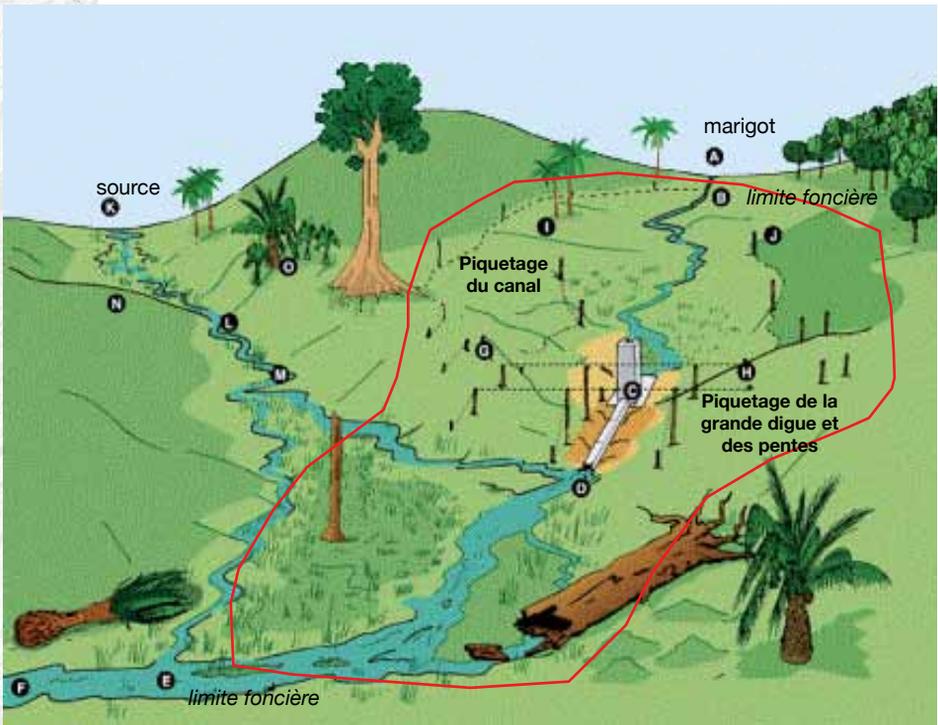


Figure 48. Visualisation par piquetage du premier plan du repérage des alimentations en eau possibles (A, K), des vidanges envisageables (C, D, L, M, E, F), des différentes vallées (niveau de M par rapport à D), (Figure 25, p. 53) (CIRAD). En rouge, limite d'intervention.

La ligne de plus grande pente permet d'implanter les différentes structures de l'exploitation piscicole de manière à ce qu'elles soient les plus fonctionnelles possible, notamment du point de vue de l'écoulement des eaux et de l'assainissement.

La disposition des différentes structures sur la carte topographique devra se faire en tenant compte en outre du coût de construction et du fonctionnement de la future station, des règles de la sécurité du travail, de l'extension future probable de la station.

II. LE NETTOYAGE DU SITE

Après avoir délimité et visualisé le futur site d'implantation, le premier travail sera de nettoyer cette zone. Il faut définir de façon précise la zone concernée avant de commencer à défricher, puis, déterminer les coins extérieurs de la superficie contenant les étangs, qui doivent comprendre intégralement la surface occupée par les digues. On peut délimiter cette zone par des piquets en bois, des cordages ou des poteaux. Une fois cette tâche accomplie, il faut délimiter une surface supplémentaire, au-delà des digues, qui servira de zone de travail et de passage autour du site. On est alors prêts à commencer (Figure 49, p. 76). Cela commence par :

- ⇒ Défrichez la zone comprenant les digues des étangs en la débarrassant de toute la végétation, des arbustes, des arbres (y compris des racines et des souches) et de toutes les grosses pierres.
- ⇒ Défrichez la zone de travail et de passage autour des digues.
- ⇒ Défrichez tous les arbres et arbustes sur une bande de 10 m autour des digues et des ouvrages, autour des voies de desserte et autour des installations d'alimentation en eau et de drainage.



Délimiter une zone puis la défricher intégralement, y compris une zone de passage de 2 à 3 m



Enlever les arbustes et les arbres sur une bande de 10 m autour



Figure 49. Préparation du site d'un étang.

Toutes les herbes devront être coupées comme pour la culture. Tous les arbres doivent être coupés et leurs racines extirpées. Si on laisse des racines, l'étang finira par suinter. Les herbes, les arbustes, toutes matières organiques et les roches doivent être enlevés. On pourra brûler si cela est possible. Le terrain doit être très bien nettoyé avant que la construction proprement dite ne commence. Parmi les éléments à enlever, on trouvera (Figure 50 ci-dessous et Photo C, p. 77) :

- ✓ Végétaux ligneux (A), là où les racines risquent de provoquer de graves fissures dans les ouvrages piscicoles comme les dispositifs d'arrivée d'eau et de vidange.
- ✓ Souches d'arbres (B), dont la décomposition risque d'affaiblir les ouvrages en laissant des vides dans le sol.
- ✓ Grosses pierres et rochers (C), dont l'extraction peut s'avérer nécessaire.
- ✓ Termitières et terriers d'animaux (D), qui doivent être entièrement supprimés. Il faut ensuite bien colmater le trou ainsi créé avec de la terre argileuse.

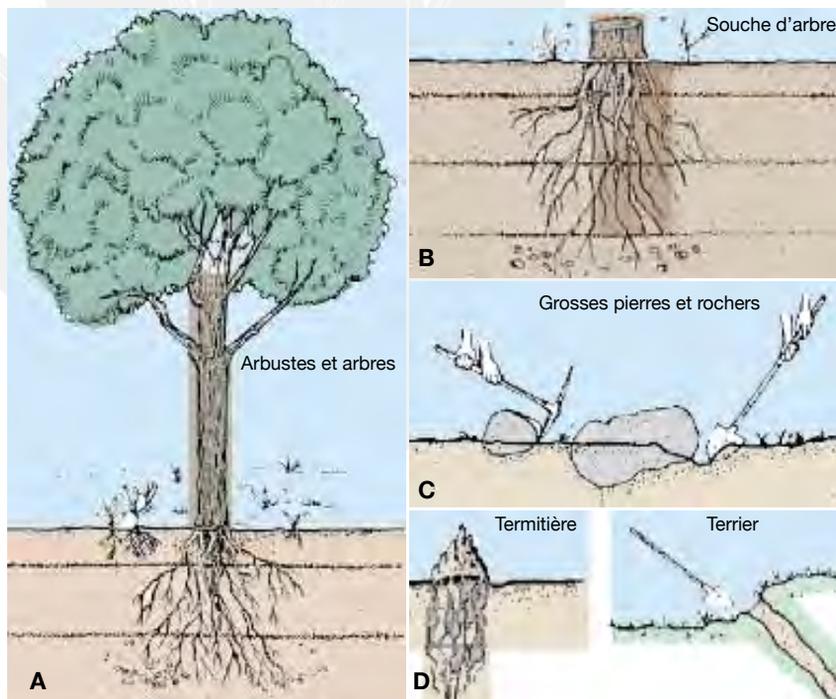


Figure 50. Nettoyage du site. A et B : Arbres ; C : Pierres et rochers ; D : Habitats d'animaux.



Photo C. Nettoyage du site. À gauche : Arbre non enlevé au bord d'un étang (À éviter)(RDC) ; À droite : Sites avant défrichage (Libéria) [© Y. Fermon].

III. L'ALIMENTATION EN EAU : PRISE D'EAU ET CANAL

L'alimentation en eau comprend la prise d'eau, le canal principal d'alimentation et les petits canaux pour acheminer l'eau du canal d'alimentation vers l'étang.

Les prises d'eau principales servent à régler globalement et à dériver l'alimentation en eau d'un étang ou d'un groupe d'étangs. Elles ont essentiellement pour rôle d'assurer une alimentation régulière en eau, susceptible d'être réglée en fonction des conditions présentes.

Les prises d'eau s'installent, si possible, à contre-courant pour éviter le transport des matériaux que charrie la rivière vers les étangs. Ce canal alimenté, en principe par un débit constant mais réglable, est destiné à amener l'eau à la partie supérieure des étangs construits de façon que **leur vidange complète puisse être faite quel que soit le niveau de l'eau dans le fond de la vallée**. Cette condition est très importante et doit être strictement respectée. Dans les cas trop fréquents où elle ne l'est pas, les étangs ne sont plus que de simples diverticules du cours d'eau dont les crues démolissent les digues et d'où les poissons sortent et entrent à volonté. On fait quelques sondages pour voir s'il ne se présente pas de difficultés particulières (présence de rochers en particulier).

Les principaux éléments d'une prise d'eau sont les suivants :

- ⇒ Un ouvrage de **dérivation** servant à régler le niveau du cours d'eau et à assurer qu'il est suffisant pour alimenter la prise d'eau sans la noyer.
- ⇒ Un dispositif de **régulation** du niveau d'entrée (et du débit) à l'intérieur de l'ouvrage proprement dit, servant à régler l'alimentation en eau des étangs ; un tel dispositif est généralement relié à l'ouvrage de transport de l'eau ;
- ⇒ Un ouvrage de **protection** de l'entrée, par exemple pilotis pour empêcher toute détérioration de la prise d'eau due aux débris.

On utilisera une prise d'eau ouverte ou à niveau libre dans laquelle les niveaux d'alimentation ne sont pas contrôlés et où la prise fonctionne dans toutes les conditions de débit. Ce système est simple et relativement bon marché, mais il exige généralement une alimentation en eau fiable et qui



ne varie pas trop.

Les points importants à prendre en compte sont les suivants (Figure 51 et Tableau XIII ci-dessous) :

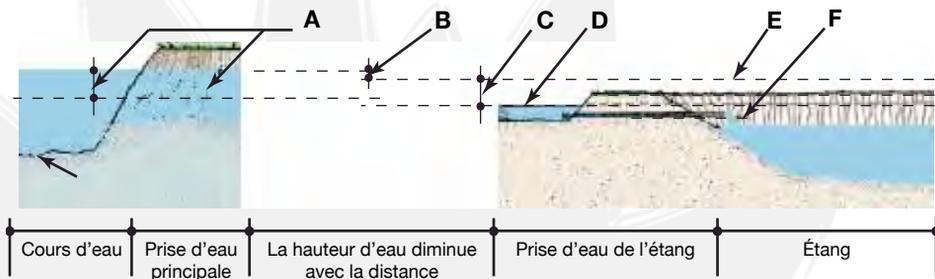
- ⇒ Les **niveaux de la source** d’approvisionnement en eau (rivière, petit cours d’eau...) par rapport à l’ouvrage d’alimentation et aux étangs proprement dits.
- ⇒ La **profondeur** à laquelle on souhaite capter l’eau (en surface, plus bas ou sur toute la profondeur de la source d’alimentation).

Il faudra s’assurer que le niveau d’eau dans la source d’alimentation est toujours suffisant pour permettre de puiser de l’eau à la profondeur souhaitée. Il faut également s’assurer que la prise d’eau ne risque pas d’être noyée.

Plus la prise d’eau est large, moins la perte de charge sera forte lorsque l’eau coule vers les étangs. Ce facteur peut avoir de l’importance en cas de très faible charge.

Dans la plupart des cas, toutefois, la prise d’eau a environ la même largeur que le canal d’alimentation qui lui est relié. La taille de ce dernier est fixée en fonction du débit souhaité. Si le canal d’alimentation est particulièrement large, ou si on veut accroître la perte de charge au niveau de la prise d’eau (par exemple, si le niveau externe de l’eau est nettement supérieur à celui requis dans le canal d’alimentation), la prise d’eau peut être plus étroite que le canal d’alimentation. En général, une prise plus étroite est plus facile à régler. Pour cela, on peut installer des ouvrages simples à construire.

Après avoir sélectionné la prise d’eau, on aménage le canal d’alimentation qui amènera l’eau jusque dans les étangs (Figure 52, p. 79). Ce canal a une pente très faible et doit pouvoir amener de l’eau tout au long de l’année. On choisit le tracé du canal en piquetant une courbe de niveau partant



A : Niveau d’eau minimal-maximal dans le cours d’eau et dans la partie initiale du canal

B : Perte de charge

C : Niveau d’eau minimal-maximal dans la partie terminale du canal après les pertes de charge

D : Le niveau de la prise d’eau de l’étang doit être plus bas que le niveau d’eau minimal dans le canal

E : Le niveau d’eau maximal doit être contrôlé pour empêcher les inondations

F : Sortie de la prise d’eau à 10 cm au-dessus du niveau d’eau maximal dans l’étang

Figure 51. Différences de niveaux d’eau.

Tableau XIII. Ouvrages pour prise d’eau.

Type de rivière		Ouvrage nécessaire	
Petite	Débit inférieur à 10 litres/seconde	De dérivation ne pouvant être submergé	Digue en terre Bois/lianes/argile Barrière en bois
	Pas de crue importante	Non nécessaire	-
Grande	Débit au moins double du débit nécessaire	De dérivation pour augmenter le niveau d’eau	Barrière en bois ou en pierre, réglable
	Présence de crue importante	Non nécessaire	-

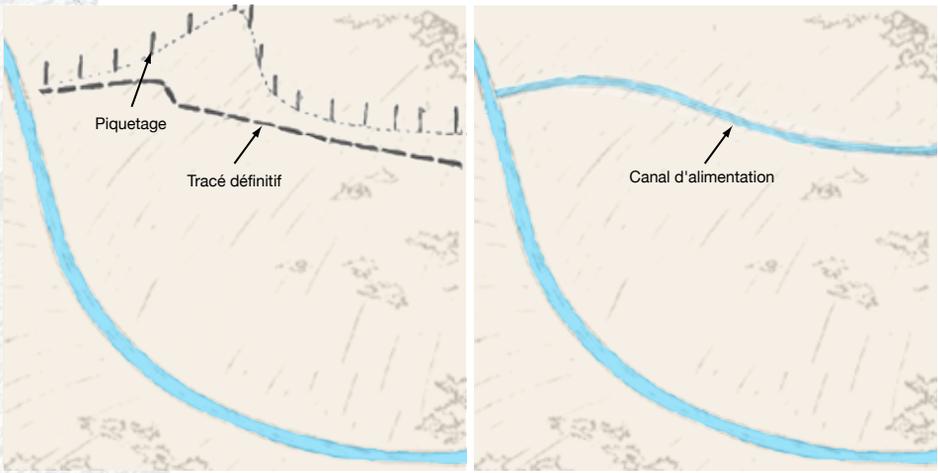


Figure 52. Mise en place du canal d'alimentation.

de la base de la prise d'eau jusqu'au site où seront construits les étangs. Pratiquement, après avoir établi le tracé de la courbe de niveau, on adopte un tracé définitif en fonction du terrain.

Il faut toujours éviter de donner une pente trop forte au canal et prévoir si nécessaire, des chutes empierrées ou bétonnées. Ensuite, on procède au creusement et au talutage du canal. Rappelons qu'il faut creuser le canal à sec. La méthode consistant à creuser un canal au fur et à mesure que l'eau y pénètre, est à éviter car elle conduit systématiquement à donner une pente beaucoup trop forte au fond du canal.

Les canaux sans revêtement d'étanchéité ont la plupart du temps une section transversale de forme trapézoïdale, définie par les éléments suivants (Figure 53 ci-dessous) :

- ✓ La largeur (**b**) de son fond (ou plafond) horizontal ;
- ✓ La pente (**z/l**) des parois latérales ;
- ✓ La profondeur maximale de l'eau (**h**) ;
- ✓ La revanche (**f**) permettant d'éviter tout débordement.

Les dimensions du canal sont indiquées dans le Tableau XIV, p. 80.

Il est indispensable que la vitesse du courant dans le canal n'entraîne pas l'érosion de ses parois. La vitesse maximale de l'eau varie avec la nature du terrain : 0,15 m/s dans la terre fine et 1,00 m/s dans les cailloux.

Si l'on ne peut suivre la courbe de niveau pour une raison quelconque et que l'on doit faire

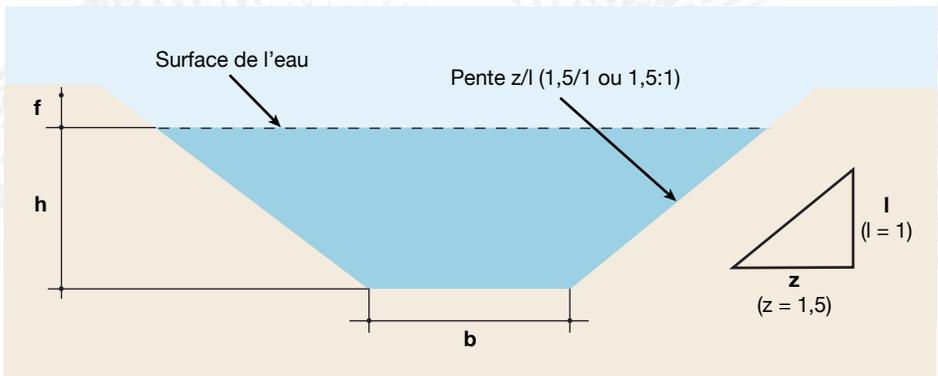


Figure 53. Profil transversal du canal. Mesure et pente des parois.



Tableau XIV. Dimensions d'un canal.

	Installations familiales	Installations importantes
	Quelques litres par seconde	20 à 50 litres par seconde
Largeur du plafond	20 à 30 cm	50 cm
Profondeur	20 à 40 cm	60 à 80 cm
Inclinaison des parois	1,5/1	1,5/1
Largeur de la gueule	60 à 100 cm	150 à 180 cm
Pente du fond	0	1 pour mille (1 cm pour 10 m)

descendre le niveau du canal, il faut prévoir une chute oblique ou bien un tuyau, mais il ne faut en aucun cas donner au canal une pente trop forte. Si, malgré toutes ces précautions, l'eau du canal est trouble, il faut prévoir sur le parcours des bassins de décantation ou des élargissements conçus de telle façon que la vitesse du courant y soit assez faible pour favoriser le dépôt des matières en suspension.

Après les dernières vérifications du tracé définitif, on peut procéder au terrassement du canal à sec, en commençant où l'on veut, suivant les nécessités du moment. Cette opération se fait en trois temps (Figure 54 ci-dessous) :

1. D'abord creuser la partie centrale avec des parois verticales distantes d'une largeur égale à la largeur du fond, puis on ajuste la pente en long du fond, et l'on procède à la coupe des talus (talutage).

2. Attention de laisser en place (dans l'axe ou sur les bords) les piquets dont les sommets doivent

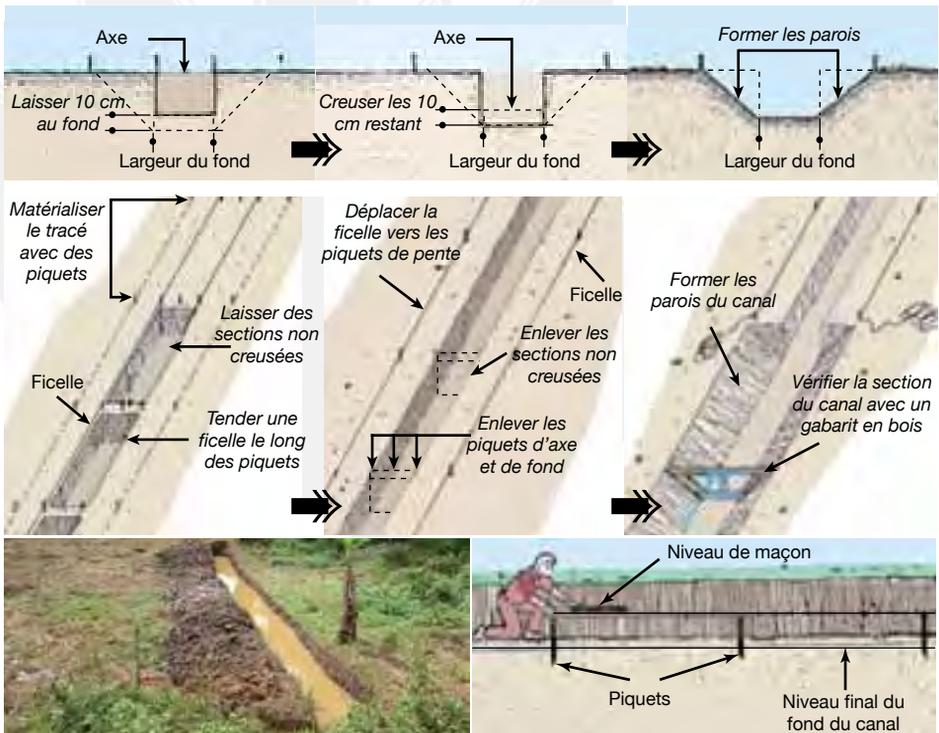


Figure 54. Creusement d'un canal.

Photo D. Un canal en cours de creusement (Libéria) [© Y. Fermon].

servir de repères pour la profondeur et de rejeter les terres de déblai en contrebas afin d'éviter un débordement éventuel en période de crues.

3. On ajuste la pente le long du fond.

Lorsque, en certains endroits du parcours, les canaux doivent être approfondis, le même gabarit est utilisé pour vérifier que la largeur constante du plafond et la pente régulière des berges ont bien été respectées, dans la partie la plus profonde du canal.

Inversement, lorsque le canal doit passer par certains points hauts et à flanc de colline, la profondeur du terrassement sera plus faible et l'aménagement d'une banquette sur le côté du canal est nécessaire. Celle-ci sera construite en terre parfaitement compactée et la crête, d'une largeur suffisante, devra atteindre partout le même niveau au-dessus de la section mouillée.

L'installation des chutes d'eau destinées à ramener la pente du canal au maximum acceptable, doit toujours être faite avant la première mise en eau, afin d'éliminer tous les risques d'érosion. Par contre, la mise en place des trop-pleins, des bacs de décantation et des fossés de garde pour l'évacuation des eaux de pluie, s'ils sont nécessaires, est moins urgente.

Pour terminer, il faut noter que le procédé qui consiste à creuser un canal (à reculons) par petites sections à partir de la rivière jusqu'à la profondeur suffisante pour que l'eau y coule, aboutit systématiquement à donner trop de pente au canal. Ce procédé est à déconseiller.

IV. L'ÉVACUATION DE L'EAU : CANAL DE VIDANGE ET DE DRAINAGE

L'emplacement et le tracé du canal de vidange sont en général plus faciles à déterminer (Figure 55 ci-dessous). Les étangs doivent pouvoir se vider tout au long de l'année sans qu'il y reste de flaque d'eau. Pour cela, il faut que le fond du canal de vidange soit bien plus bas que le fond de l'étang (Figure 56 ci-dessous). Ce canal se construit, généralement, une fois l'étang terminé. Cependant, il est inclus ici car la façon de le réaliser est identique à celle du canal d'alimentation.

Prendre le lit de la vallée comme canal de vidange est risqué. En effet, si au cours des crues, le niveau d'eau dans la vallée est plus haut que le fond de l'étang, on ne pourra pas utiliser le lit de la vallée comme canal de vidange. Si au contraire, ce niveau d'eau est en permanence plus bas que le fond de l'étang, on pourra utiliser le lit de la vallée comme canal de vidange. Il est également préférable de mettre en place un canal de drainage autour de la zone des étangs. À présent, l'étape suivante sera de fixer l'emplacement des étangs sur la parcelle comprise entre le canal d'alimentation et la position du canal de vidange.

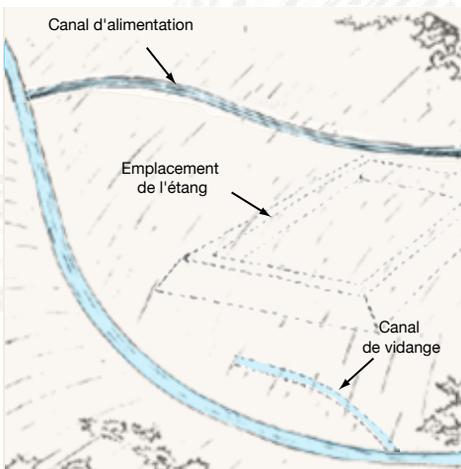


Figure 55. Mise en place du canal de vidange.

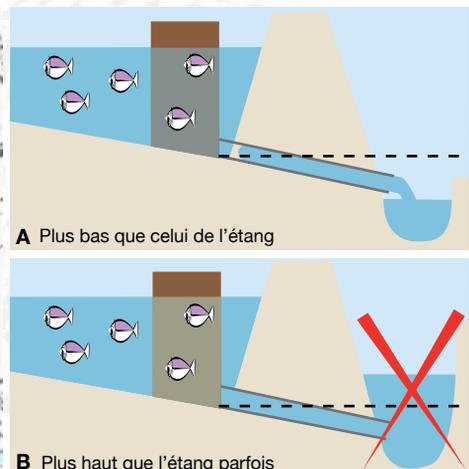


Figure 56. Niveau du canal de vidange.



V. LE PIQUETAGE DE L'ÉTANG

Sur la parcelle délimitée par les canaux d'alimentation et de vidange, on peut maintenant délimiter le ou les étangs. Cette opération s'appelle le piquetage. Elle devra permettre de représenter l'emplacement des digues ainsi que les dimensions et les hauteurs des digues avec des piquets. Il faudra ainsi respecter, par la suite, ces dimensions au cours des travaux (Figure 57 ci-dessous et Photo E ci-contre).

Le piquetage se fait à l'aide de piquets qui doivent avoir une hauteur suffisante pour autoriser les déblais ou remblais ultérieurs sans risque de découvrir les extrémités enterrées ou de couvrir les bouts aériens. On aura au total 4 rangées de piquets pour la digue principale et les 2 digues latérales et 3 pour la digue amont. Ces piquets seront espacés les uns des autres de 2 m. Un espacement entre les rangées de piquets sera fonction des dimensions des digues.



Photo E. Piquets lors de la construction des digues (Libéria) [© Y. Fermon].

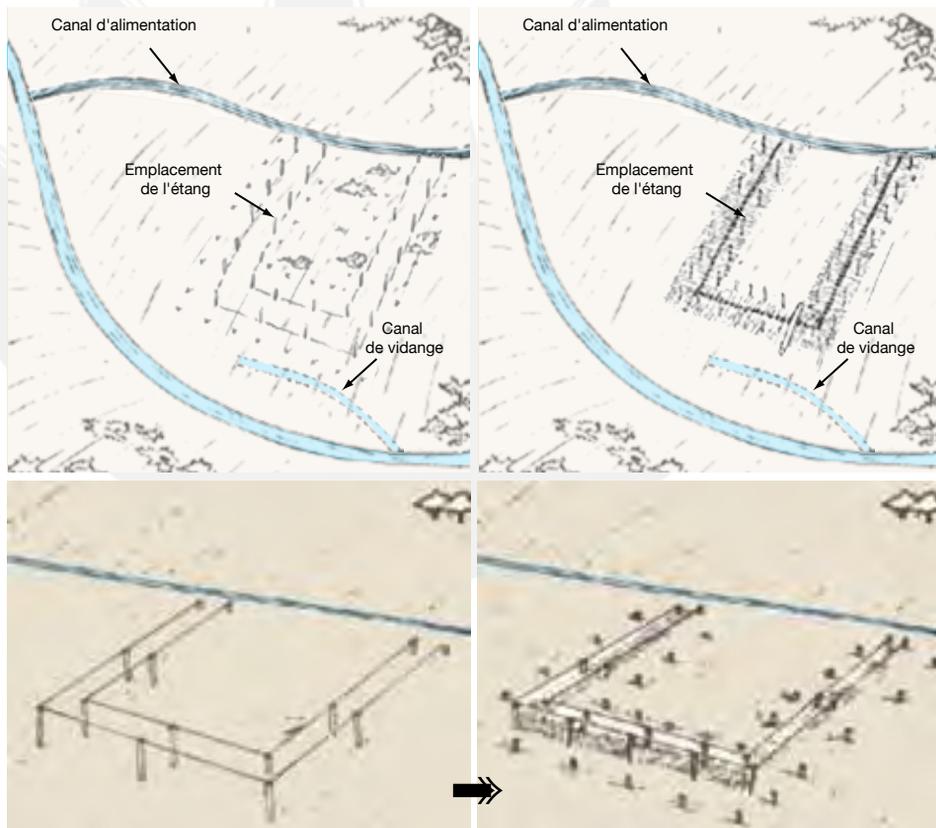


Figure 57. Piquetage de l'étang et des digues.

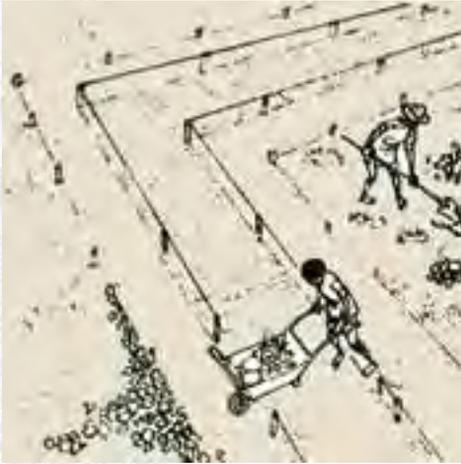


Figure 58. Nettoyage de la zone où seront implantées les digues.

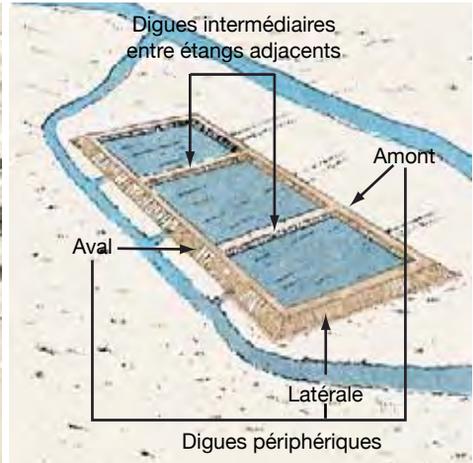


Figure 59. Définitions des différents types de digues.

VI. LA CONSTRUCTION DES DIGUES

Il ne suffit pas de creuser un trou pour avoir un étang : après avoir délimité l'emplacement de l'étang, il faut construire avec soin des digues bien étanches tout autour. Les digues sont les parties essentielles de l'étang, d'elles dépendront la solidité de l'étang, sa capacité à retenir l'eau...

Il faut rappeler qu'il est nécessaire, d'abord, de débarrasser l'assiette de l'étang et l'emplacement des digues de tous les débris qui pourraient s'y trouver : racines, plantes, cailloux... On enlève également la couche superficielle du sol, (c'est-à-dire la couche de terre cultivée), là où la digue doit être construite, pour éviter les fuites d'eau à travers la base de la digue quand l'étang sera sous eau.

La plupart du temps, on oublie de décaper le sol avant la construction des digues. Ceci provoque presque toujours d'importantes fuites d'eau et par conséquent, un besoin accru en eau (Figure 58 ci-dessus).

Pour un étang de dérivation, on distingue (Figure 59 ci-dessus) :

- ✓ La digue **amont** parallèle au canal d'alimentation,
- ✓ Les digues **latérales**, perpendiculaires à la précédente et à la digue principale et supportant sur leurs parois (talus) la pression des eaux de deux étangs voisins, et

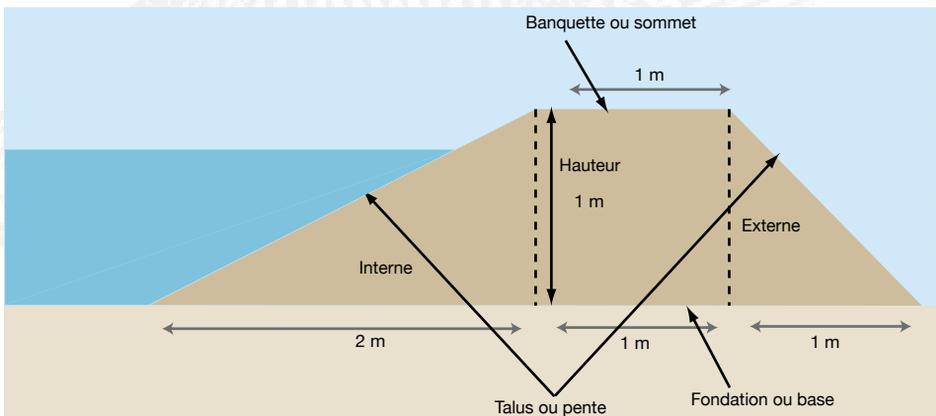


Figure 60. Description et proportion d'une digue (de 1 m de haut).



✓ La digue principale, celle la plus en **aval**, qui supporte de son talus amont la plus grande pression des eaux de l'étang. Cette dernière doit être la plus épaisse et la plus haute.

Une digue comporte cinq parties principales (Figure 60 ci-dessous) :

- ✓ **La fondation ou base,**
- ✓ **Le corps,**
- ✓ **La banquette ou sommet,**
- ✓ **Les talus,**
- ✓ **La hauteur.**

Toute digue doit avoir les propriétés suivantes :

- ⇒ Elle doit pouvoir **résister à la pression** d'eau créée par la hauteur de la masse d'eau retenue dans l'étang (Figure 61 ci-dessous).
- ⇒ Elle doit être suffisamment **haute** pour empêcher l'eau de s'écouler par-dessus, ce qui aurait rapidement pour effet de la détruire (Figure 62 ci-dessous).
- ⇒ Elle doit être **imperméable**, et les infiltrations à travers la digue doivent être réduites au minimum.

Si le terrain contient beaucoup de sable, il est prudent de creuser une tranchée au centre, tout au long de chaque digue, jusqu'à la couche de terre imperméable, de façon à remplacer la terre sableuse et perméable par un noyau d'argile imperméable qui va jusqu'au sommet de la digue. Les digues ainsi construites sont étanches et plus solides. Cette technique d'ancrage de la digue ne demandant que peu de travail est conseillée pour la construction des étangs et quel que soit le type de terre utilisée pour la construction (Figure 63, p. 85).

Il est généralement inutile de prévoir pour une digue intermédiaire, qui sépare deux étangs, une solidité comparable à celle d'une digue périphérique, dans la mesure où la pression d'eau est pratiquement égale de part et d'autre. Toutefois, s'il faut vider un étang alors que l'autre reste plein, les écarts de pression seront voisins de ceux observés sur les digues périphériques, et il faudra prévoir une construction plus solide.

Les dimensions des digues dépendent de la superficie de l'étang. La fondation de la digue est fonction de la hauteur d'eau projetée dans l'étang. La pente du talus est fonction de la qualité du sol. Elle peut ainsi varier de 1 pour 3 (soit 33 %) pour un sol meuble à 2 pour 3 (66%) pour un sol de meilleure portance. La banquette ou sommet de la digue doit avoir une largeur supérieure à 1 m



Figure 61. Différence de pression sur une digue.

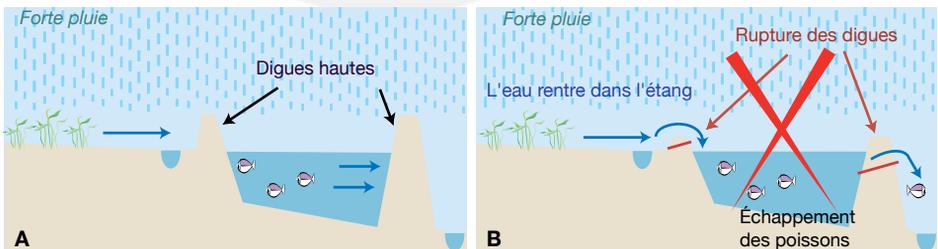


Figure 62. Digues. A : Hauteur correcte ; B : Digues trop petites.



Figure 63. Creusement de la tranchée d'ancrage.

Le noyau argileux abaisse la ligne de saturation

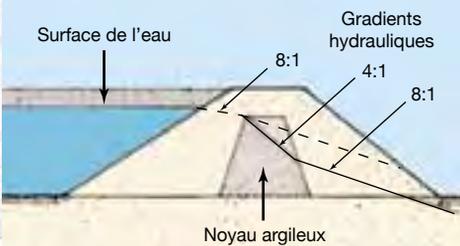


Figure 64. Noyau argileux et saturation de la digue.

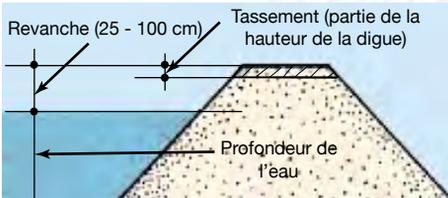


Figure 65. Hauteur d'une digue. Profondeur ; Revanche ; Tassement.

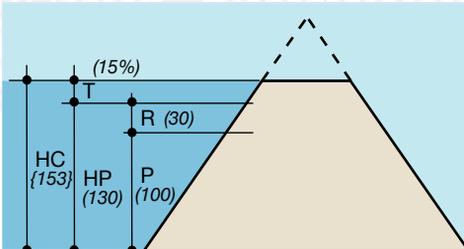


Figure 66. Hauteur de la construction (définitions et exemple dans le texte).

pour permettre les manutentions ultérieures de la senne pendant les pêches. Une implantation de la digue commence par l'implantation de la fondation.

La digue-aval qui ceinture le site piscicole est l'objet d'une pression exercée par l'eau des étangs. L'eau sature la terre dans le bas de la digue (Figure 64, p. 85). La digue-aval doit être conçue en conséquence pour éviter toute infiltration. Sur les terrains sableux, elle doit avoir une base plus large que sur les terrains argileux.

Quand l'eau, dans son trajet, rencontre une nappe phréatique située plus bas, l'eau du sous-sol de l'étang est en équilibre avec la nappe puisqu'elle a perdu sa pression. Dans ce cas favorable, il n'y a plus d'infiltration une fois le sol saturé en eau.

Le calcul de la hauteur de la digue à construire doit tenir compte des éléments suivants (Figure 65 ci-contre) :

✓ **Profondeur** souhaitée de l'eau dans l'étang.

✓ **Revanche**, c'est-à-dire partie supérieure de la digue qui ne doit jamais se trouver immergée. Elle varie de 25 cm pour les très petits étangs en dérivation à 100 cm (1 m) pour les étangs de barrage sans canal de dérivation.

✓ **Hauteur de digue perdue** au cours du processus de **tassement**, compte tenu de la compression du sous-sol sous le poids de la digue et du tassement propre de la nouvelle terre dont elle est constituée. Il s'agit du coefficient de tassement, dont la valeur est habituellement de 5 à 20 % de la hauteur de construction de la digue.

On peut donc définir deux hauteurs de digue (Figure 66 ci-contre) :

⇒ La **hauteur de conception** (selon les plans) **HP**, qui est la hauteur requise de la digue une fois terminé le processus de tassement, pour que la profondeur nécessaire d'eau dans l'étang puisse être atteinte sans danger. Elle est égale à la profondeur d'eau majorée de la revanche.

⇒ La **hauteur de construction HC**, hauteur à laquelle doit s'élever la digue nouvellement construite, avant que tout tassement ne commence. Elle est égale à la hauteur de conception majorée de la hauteur de tassement.

La hauteur de construction (HC en cm ou m) peut être calculée simplement à partir de la hauteur de conception (HP en cm ou m) et du coefficient de tassement (CT en %) par la formule suivante :

$$HC = HP / [(100 - CT) / 100]$$



Par exemple, si la profondeur maximale de l'eau dans un étang en dérivation de taille moyenne est de 100 cm et si la revanche est de 30 cm, la hauteur de conception de la digue sera égale à $HP = 100 + 30 = 130$ cm. Pour un coefficient de tassement estimé à 15 %, la hauteur de construction requise sera égale à $HC = 130 / [(100 - 15) / 100] = 130/85 = 153$ cm.

Une digue repose sur sa base. Elle doit s'amincir depuis celle-ci jusqu'au sommet, cette dernière partie étant également appelée crête ou couronnement. L'épaisseur de la digue dépend donc :

- ⇒ De sa largeur au sommet ou largeur en crête.
- ⇒ De la pente des deux parois latérales.

Globalement, au minimum, pour 1 m de haut, la digue doit faire 4 m à la base. La pente de la digue en bas de la pente de l'étang est plus importante pour limiter l'érosion et permettre un accès plus facile au fond de l'étang (Figure 60, p. 83, Figure 66 et Tableau XV ci-dessous). La largeur du sommet de la digue est en fonction de la profondeur d'eau et du rôle que doit jouer la digue pour la circulation et/ou les transports :

Tableau XV. Exemples de dimension de digues.

Surface (m ²)	200		400 - 600	
	Bonne	Assez bonne	Bonne	Assez bonne
Profondeur de l'eau (max m)	0,80		1,00	
Revanche (m)	0,25		0,30	
Hauteur de digue (m)	1,05		1,30	
Largeur au sommet (m)	0,60	0,80	1,00	
Pente du côté sec (PS) (extérieur)	1,5 : 1	2 : 1	1,5 : 1	
Pente du côté mouillé (PM) (intérieur)	1,5 : 1	2 : 1	2 : 1	
Largeur à la base (m)	4,53	6,04	6,36	8,19
Coefficient de tassement (%)	20	20	15	15
Hauteur de construction (m)	1,31	1,31	1,53	1,53
Surface de section transversale (m ²)	3,36	4,48	5,63	7,26
Volume par mètre linéaire (m ³)				

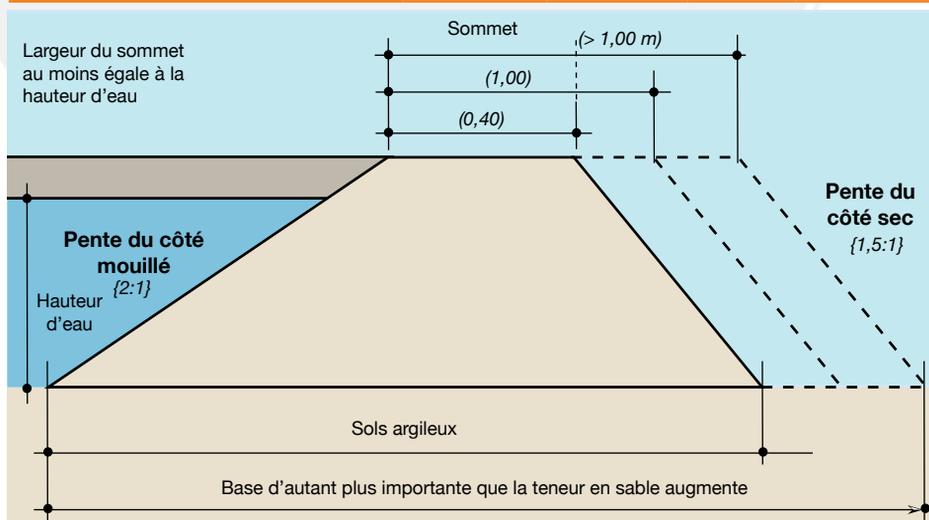


Figure 67. Dimension d'une digue.

Tableau XVI. Expression des valeurs de pente selon l'unité choisie.

Pente		
Rapport	Pourcentage	Degré
1 : 1	45	100
1,5 : 1	34	66
2 : 1	27	50
2,5 : 1	22	40
3 : 1	18	33

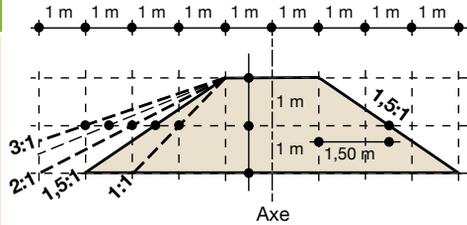


Figure 68. Calcul des pentes des digues.

- ⇒ Elle doit être au moins égale à la profondeur d'eau, mais ne doit pas être inférieure à 0,60 m pour les sols argileux et à 1 m pour des sols un peu sablonneux.
- ⇒ Elle doit être d'autant plus importante que la teneur en sable du sol augmente.
- ⇒ Elle doit être sûre pour tout transport prévu.

Les digues des étangs individuels ont deux côtés, le côté mouillé à l'intérieur de l'étang et le côté à sec à l'extérieur (Figure 67, p. 86). L'un et l'autre se rapprochent progressivement de la base au sommet, en formant un angle habituellement exprimé sous la forme du rapport définissant la variation de distance horizontale (z en m) par mètre de distance verticale, par exemple 2 : 1 ou 1,5 : 1. Si l'on considère une digue dont les côtés sont inclinés suivant une pente de 2 : 1, pour chaque mètre de hauteur à partir du sommet, la largeur de la base augmente de chaque côté de $2 \times 1 = 2$ m.

Les pentes latérales de chaque digue doivent être choisies en tenant compte des considérations suivantes :

- ✓ Plus la pente est forte, plus elle risque de s'abîmer.
- ✓ Plus le sol est sableux, plus sa résistance diminue et plus les pentes doivent être douces.
- ✓ Lorsque la grandeur de l'étang augmente, les vagues deviennent de plus en plus importantes et l'érosion devient plus forte.
- ✓ Lorsque la pente augmente, le volume de terre à déplacer augmente, ainsi que la surface de terrain nécessaire à la construction des étangs.

D'ordinaire, les pentes latérales des digues vont de 1,5:1 à 3:1, soit de 18° à 45° (Figure 68 et Tableau XVI ci-dessus), selon les conditions locales pour des étangs de 100 à 600 m². Il est possible de choisir pour le côté à sec de la digue une pente plus forte que celle du côté mouillé.

Le soin apporté à la construction des digues est un élément essentiel de la durée de vie des étangs (Figure 69, Figure 70 et Figure 71, p. 88 et Photo F, p. 89).

Pour construire les digues, on creuse le sol de la partie la moins profonde de l'étang : on enlève la terre trop sableuse (A). La bonne terre argileuse est transportée et compactée humide, au moyen d'une dame ou en roulant un fût de 200 l rempli d'eau sur l'emplacement des digues.

Chaque couche de bonne terre argileuse humide (ne contenant pas de débris végétaux ni de grosses pierres) de 10 cm d'épaisseur est damée vigoureusement (B). Si on dame une couche de terre trop épaisse, la terre ne sera pas bien tassée en profondeur. La terre sera bien compactée et la digue bien étanche si les digues sont construites selon cette technique dite « en escalier ». On utilise une dame, un fût, ou un rouleau pour bien compacter chaque marche d'escalier, l'une après l'autre. La plupart des fuites d'eau sont dues à un mauvais compactage, en particulier au-dessus du dispositif de vidange. Chaque marche d'escalier, de largeur décroissante du bas vers le haut, est damée et compactée vigoureusement (C). Après avoir monté la digue, marche après marche, jusqu'à la hauteur d'eau voulue (0,6 à 1,2 m) en fonction du type d'étang (ponte, alevinage, géniteur) et sans oublier la hauteur de la revanche de 0,25 m, il suffit d'aplatir les arêtes des marches d'escalier avec un manche en bois.

Dans les terrains très argileux, le sol est plus difficile à travailler et certains préfèrent construire les digues avec des blocs de terre qu'ils découpent dans le sol. Les sols sableux sont plus faciles à travailler et s'effritent dans les mains : ils sont très perméables et conviennent moins bien pour la pisciculture (D). Pour construire des digues sur des sols argileux, on procède de la même façon, (mé-

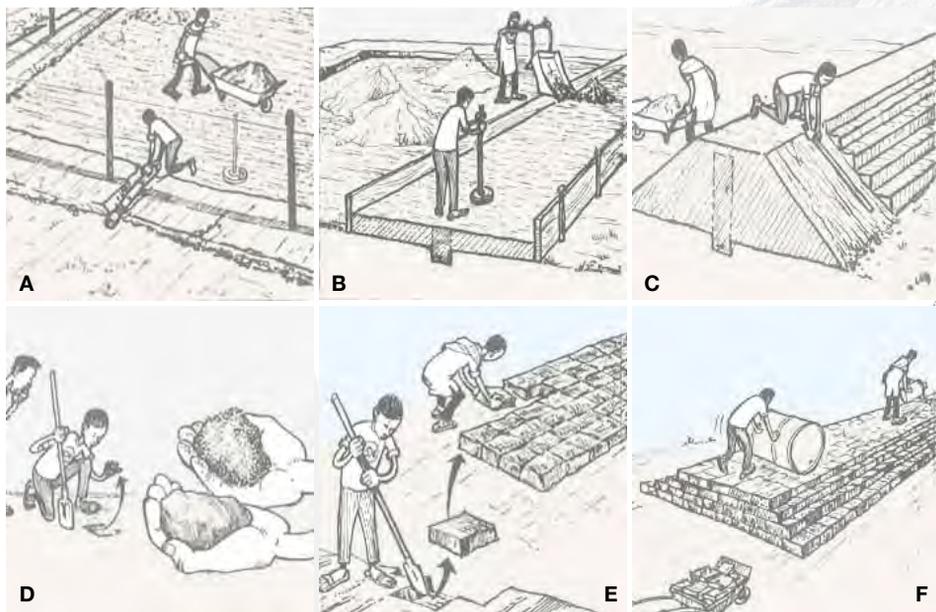


Figure 69. Construction des digues (I). A, B et C : Traditionnelle ; D, E et F : Par blocs.

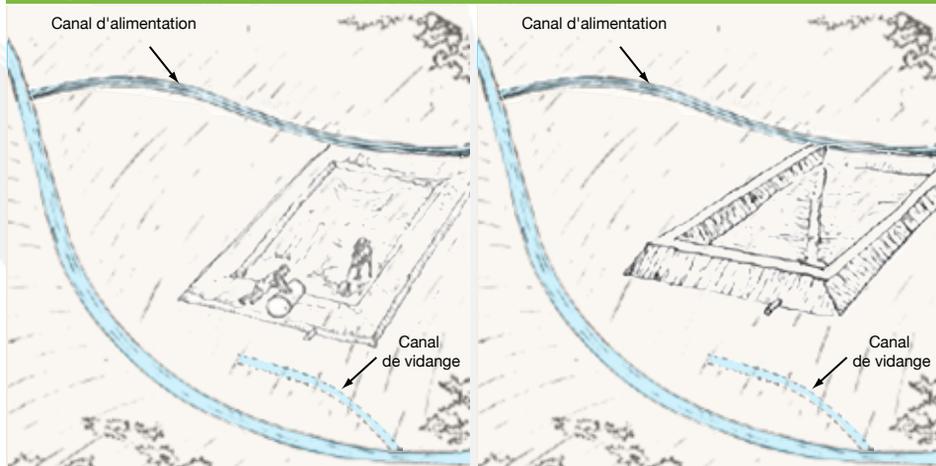


Figure 70. Construction des digues (II).

Figure 71. Préparation de l'assiette.

thode de l'escalier) mais on déplace la terre par motte taillée, débarrassée de la couche supérieure végétale et des gros débris végétaux (E). Avec un peu d'eau, chaque motte de terre argileuse se colle aux mottes voisines et forme une pâte solide et imperméable, qui adhère fortement au sol argileux sur lequel est construite la digue. On oublie souvent de décaper les mottes provoquant ainsi des fuites d'eau inutiles à travers les digues. Après avoir déposé côte à côte les mottes de terre tout le long de la digue à construire, on arrose et on écrase chaque marche d'escalier sur toute sa longueur pour que chaque motte de terre argileuse se colle à ses voisins (F). En plus, on utilisera un rouleau ou un fût de 200 litres rempli d'eau ou une dame pour bien compacter la digue sur toute sa longueur.

Si les digues de l'étang sont bien construites avec de la terre appropriée, l'étang pourra durer plus d'une vingtaine d'années avec peu d'entretien.



Photo F. Digues. À gauche : Pente mal réalisée qui s'érode (RDC)[© Y. Fermon] ; À droite : Construction (Côte d'Ivoire) [© APDRA-F] (CIRAD).

Soit lors de la construction, on laisse l'espace pour les structures d'entrée et sortie d'eau, soit celles-ci sont faites en même temps. On verra ultérieurement comment les construire.

Une fois que les digues sont construites, on va pouvoir s'occuper de l'assiette ou fond de l'étang.

VII. L'AMÉNAGEMENT DE L'ASSIETTE

L'étang devant se vider sans qu'il y reste des flaques d'eau, on aménage le fond ou plutôt l'assiette de l'étang en pente douce vers le dispositif de vidange (Figure 72 ci-dessous).

La construction se fait en déblayant les bosses pour rester légèrement en dessus des cotes. Pour les remblais, un soin particulier est donné ici au compactage et au choix de la qualité du sol à utiliser, car c'est comme dans le cas du canal d'alimentation qui est immergé en permanence.

Dans le cas de petits étangs, le fond doit être en pente douce (0,5 à 1,0 %), depuis l'arrivée d'eau jusqu'au dispositif de vidange, pour assurer une mise à sec facile et complète de l'étang. On doit toujours s'assurer que l'entrée du dispositif de vidange soit légèrement au-dessous du point le plus bas du fond de l'étang.

Pour les étangs plus grand (plus de 4 ares) l'aménagement de fossés de drainage vers la vidange est très utile. Il est préférable d'assurer une mise à sec complète par un réseau de fossés de vidange peu profonds et ayant une pente de 0,2 %, plutôt que de chercher à créer une pente sur toute l'assiette de l'étang.

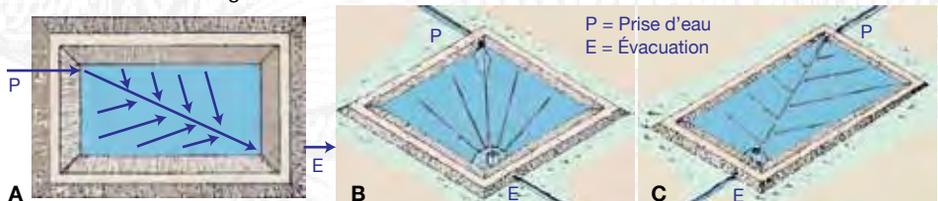


Figure 72. L'assiette. Direction de la pente (A) et disposition des drains : Rayonnant (B) ; En « arêtes de poisson » (C).



Quand le fond de l'assiette est entièrement régularisé, on procédera au creusement des drains convergeant des bords vers la zone de vidange. Les drains sont des petits canaux construits pour faciliter l'évacuation totale de l'eau. Toutes les différentes opérations sont réalisées en respectant les données du lever et des piquets de niveau. On peut disposer les drains (Figure 72, p. 89) :

- ✓ En **rayon** à partir du dispositif de vidange, ou
- ✓ En « **arêtes de poisson** ».

Les fossés de vidange doivent être tous reliés à une fosse de capture creusée dans la partie la plus profonde de l'étang, d'ordinaire à l'avant du dispositif d'évacuation, là où tous les poissons peuvent être rassemblés pour la récolte (Figure 73 ci-dessous).

Il y a lieu de ne pas oublier de prévoir les différences de niveau suivantes (Figure 74 ci-dessous) :

- ✓ Entre l'extrémité du fossé de vidange et le fond de la fosse de capture (au moins 20 cm).
- ✓ Entre le fond de la fosse de capture et le fond du dispositif de vidange (au moins 10 cm).

VIII. LA CONSTRUCTION DES DISPOSITIFS D'ALIMENTATION ET DE VIDANGE DE L'ÉTANG

Il s'agit, ici, de voir quels sont les dispositifs d'alimentation ou prise et de vidange de l'eau des étangs, c'est-à-dire comment faire arriver l'eau dans les étangs et comment les vider complètement, tout en gérant ces entrées et sorties d'eau.

VIII.1. L'ALIMENTATION OU PRISE D'EAU

Les ouvrages de prise d'eau servent à régler en permanence le débit d'eau qui pénètre dans l'étang. Il existe trois principaux types d'ouvrages de prise d'eau :

- ✓ Par tuyau,
- ✓ Par gouttière,
- ✓ Par canal.

La conception et la réalisation d'un ouvrage de prise d'eau doivent bien prendre en considération les recommandations suivantes (Figure 75, p. 91) :

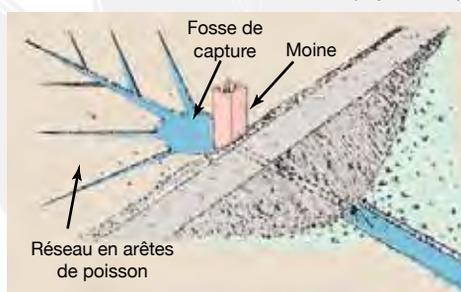


Figure 73. Fosse de vidange.

⇒ La prise d'eau doit être placée du côté le moins profond de l'étang.

⇒ Le fond de la prise d'eau doit être à un niveau identique à celui du fond du canal d'alimentation et de préférence au moins 10 cm au-dessus du niveau maximal de l'eau dans l'étang.

⇒ La prise d'eau doit être horizontale ou avec un minimum possible de pente.

⇒ L'ouvrage doit être placé de façon que l'eau fasse des éclaboussures et se mélange autant que possible à son arrivée dans l'étang.

⇒ L'ouvrage doit permettre d'éviter l'entrée dans

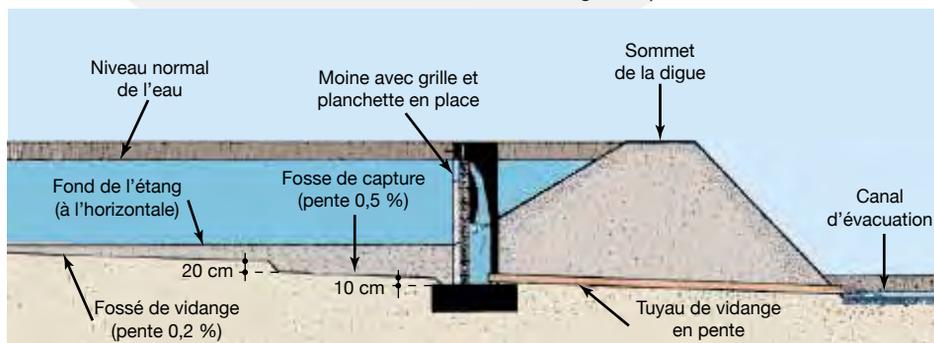


Figure 74. Coupe transversale d'un étang au niveau du fossé de vidange.

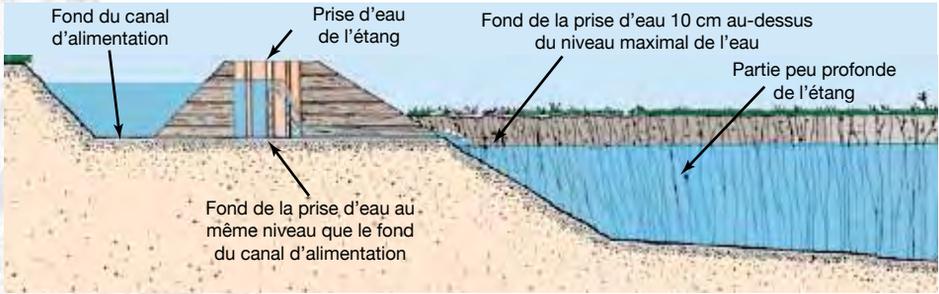


Figure 75. Coupe transversale de la prise d'eau d'un étang.

l'étang de poissons ou d'autres animaux aquatiques indésirables.

VIII.1.1. LES PRISES D'EAU PAR TUYAU

Pour les prises d'eau d'étangs, on peut utiliser des tuyaux en différents matériaux, selon l'alimentation en eau requise et le diamètre intérieur des tuyaux (Figure 76 ci-contre). D'ordinaire, les tuyaux de prise d'eau se prolongent sur une distance de 60 cm à 100 cm en surplomb au-dessus du niveau d'eau de l'étang lorsque celui-ci est plein, et leur extrémité doit être au moins 10 cm au-dessus du niveau final du plan d'eau. On utilisera principalement de tuyaux en PVC ou plastique, qui sont résistant et ne se détériorent que très peu. Dans le cas où ceux-ci ne seraient pas disponibles, on pourra utiliser du bambou.

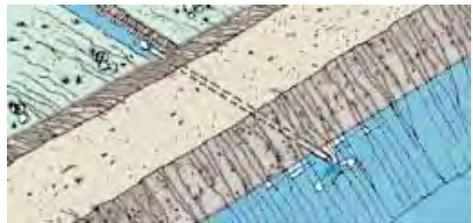


Figure 76. Prise d'eau par tuyau.

Les tuyaux de bambou constituent des prises d'eau économiques et de bonne qualité, à condition d'en disposer sur place (Figure 77 ci-contre). Ils peuvent servir de différentes façons au remplissage de petits étangs, par exemple :

✓ Sans modification, avec réglage du débit en amont :

✓ Équipés d'une petite vanne mobile servant à régler le débit ;

✓ Munis d'une modification destinée à améliorer la qualité de l'eau.

VIII.1.2. LES PRISES D'EAU PAR GOUTIÈRE

Les prises d'eau par gouttière surplombent généralement la surface de l'eau sur une distance d'environ 1 m lorsque l'étang est plein (Figure 78, p. 92). De construction simple, elles peuvent être fabriquées avec les matériaux suivants (Figure 79, p. 92) :

✓ **Bambou** : En coupant une tige de bambou dans le sens de la longueur et en enlevant les cloisons intérieures. Le diamètre est habituellement limité au maximum à 10 cm.

✓ **Bois** : En assemblant trois planches de manière à former une gouttière de section rectangulaire. Il est facile d'y installer une vanne de réglage du débit.

✓ **Métal** : En pliant dans le sens de la longueur une tôle métallique galvanisée de façon à obtenir une gouttière de section semi-circulaire. Le réglage du débit se fait alors en amont.

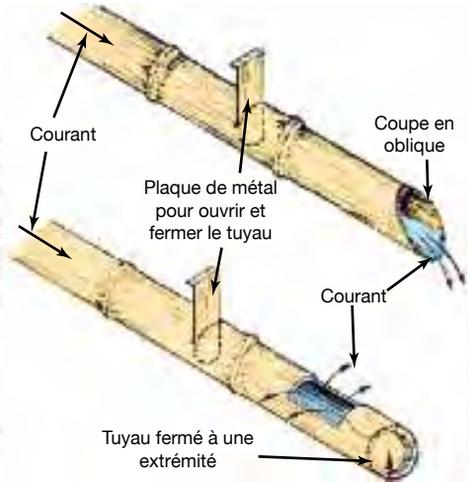


Figure 77. Extrémité de tuyau de bambou.

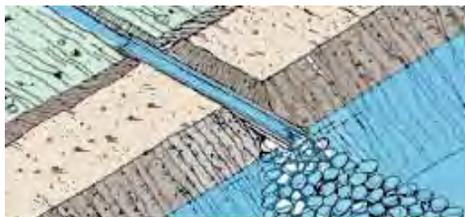


Figure 78. Prise d'eau par gouttière.

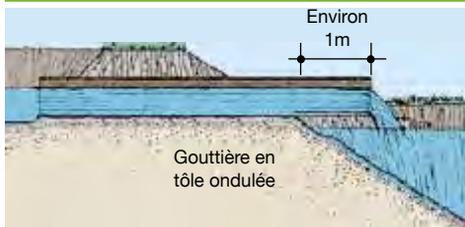


Figure 79. Différents type de gouttières.

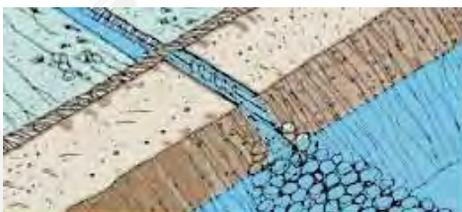
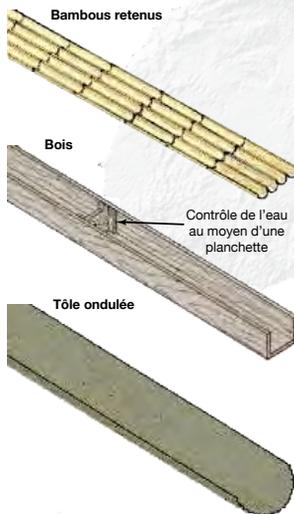


Figure 80. Prise d'eau par canal.

VIII.13. LES PRISES D'EAU PAR CANAL

Le canal d'alimentation en eau peut être relié à l'étang par un petit canal à découvert, (Figure 80 ci-contre). Ce canal peut être réalisé de différentes façons, notamment :

- ✓ En creusant un petit canal en terre de section trapézoïdale.
- ✓ En construisant un petit canal à revêtement d'étanchéité, de section rectangulaire, en bois, en briques ou en parpaings. Deux petites parois parallèles sont montées sur une fondation légère le long des berges du canal. Si nécessaire, elles sont équipées de deux paires de rainures, d'une part pour régler le débit en y insérant de fines planchettes et d'autre part pour interdire aux poissons indésirables l'accès à l'étang à l'aide d'une grille coulissante.

VIII.14. QUELQUES POINTS SUPPLÉMENTAIRES

■ L'OXYGÉNATION DE L'EAU

On peut augmenter l'oxygène dans l'eau assez simplement à la prise d'eau d'un étang au moment où l'eau chute dans l'étang. Le principe est d'augmenter la surface de contact entre l'air et l'eau. Le mélange de l'oxygène atmosphérique à l'eau s'améliore à mesure que :

- ✓ La hauteur de la chute d'eau augmente :
- ✓ La largeur de l'eau et de la surface de contact avec l'air augmente :
- ✓ Le clapotis et la fragmentation de l'eau en fines gouttelettes augmentent.

Si l'eau alimente l'étang à travers un tuyau, on peut améliorer l'oxygénation :

- ✓ En ajoutant un coude de 90° à l'extrémité du tuyau, ouverture vers le haut ;
- ✓ En plaçant un filtre perforé vertical sur l'extrémité renversée du tuyau ;
- ✓ En fixant un écran perforé horizontal de façon qu'il s'incurve autour de l'extrémité du tuyau et le dépasse légèrement.

Si l'eau d'alimentation chute verticalement dans l'étang par l'intermédiaire d'un dispositif en surplomb, on pourra améliorer l'oxygénation en mettant sous le jet un panneau horizontal, plan ou ondulé, qui brisera le jet.

■ LA LIMITATION DE L'ÉROSION DE L'ÉTANG

Il est indispensable de positionner sous l'arrivée d'eau, des blocs de pierres qui éviteront à l'étang de se creuser dans cet endroit.

VIII.1.5. LA FILTRATION

Au niveau de la prise d'eau, des dispositifs de filtration de l'eau sont habituellement utilisés :

- ✓ Pour améliorer la qualité de l'eau en réduisant la turbidité et en permettant d'éliminer certaines matières organiques en suspension, telles que débris végétaux.
- ✓ Pour limiter l'introduction de poissons sauvages, qui peuvent s'approprier la nourriture, transmettre des infections et des maladies et réduire la production des étangs. Les espèces carnivores peuvent détruire le stock de poissons, notamment les plus petits.

Il est possible de réaliser différents types de structures plus ou moins efficaces et plus ou moins lourdes à mettre en place. Dans un premier temps, on peut mettre un barrage grossier comme une grille, au niveau du canal d'alimentation général ou de l'étang pour empêcher les gros détritrus de passer par les étangs. Pour les animaux aquatiques, on utilisera des structures plus fines. Souvent, de simples grilles, parfois en moustiquaire, ont été utilisées au niveau de la prise d'eau (Photo G ci-contre). Cependant, soit ces grilles se colmatent très rapidement et demandent donc un nettoyage journalier, soit elles sont détruites car pas assez solides. On peut effectivement mettre en place des structures plus élaborées, mais qui demandent souvent des surcoûts plus élevés. Cependant, il est possible de mettre en place un système simple, pas trop onéreux et demandant un entretien régulier mais non contraignant, pouvant être seulement d'une à deux fois par an, si l'eau est assez claire. Il s'agit de faire passer l'arrivée d'eau par des graviers, puis par du sable (Figure 81 et Photo H, p. 93).



Photo G. Exemple de grille non efficace à l'arrivée d'eau d'un étang (Libéria) [© Y. Fermon].

Dans le cas où l'eau d'alimentation est trop



Photo H. Exemple de filtre mis en place à la prise d'eau d'un étang au Libéria [© Y. Fermon].

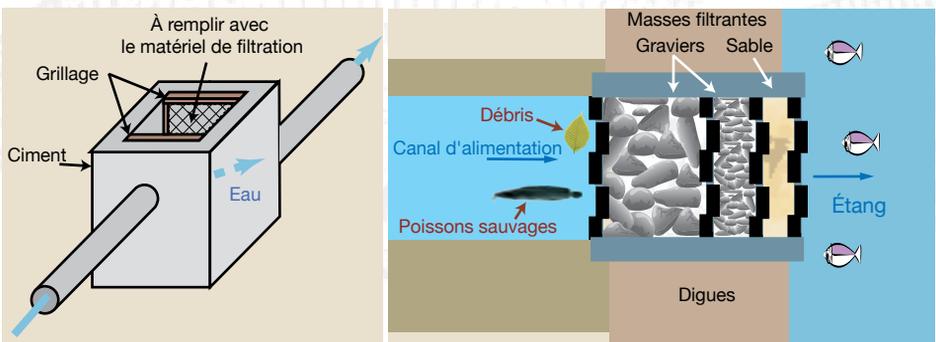


Figure 81. Schéma d'un exemple de filtre sur sable.



turbide et chargée en sédiment, il est possible de mettre en place avant son arrivée dans l'étang, un filtre à décantation. Le principe est simple. Il suffit de mettre en place un petit bassin en amont et d'y faire passer l'eau à faible débit. Les particules vont se déposer au fond de ce bac qui devra être vidé à saturation. L'eau qui parviendra à l'étang sera alors claire. Ceci sera exposé ultérieurement.

VIII.2. LA VIDANGE DES ÉTANGS

Un étang de pisciculture bien construit doit pouvoir se vider complètement grâce à un dispositif de vidange adapté aux dimensions de l'étang.

Avant de commencer la construction des digues proprement dites, il faut prévoir l'installation d'un dispositif de vidange. De préférence, on installera le système de vidange en même temps que le montage des digues, en laissant l'espace nécessaire, ou bien avant les digues.

Deux raisons principales justifient la construction d'ouvrages de vidange :

- ⇒ **Maintenir la surface de l'eau de l'étang à son niveau optimal**, lequel coïncide habituellement avec le niveau d'eau maximal prévu pour l'étang en question ;
- ⇒ **Permettre la vidange complète de l'étang** et la récolte du poisson au moment voulu.

Outre ces deux fonctions essentielles, un bon dispositif de vidange doit, dans la mesure du possible, assurer également que :

- ⇒ Le **temps nécessaire** à la vidange de l'étang n'est pas excessif ;
- ⇒ Le **débit** des eaux de vidange est aussi régulier que possible, pour éviter de perturber le poisson de manière excessive ;
- ⇒ Il n'y a **aucune perte de poissons**, en particulier en cours de vidange ;
- ⇒ L'eau peut être **évacuée** sur l'ensemble de l'étang ;
- ⇒ Tout **excédent** d'eau raisonnable peut être évacué ;
- ⇒ Le **nettoyage** et l'**entretien** sont faciles à effectuer ;
- ⇒ Les **coûts** de construction et d'entretien sont relativement faibles.

Dans la plupart des cas, les ouvrages de vidange comportent trois éléments essentiels :

- ✓ Une **zone de capture**, à l'intérieur de l'étang, dont l'eau est évacuée et dans laquelle le poisson est capturé pour la récolte ;
- ✓ Le dispositif de **régulation** de l'eau proprement dit, comprenant tous les bouchons, robinets, planchettes, grilles et vannes éventuellement nécessaires ;
- ✓ Un dispositif d'**évacuation** de l'eau hors de l'étang, constitué d'un tuyau ou d'une ouverture creusée à travers la digue, et/ou d'un dispositif de trop-plein. Dans les deux cas, une zone protégée à l'extérieur de la digue doit empêcher les eaux de vidange d'affouiller les parois ou le canal d'évacuation.

Les ouvrages de vidange des étangs peuvent être construits de diverses façons, avec différents matériaux comme bambou, bois, briques, parpaings ou béton. On distingue quatre principaux types d'ouvrages :

- ✓ Les simples ouvertures creusées dans la digue ;
- ✓ Les canalisations simples et les siphons ;
- ✓ Les digues percées ;
- ✓ Les moines.

Dans plusieurs manuels, on préconise qu'un simple tuyau suffit : il peut être en bambou, en PVC, en bois, en fer ou en béton et d'un diamètre d'au moins 100 mm pour les petits étangs de 3 à 5 ares. Le diamètre intérieur des tuyaux de vidange déterminera la capacité de débit de l'ouvrage. Cependant, à l'usage, il s'avère qu'au-dessus de 100 m² (ou 1 are), **le moine est le plus fiable** et permet une bonne gestion de l'eau des étangs. Pour les étangs inférieurs (stockage, alevinage), on pourra utiliser des tuyaux. De ce fait, ne seront montrés ici que les deux méthodes de vidange préférentielles.

VIII.2.1. LES VIDANGES EN TUYAUX

On va choisir la grandeur et la qualité des tuyaux qu'il convient d'utiliser selon la superficie de l'étang et les diamètres requis. Des diamètres de 5 à 10 cm suffisent pour des étangs de taille infé-

rière à 100 m². Les tuyaux peuvent être en bambou, en métal galvanisé ou en plastique (PVC). Un dispositif de vidange peut être constitué d'une canalisation rectiligne de faible diamètre. Il importe que les tuyaux utilisés à cet effet soient installés au point le plus bas de l'étang, avant que la digue ne soit construite. La méthode avec un tuyau qui permet le mieux de contrôler la hauteur de l'eau est celle d'utiliser un tuyau rigide pivotant.

Ce dispositif de vidange est constitué de trois parties, de préférence en plastique rigide :

- ✓ Une canalisation de base légèrement en pente, formée par exemple d'un seul ou de plusieurs tuyaux en PVC qui passent à travers la digue ;
- ✓ Un tuyau vertical qui monte jusqu'à la hauteur du niveau d'eau maximal ;
- ✓ Un coude à 90° reliant ces deux tuyaux. Il peut être collé au tuyau vertical, ce qui n'est toutefois pas indispensable si l'ajustement entre les deux tuyaux ne soit très lâche. Le coude n'est pas collé au tuyau de base, mais peut être lubrifié à l'aide d'un produit approprié, tel que de la graisse minérale, du lard ou du savon.

Ce type de dispositif de vidange peut être installé soit à l'intérieur de l'étang, devant la digue, soit à l'extérieur, derrière la digue, auquel cas, il faut placer un grillage, à l'extrémité intérieure du tuyau de base. Il est généralement préférable de placer le tuyau vertical à l'intérieur de l'étang pour limiter le risque d'obstruction et réduire les fuites (Figure 82 ci-dessous).

Si possible, il faut placer l'ouverture du tuyau horizontal au moins 10 cm au-dessous du point le plus bas de l'étang. On peut fixer soigneusement le tuyau vertical à un piquet d'acier situé devant,

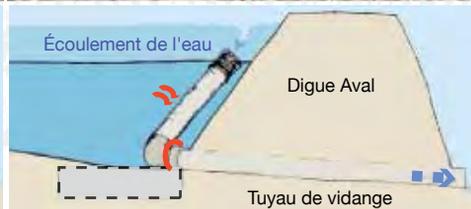
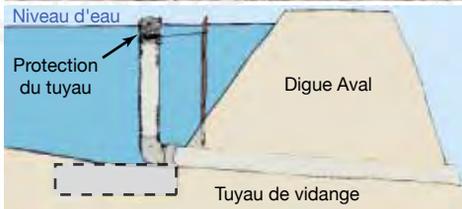
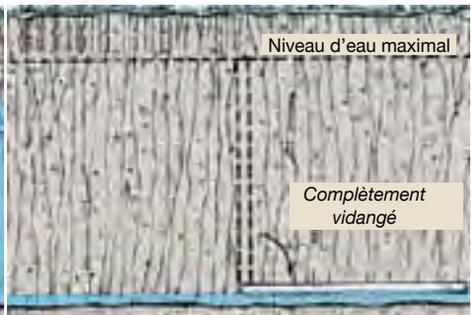
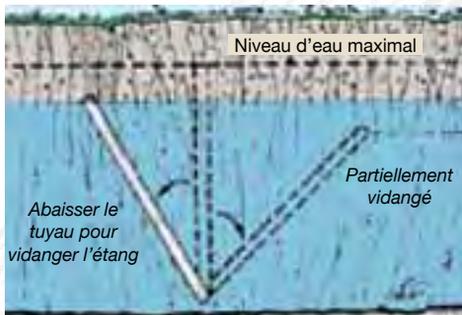
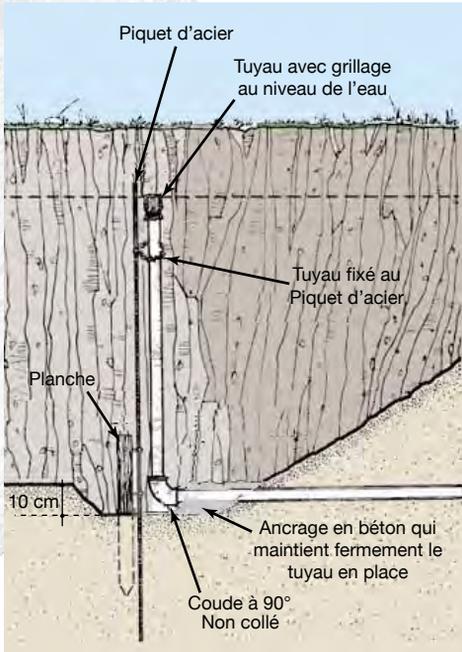


Figure 82. Dispositif de vidange par tuyau coudé rigide.



au moyen d'une corde ou d'une chaîne, ce qui permet d'éviter les mouvements accidentels. On va placer à l'extrémité du tuyau vertical un grillage étroitement ajusté.

Pour régler le niveau d'eau dans l'étang, il suffit d'incliner le tuyau suivant l'angle voulu en le tournant vers le haut ou vers le bas. Puis, il suffit de le fixer dans la position choisie avec la chaîne ou la corde.

Pour vidanger l'étang, on va faire pivoter progressivement le tuyau vertical vers le bas, en suivant la descente du niveau de l'eau. Lorsqu'il est en position horizontale, on enlève le tuyau coudé de l'extrémité du tuyau horizontal pour terminer la vidange de l'étang et récolter le poisson.

On peut utiliser ce dispositif pour évacuer les eaux normales de trop-plein, puisque toute quantité d'eau en excès dans l'étang par rapport au niveau choisi pour le tuyau vertical est alors évacuée automatiquement.

VIII.2.2. LE MOINE DE VIDANGE

Parmi les divers ouvrages de vidange des étangs, le moine constitue l'un des plus anciens et des plus couramment utilisés.

Le moine est un conduit d'évacuation en forme de U vers l'intérieur de l'étang, et prolongé à sa base par une canalisation. L'eau est évacuée par cette canalisation enterrée sous la digue. La structure est construite au point le plus profond de l'étang. Le moine comprend deux ailes latérales et un dos. Deux ou trois rainures parallèles aménagées verticalement sur chacune des ailes peuvent recevoir des planchettes en bois qui, en se juxtaposant les unes sur les autres, ferment le moine du côté ouvert vers l'intérieur de l'étang. L'espace entre les deux premières rangées de planchettes est bourré avec de la terre argileuse, pour rendre cette partie du moine étanche. Dans l'éventuelle troisième paire de rainures, des grilles font office de planchette et préviennent la fuite des poissons pendant les vidanges. Cette troisième paire de rainures s'avère dans la pratique très utile surtout en fin de vidange. En effet, lorsque l'on atteint la dernière frange d'eau au fond de l'étang, la capture des poissons accumulés en charge importante devant l'ouverture du moine ne laisse pas toujours le temps de gérer au mieux les planchettes des deux premières paires, et la présence des grilles dans la troisième apparaît dès lors salutaire.

Le niveau d'eau de l'étang est facile à contrôler et à ajuster. Il peut faire office de trop-plein et simplifie la récolte du poisson. De plus, un moine est facile d'utilisation et son coût de construction n'est pas trop élevé si les dimensions de la digue sont assez importantes. Il a, par contre, l'inconvénient de ne pas être très simple à construire, en particulier lorsqu'on le réalise en briques ou en béton.

Le moine de vidange complet se compose donc des éléments suivants (Figure 83 ci-dessous) :

- ✓ Une colonne verticale à trois côtés (appelée moine), dont la hauteur est généralement égale à celle de la digue ;
- ✓ Une canalisation qui traverse la digue et qui est scellée au pied de la colonne, à l'arrière ;
- ✓ Une semelle de fondation pour la colonne et la canalisation ;
- ✓ Des rainures dans lesquelles sont installées les planchettes et les grilles qui forment le quatrième côté du moine.

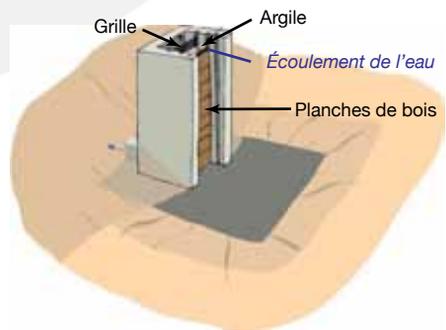
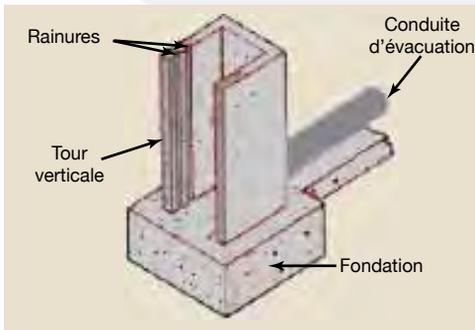


Figure 83. Composition d'un moine.

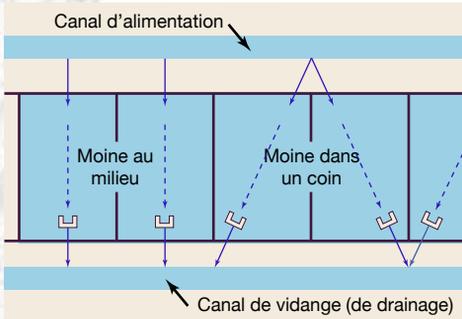


Figure 84. Position d'un moine dans l'étang.

Comme n'importe quel autre ouvrage de vidange, le moine est généralement construit du côté de l'étang situé à l'opposé de l'arrivée d'eau. Cela peut être soit au milieu de la digue, soit dans le coin d'un étang lorsque l'eau est évacuée dans un bassin de capture commun à deux étangs adjacents (Figure 84 ci-contre).

La fondation du moine se construit en tenant compte de la pression ultérieure de l'eau sur l'ouvrage, et surtout des niveaux à respecter pour assurer la vidange gravitaire de l'étang. En tout état de cause, la base du moine donnant sur la conduite d'évacuation devra se trouver à une cote relative légèrement en dessous du point le

plus bas de l'assiette de l'étang, et bien sûr, plus haute que le niveau maximum du lit du cours d'eau d'évacuation.

Le moine peut être intégré à la digue ou indépendant, à une certaine distance à l'intérieur de l'étang. Cette dernière solution présente les avantages suivants (Figure 85 ci-dessous) :

- ⇒ Si le moine est intégré à la digue, les infiltrations d'eau par la digue seront plus importantes et les braconniers pourront y accéder plus facilement. Pour empêcher que de la terre tombe à l'intérieur du moine, il faudra construire un mur de protection supplémentaire de part et d'autre, mais l'entretien du moine sera plus facile.
- ⇒ Si le moine est construit sur le fond de l'étang, à l'avant du pied de la paroi intérieure de la digue, il faudra construire une canalisation plus longue, mais l'accès au moine se fera par une passerelle amovible et il sera beaucoup plus difficile de modifier le réglage du moine.

Les moines peuvent être construits en bois, en briques ou en béton en fonction surtout des matériaux disponibles, de leur coût, des compétences techniques locales et de la taille de l'ouvrage.

Le type de moine dont la construction est la plus délicate est le moine en briques. Il faut en effet faire appel à un maçon qualifié pour obtenir un ouvrage correctement construit et étanche. Sinon le revêtement de mortier devra être refait fréquemment, ce qui augmentera les dépenses d'entretien. Généralement, les moines en bois et en béton sont de construction plus simple et moins onéreuse. Lors de la construction d'un moine, il ne faut pas oublier que :

- ⇒ La canalisation doit être posée avant la construction de la digue et de la colonne du moine.
- ⇒ Il faut construire une dalle de fondation solide pour éviter des problèmes ultérieurs.
- ⇒ Il va falloir faire attention aux différents raccordements (colonne et semelle, colonne et canalisation, rainure du moine)
- ⇒ La canalisation doit avoir une pente suffisante, de préférence de 1,5 à 2 %.
- ⇒ IL est nécessaire d'installer un dispositif distinct de trop-plein chaque fois qu'il y a le risque d'introduction incontrôlée d'eaux de crues dans l'étang.

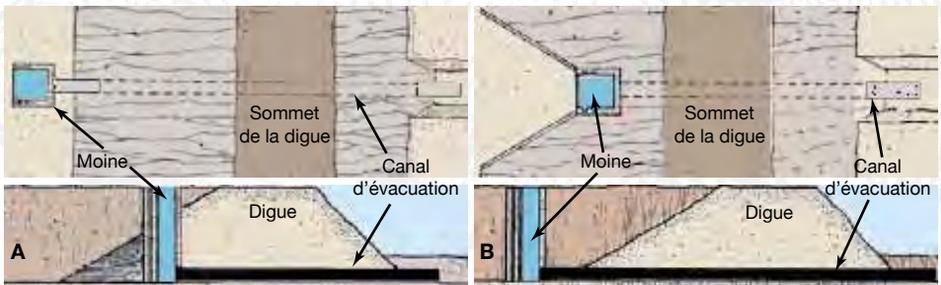


Figure 85. Position du moine par rapport à la digue aval. A : Intégré dans la digue ; B : À l'intérieur de l'étang.



■ LES MOINES EN BOIS

Un modèle de moine peut être construit entièrement en bois. Il s'agit du type de moine dont la construction est la plus simple et la moins coûteuse, bien que l'étanchéité et la durabilité de l'ouvrage exigent que l'on procède soigneusement. La hauteur d'un moine en bois ne doit pas dépasser 2 m (Figure 86 ci-dessous).

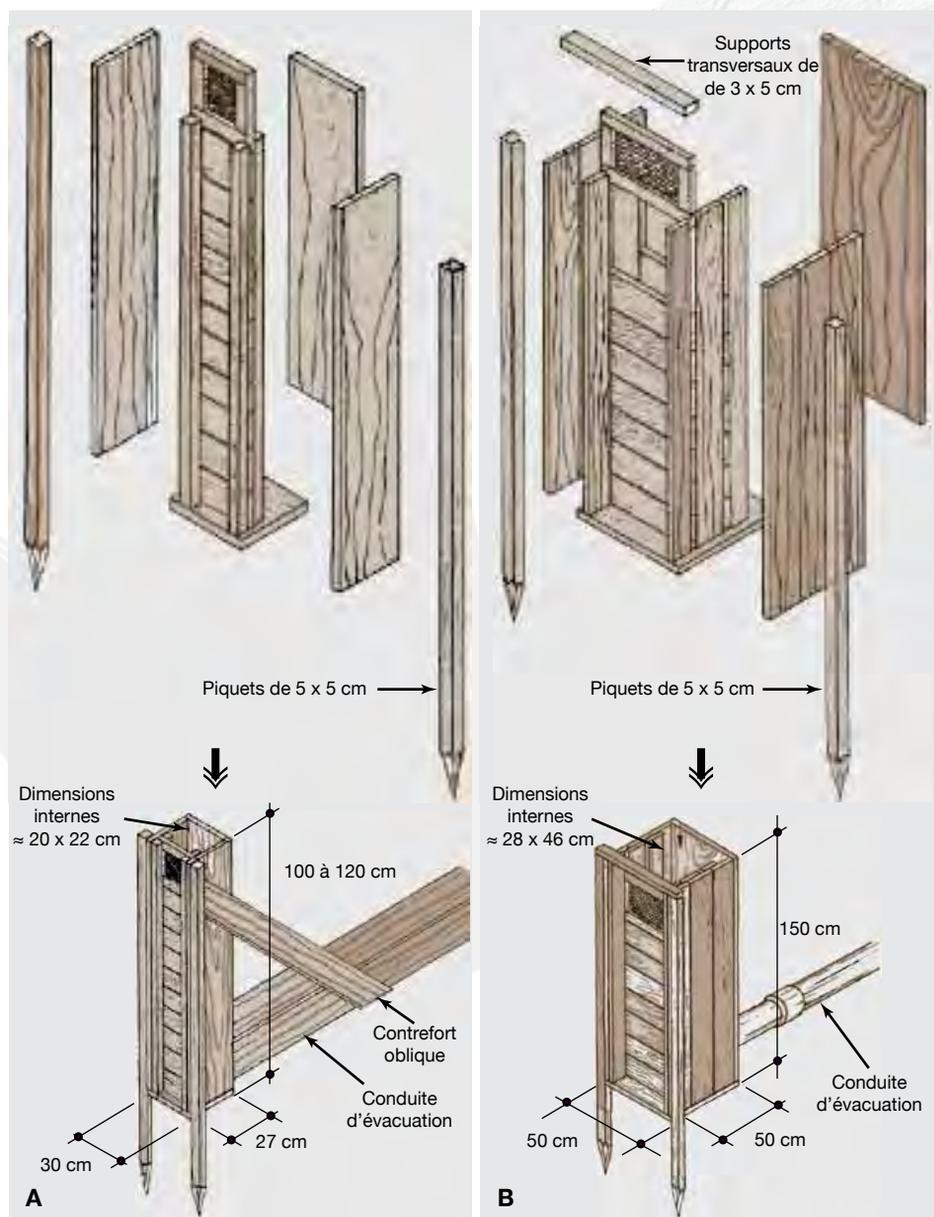


Figure 86. Moine en bois de petit taille (A) et moyenne (B).



Figure 87. Canalisation en bois.

Pour construire un moine en bois, il faut choisir un bois lourd et durable, résistant à l'eau. La durabilité du bois peut être améliorée par application d'un produit de conservation ou d'huile moteur usagée. Il ne faut cependant pas oublier de laver le bois avant d'empoisonner l'étang.

Il faut utiliser des planchettes sans nœuds, de 3 à 5 cm d'épaisseur. Ainsi, il faudra environ 0,4 m³ de bois pour un moine de 2 m de haut.

Dans la plupart des cas, il n'est pas nécessaire de prévoir des fondations, bien qu'en présence de sols moins stables il puisse être indiqué de prévoir de simples pieux de fondation en bois, dans la mesure où ils sont très légers. D'ordinaire,

il est suffisant de les construire sur des fondations légères, par exemple des dalles de pavage ou de simples pieux en bois ou encore des planches assez larges posées à plat sur le fond de l'étang.

Les moines de petites et moyennes dimensions se composent de planches clouées ou vissées ensemble, de façon que la face tournée vers l'étang soit ouverte. Il est préférable de visser un poteau d'ancrage de chaque côté de la colonne. Il faut enfoncer tout d'abord ces deux poteaux jusqu'à une profondeur suffisante dans le fond de l'étang, puis les visser au moine.

Si l'on veut améliorer la solidité de l'ouvrage, il est possible d'ajouter un contreventement oblique de chaque côté, supportant la partie supérieure de la colonne contre la canalisation.

Au lieu d'utiliser des éléments standard de canalisation en plastique ou en béton, on peut construire un conduit entièrement en bois (Figure 87 ci-dessus). Il suffit à cet effet d'assembler par des clous ou des vis quatre planches montées en caisson rectangulaire. On fixe soigneusement la canalisation ainsi réalisée sur un sol bien compacté et on l'enfouit sous la digue.

■ LES MOINES EN BRIQUES, EN PARPAINGS ET EN BÉTON

Des colonnes de moines de moins de 1,5 m de hauteur, raccordées à des canalisations de 25 à 30 cm de diamètre au maximum, peuvent être construites avec une seule épaisseur de briques scellées au mortier. Les moines plus grands et plus larges que l'on peut réaliser avec ces matériaux, exigent cependant une base de largeur double et de solides contreventements pour assurer la solidité et la stabilité de l'ouvrage, lequel devient alors trop lourd et trop coûteux dans la plupart des cas.

Les règles de construction à observer pour des petits moines sont :

⇒ Les moines en briques et en parpaings doivent avoir des surfaces intérieures soigneusement finies, revêtues d'un enduit. Cette technique a révélé trois défauts majeurs :

1. Les parpaings sont creux et le crépissage s'effrite rapidement. Des fuites, difficilement réparables, apparaissent sur les moines vieillissants.

2. Le moine est souvent inutilement grand au vu du débit que le tuyau peut évacuer (ce qui nécessite des planches assez longues et relativement coûteuses pour fermer le moine).

3. Il est impossible de réaliser deux moines de même largeur pouvant utiliser les mêmes grilles ou les mêmes planches.

En revanche, cette construction n'est pas onéreuse.

⇒ Pour des structures en béton, il y a lieu de faire appel aux services d'un maçon qualifié. La qualité d'exécution doit en effet être excellente pour garantir la durabilité de l'ouvrage.

Au départ, la construction du coffrage se faisait sur site. La construction sur site de coffrage permettait de couler le béton qui prenait la forme d'un moine au démoulage. Cette technique présentait une difficulté lors de sa mise en œuvre. La construction du moule sur place s'avérait délicate, le décoffrage parfois hasardeux et la récupération des planches problématique. Ce qui augmentait beaucoup le coût de la construction. Les moines étaient le plus souvent de tailles différentes mais bien plus solides.

Depuis on utilise une meilleure solution : le moule démontable et réutilisable (Figure 88 et Photo I, p. 100). L'idée a été de concevoir un moule démontable réutilisable. En outre, cette solution garantit un dimensionnement standard. Cependant, les premiers moules étaient assez lourds à transporter.

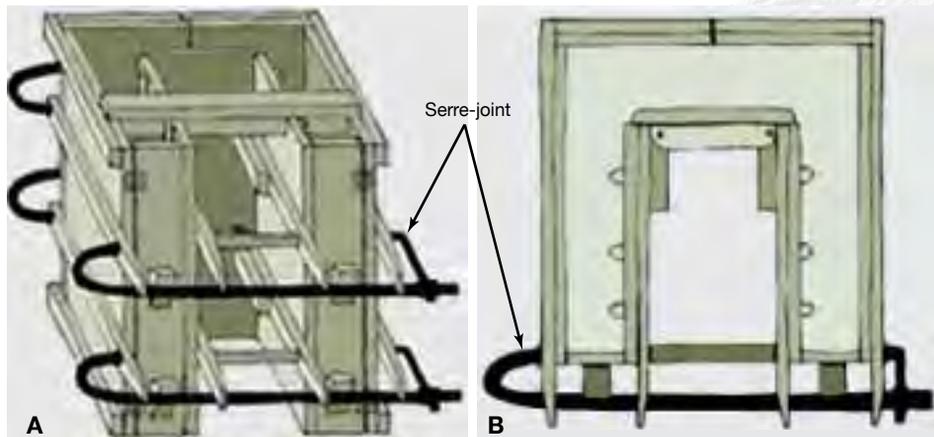


Figure 88. Moule de moine. A : Vue de face ; B : Vue de dessus.

Lorsque le pisciculteur s'investissait lui-même dans la recherche du sable et du gravier, ces moines coûtaient finalement moins cher que ceux qui sont réalisés en parpaings. Puis, ce type de coffrage subit à nouveau des évolutions majeures. En particuliers, le moule est désormais transportable par une seule personne à pied ou à vélo. Le coffrage en bois enduit intérieurement d'huile (huile de vidange de moteurs de véhicules par exemple) est donc réalisé au-dessus de la fondation afin de couler les ailes et le dos du moine.

À titre indicatif, les dimensions présentées dans le Tableau XVII ci-dessous peuvent être adoptées, en fonction de la taille de l'étang. Ainsi, pour un étang de 0,5 à 2 ha, le coffrage à couler pourra

Tableau XVII. Indications sur les dimensions des moines selon la taille de l'étang.

Surface de l'étang	S < 0,5 ha	S > 0,5 ha
Hauteur (m)	1,50	2,00
Largeur du dos (m)	0,54	0,70
Largeur des ailes (m)	0,44	0,54
Épaisseur du béton	0,12	0,15



Photo I. Moule et moines (Guinée). À gauche : Le 1er étage et le moule ; À droite : Mise en place du 2ème étage [© APDRA-F] (CIRAD).

Tableau XVIII. Estimation du débit et de la durée de vidange de l'étang en fonction du diamètre de la conduite d'évacuation.

Diamètre (cm)	Débit (l/s ⁻¹)	Débit (m ³ /h ⁻¹)	Durée de vidange d'un étang de 4 ares (Profondeur moyenne : 1 m)
10	8	28,8	13 h 53
15	18	64,8	6 h 11
20	31	111,6	3 h 35
30	70	252	1 h 35
40	130	468	52 mn

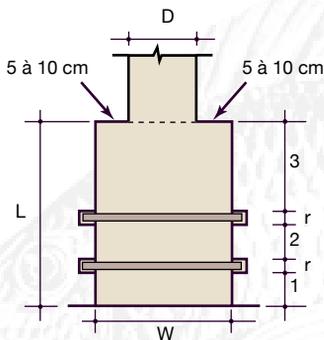
avoir : 2 m de hauteur, 0,7 m de largeur du dos, 0,54 m pour les ailes et 0,15 d'épaisseur. Le mélange du béton à utiliser sera de 1 volume de ciment pour 2 volumes de sable fin et 4 volumes de gravier, soit, pour le moine sus décrit, 4 sacs de ciment, 4 brouettes de sable et 8 brouettes de cailloux concassés.

La capacité de débit d'un moine est fonction du diamètre intérieur de la canalisation. La section transversale du moine augmente en fonction du diamètre de la canalisation (Tableau XVIII ci-dessus, Tableau XIX et Figure 89 ci-dessous).

Les points suivants sont importants :

- ⇒ La largeur intérieure de la colonne doit être égale au diamètre de la canalisation augmenté de 5 à 10 cm de chaque côté ;
- ⇒ Il doit y avoir un espace d'au moins 8 à 10 cm à l'avant de la première rainure ;
- ⇒ Les deux séries de planchettes doivent être séparées par un intervalle d'au moins 8 à 10 cm ;
- ⇒ La distance entre la dernière série de planchettes et la face arrière de la colonne doit être d'autant plus grande que la capacité de débit est élevée, sans toutefois dépasser une valeur maximale de 35 à 40 cm.

Pour faciliter la manœuvre des planchettes, il est préférable de limiter la largeur intérieure d'un moine à une valeur maximale de 50 cm.



W = Largeur
D = Diamètre de la conduite
L = Longueur
r = Rainures

W = D + 2x (5 à 10 cm)
L = (1) + (2) + (3) + r + r
(1) = 8 à 10 cm
(2) = 8 à 10 cm
(3) = maximum 35 à 40 cm
r = 4 cm chacune

Tableau XIX. Dimensions intérieures des moines en fonction du diamètre de la canalisation.

	Diamètre intérieur de la canalisation (cm)			
	10-15	15-20	20-25	25-30
Largeur intérieure	30	33-35	40	48-50
À l'avant de la rainure 1	8	10	10	10
Intervalle entre les rainures 1 et 2	8	10	10	10
Distance entre la rainure 2 et la face arrière	16	16-20	26	34-37
Largeur de deux rainures	8	8	8	8
Longueur intérieure	40	44-48	54	62-65

Figure 89. Moine. Vue de dessus et exemple de taille.

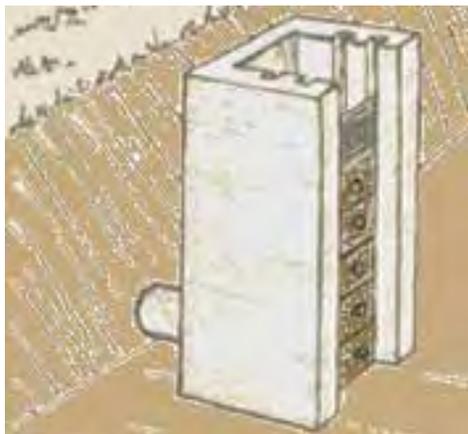


Photo J. Premier étage du moine associé à la première buse (Guinée) [© APDRA-F] (CIRAD).

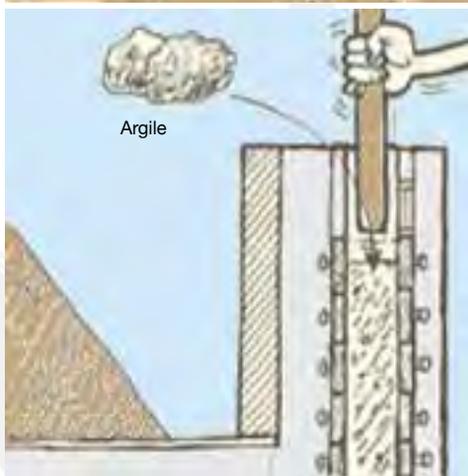


Photo K. Le haut d'un moine (RDC) [© Y. Fermon].

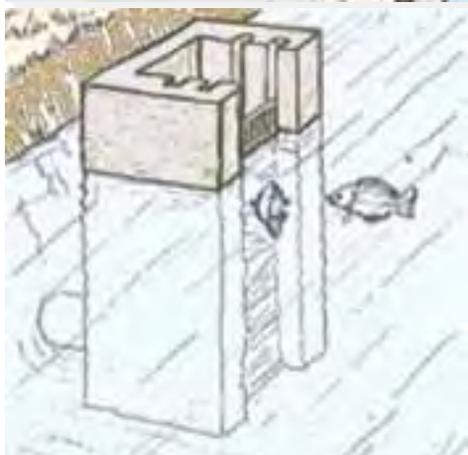


Figure 90. Fonctionnement d'un moine.

L'entretien du moule nécessite un minimum d'attention. Il est préférable de le stocker monté pour ne pas qu'il se déforme et de l'enduire dès que possible d'huile de vidange. Bien utilisé, un moule peut faire plus de 20 moines.

En laissant quelques tiges de fer dans le béton encore frais pour faire la jonction avec l'étage suivant, il était tout à fait possible de construire par étape un moine de plus de 2 m (Photo I, p. 100 et Photo J ci-dessus).

La terre utilisée entre les planchettes pour obstruer le moine doit être riche en matière organique afin de garder sa plasticité. Des argiles trop pures se fissurent souvent du côté de la buse, ce qui ne tarde pas à provoquer des fuites.

La hauteur d'eau dans l'étang se règle donc par le moine grâce aux planchettes en bois entre lesquelles on tasse de l'argile (Figure 90 ci-contre). L'eau est retenue dans l'étang par cette couche imperméable jusqu'au niveau de la planchette la plus haute.

Le grillage au sommet de la dernière planchette empêche les poissons de sortir de l'étang par-dessus la planchette la plus haute du moine.

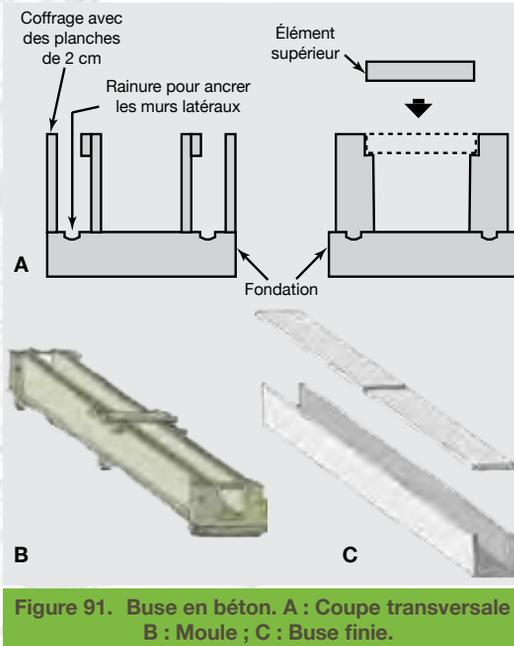


Figure 91. Buse en béton. A : Coupe transversale ; B : Moule ; C : Buse finie.



Photo L. Construction de buse (Guinée) [© APDRA-F] (CIRAD).

On veillera toujours à ce que les mailles du grillage soient plus petites que les poissons élevés dans l'étang.

Quand l'étang est rempli jusqu'à la dernière planchette, toute l'eau qui entre en plus dans l'étang, traverse la grille au-dessus de la couche imperméable et tombe dans le fond du moine. En ce lieu, elle traverse la digue puis sort de l'étang en passant par le tuyau de vidange (Photo K, p. 102).

Le moine achevé, il est indispensable de le doter de fondations appelées semelles. La semelle sert aussi de surface plane et dure pour récupérer aisément les derniers poissons.

Les moines de ce type sont généralement munis de canalisations. On peut utiliser une canalisation en PVC ou bien mettre en place des buses en béton. Si l'on veut obtenir les meilleurs résultats, la canalisation doit être soutenue par une bonne fondation dont la construction doit se faire en même temps que celle de la colonne du moine (Figure 91 et Photo L ci-dessus). Les joints des canalisations doivent être soigneusement scellés pour éviter les fuites d'eau.

Dans les environnements humides, du fait de l'abondance d'eau qui compense les risques de fuite, les buses en béton constituent une bonne technique :

- ⇒ Elles sont bon marché : deux paquets de ciments suffisent pour 10 m de buse auquel il faut ajouter un demi paquet pour les joints ;
- ⇒ Leur section permet un débit supérieur à celui d'un tuyau de 100 ou de 120 mm de diamètre ;
- ⇒ Le fond plat de la buse permet d'accélérer les fins de vidange, ce qui est très pratique ;
- ⇒ Il est facile de rajouter une buse lorsque le besoin s'en fait sentir.

Cependant les buses en béton présentent aussi un certain nombre d'inconvénients, notamment dans les zones plus sèches, qui sont autant de recommandations :

- ⇒ Le moule doit être bien fabriqué et correctement entretenu afin que les jonctions soient emboîtables et le demeurent ;
- ⇒ Il est préférable de monter les buses avant de construire la digue, il est ainsi plus facile de détourner l'eau. On peut alors les installer sur un terrain sec et dur au lieu de les poser à même la boue ;
- ⇒ Il faut veiller à ce que les buses soient bien enterrées sous la pente afin que lorsque le pisciculteur descend à cet endroit pour visiter son moine, il ne descende pas les couvercles des buses ;
- ⇒ Le long des buses (comme le long des tuyaux) constitue une zone de faiblesse autour de laquelle il faut soigneusement damer, sinon le risque d'infiltrations est important.



VIII.2.3. LES DISPOSITIFS ADDITIONNELS DE TROP-PLEIN

Pour des raisons de sécurité, on devra toujours empêcher que le niveau d'eau dans l'étang dépasse le niveau maximal prévu et que l'eau se déverse par-dessus une digue quelconque. Toute eau en excès qui pénètre dans un étang d'élevage déjà rempli - eaux de crue ou de ruissellement, par exemple - doit être immédiatement et automatiquement évacuée. Un tel incident provoquerait la perte de la plus grande partie du stock de poisson et exigerait aussi d'importantes réparations avant que la reprise de l'exploitation de l'étang ne soit possible.

Dans le cas d'un étang en dérivation, dont la plus grande partie des eaux excédentaires sont détournées au niveau de l'ouvrage de dérivation à la prise d'eau, un dispositif d'évacuation tel qu'un tuyau vertical ouvert ou un moine doit évacuer automatiquement tout débit excédentaire. Il faut cependant veiller à ce que toutes les grilles soient maintenues en bon état de propreté. **Un moine assure également la fonction de trop-plein.** On peut cependant rajouter un tuyau supplémentaire pour pallier le colmatage de la grille par manque d'attention.

En cas de précipitations abondantes, les eaux de ruissellement risquent de constituer un apport excessif, en particulier pour les étangs de barrage ou les étangs construits au pied de vastes terrains en pente dont le couvert végétal est réduit. En pareilles circonstances, les eaux de ruissellement sont aussi souvent très turbides en raison de leur forte charge en fines particules de sol. De plus, si elles traversent des zones cultivées, elles risquent d'accumuler des substances toxiques comme des pesticides. Pour éviter que ces eaux atteignent les étangs, il faudra les isoler par un ou plusieurs fossés de protection.

Si l'étang est dépourvu de dispositif de vidange à écoulement libre ou si ce dispositif est trop petit, et si la quantité d'eau en excès est toujours limitée, il est possible d'installer un tuyau de trop-plein qui peut être en bambou, PVC ou fer galvanisé (Figure 92 ci-dessous). Il est préférable d'utiliser des tuyaux d'une seule pièce pour éviter la présence de joints. Si le tuyau plie ou dépasse d'une longueur excessive de l'autre côté de la digue, il est parfois utile d'installer des supports simples, par exemple en bois ou en bambou.

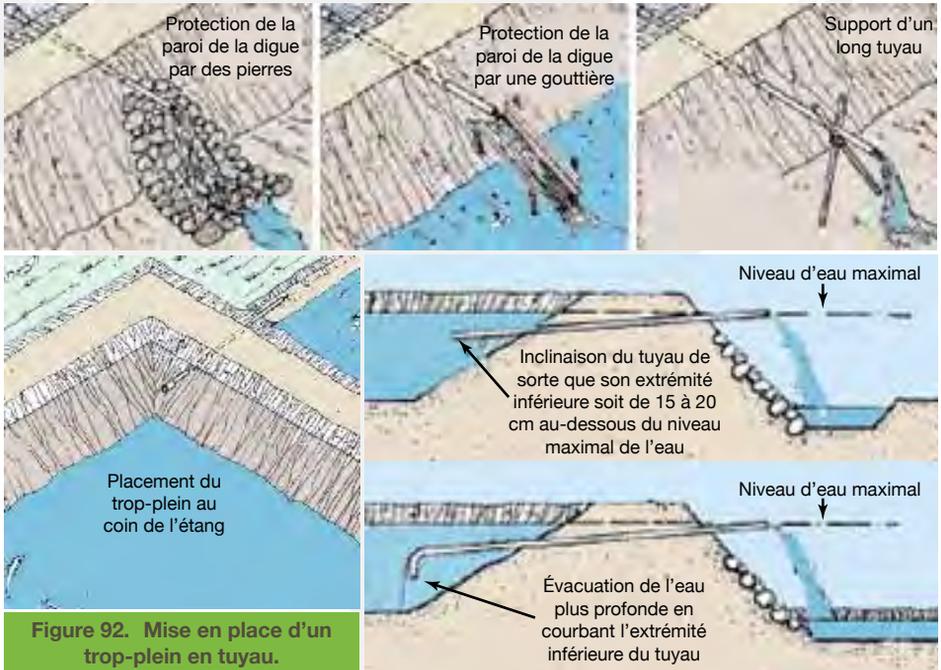


Figure 92. Mise en place d'un trop-plein en tuyau.

VIII.3. LES BASSINS DE DÉCANTATION

Un bassin de décantation (ou de sédimentation) est spécialement conçu pour améliorer la qualité de l'eau en éliminant les particules de sol minérales, telles que sable fin et limon, qui peuvent être présentes en grandes quantités dans certaines eaux de forte turbidité. La séparation de ces particules se fait en réduisant suffisamment la vitesse de l'eau pour permettre leur dépôt.

Il existe plusieurs types de bassins de décantation (Figure 93 ci-dessous) :

- ✓ Un simple petit étang construit au début du canal d'alimentation ;
- ✓ Un bassin rectangulaire construit sur le canal d'alimentation, en briques, en parpaings ou en béton (Figure 94, p. 106).

Si le bassin de décantation est constitué d'un simple bassin rectangulaire, les dimensions seront :

- Sa **surface horizontale minimale**. Par exemple, pour un débit de $0,030 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ et afin de décantier une particule dont le diamètre est supérieur ou égal à $0,1 \text{ mm}$, la surface horizontale minimale du bassin de décantation sera de $5,6 \text{ m}^2$. Dans les conditions idéales ainsi définies, 100 % des particules de diamètre supérieur ou égal à $0,1 \text{ mm}$ doivent se déposer. Mais une fraction moins importante de particules de plus petite taille se déposera aussi. Le taux de décantation diminue avec la taille individuelle des particules.
- La **surface minimale de la section transversale** du bassin. Elle sera de $0,3 \text{ m}^2$, dans l'exemple précédent.
- Sa **largeur intérieure, minimale**. Si l'on considère l'exemple précédent, elle sera $1,2 \text{ m}$.
- Sa **longueur intérieure, standard**. Elle sera de $4,6 \text{ m}$ dans l'exemple.
- Sa **profondeur**, qui est la somme de la profondeur d'eau ($0,25 \text{ m}$), la revanche ($0,20 \text{ m}$) et la hauteur de décantation (de $0,10$ à $0,20 \text{ m}$). Dans l'exemple, elle sera de $0,60 \text{ m}$.

Il est possible de choisir une largeur et une section transversale plus importantes, ce qui permettra ensuite de réduire la longueur standard. Dans la mesure où les vitesses critiques ne sont pas dépassées, la forme du bassin peut être adaptée à l'espace disponible sur place et de manière à diminuer les coûts de construction. À titre indicatif, les rapports longueur : largeur généralement employés sont de 2 : 1 à 5 : 1.

Le fond du bassin de décantation est réalisé à un niveau inférieur à celui du canal d'alimentation, pour pouvoir y concentrer les particules de sol extraites des eaux d'arrivée.

L'aménagement réalisé selon les indications ci-dessus peut être amélioré de la façon suivante :

- ⇒ À l'entrée, on fait passer l'eau sur un large bord, proche de la surface du bassin, afin de réduire au minimum les turbulences.
- ⇒ À la sortie, on étale de manière analogue le courant d'eau sur un large bord placé à proximité de la surface.
- ⇒ Il faut éviter de choisir un emplacement exposé aux vents latéraux, qui pourraient agiter l'eau et remettre les particules en suspension.

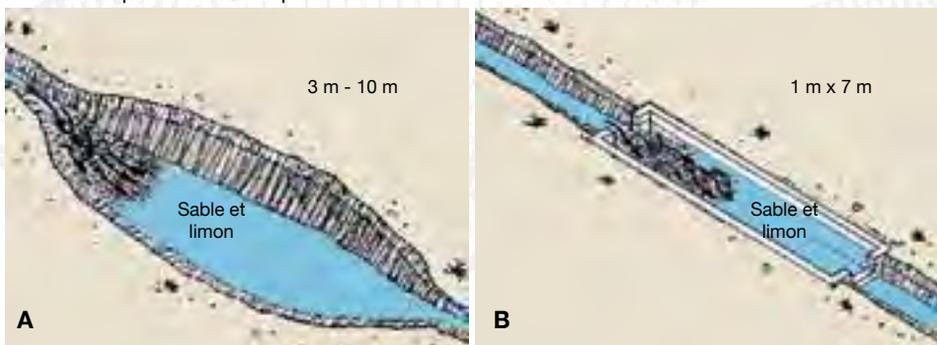


Figure 93. Type de bassin de décantation. A : Naturel ; B : En béton.

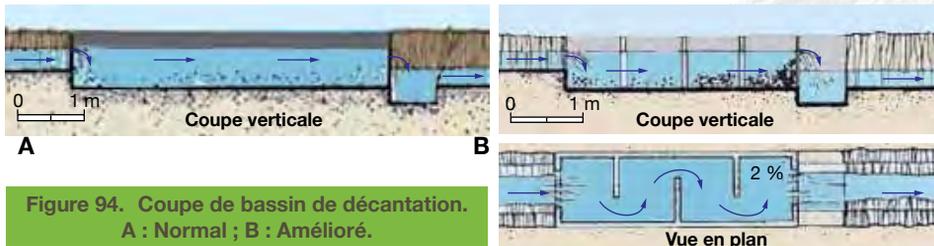


Figure 94. Coupe de bassin de décantation.
A : Normal ; B : Amélioré.

- ⇒ À l'intérieur du bassin, on ajoute quelques déflecteurs destinés à ralentir davantage l'écoulement et à lui faire suivre un itinéraire plus long en zigzag. L'installation de ces déflecteurs permet de raccourcir d'un tiers la longueur du bassin.
- ⇒ Il faut veiller à ce que l'eau s'écoule à travers le bassin de manière calme et uniforme.
- ⇒ Le fond doit être incliné (pente de 2 %) depuis l'extrémité aval jusqu'à l'entrée du bassin.

Il faut procéder régulièrement au nettoyage du bassin de décantation en enlevant le sol accumulé au fond, après avoir coupé l'arrivée d'eau. Cela peut se faire à l'aide d'un simple tuyau ou d'un siphon. D'ordinaire, le sol collecté au fond du bassin constitue une terre très fertile. On peut l'utiliser dans un jardin et dans les champs pour améliorer les cultures.

IX. LES AMÉNAGEMENTS ANNEXES

IX.1. LA PROTECTION ANTI-ÉROSIVE

Une fois l'étang creusé et les divers ouvrages en place, les digues doivent être protégées contre l'érosion, en semant des herbes rampantes sur la partie supérieure, au sommet, sur le côté à sec et sur le côté mouillé jusqu'au niveau normal de l'eau (revanche) dans l'étang.

Pour cela, on peut étaler une couche de 10 à 15 cm de terre végétale sur la zone à engazonner (Figure 95 ci-dessous). Cette terre est obtenue soit du stock de terre végétale précédemment extraite à l'emplacement de l'étang, soit dans le voisinage. On va planter les boutures ou les mottes de gazon à intervalles relativement rapprochés. Puis, on va arroser immédiatement après avoir planté et, par la suite, à intervalles réguliers. Dès que le gazon s'est établi, il faut le couper court régulièrement pour stimuler son extension à toute la surface.

En cas de fortes pluies, on peut utiliser un système de protection temporaire, par exemple du foin ou d'autres matériaux, aussi longtemps que le couvert herbacé n'est pas complet.

On peut utiliser l'espace des digues (Figure 96, p. 107). Dans certaines régions, des cultures potagères ou des plantes fourragères peuvent y pousser (A), mais il faut prendre soin de choisir des espèces assurant une bonne couverture du sol et dont les racines ne risquent pas d'affaiblir les digues en pénétrant le sol trop profondément ou en remaniant sa structure. Seuls de petits animaux peuvent pâturer ou circuler dessus (B). Il ne faut pas planter d'arbres à la surface ou à proximité des digues, car les racines les affaibliraient (C).



Figure 95. Mise en place d'un couvert végétal sur les digues.

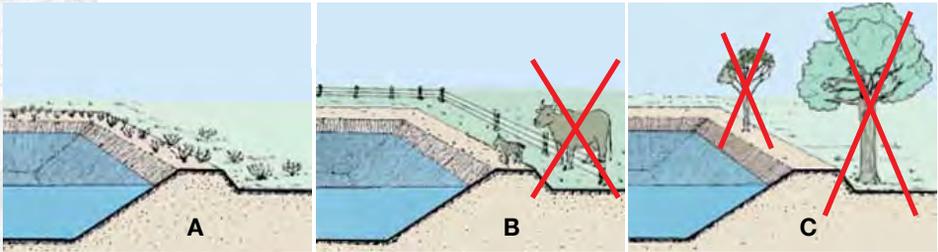


Figure 96. Dignes plantées. A : Cultures potagères ; B : Petits animaux ; C : Plantation d'arbres.

IX.2. LA LUTTE ANTI-ÉROSIVE

Lors de la mise en place des étangs, il est particulièrement important de s'assurer des risques d'érosion du bassin versant. L'érosion du sol a des effets négatifs sur la qualité de l'eau ainsi que sur l'installation piscicole proprement dite. Lorsque l'eau s'écoule sur une pente, elle entraîne avec elle des particules provenant du sol de surface. Plus l'écoulement est important et rapide, plus il y a de particules emportées. L'érosion peut entraîner :

- ⇒ Des dégradations graves de la pente proprement dite et des propriétés du sol, ce qui réduit la fertilité ;
- ⇒ Une arrivée d'eau turbide en bas de la pente et des problèmes de dépôts de sol ailleurs.

Il va falloir essayer de contrôler autant que possible l'érosion des sols sur les pentes pour empêcher que des eaux turbides ne s'écoulent pas dans les étangs (Figure 97 ci-dessous). Cette pratique, appelée conservation des sols, peut engendrer des avantages non négligeables :

- ⇒ Des sols plus riches sur les pentes et une plus grande production de divers produits tels que bois, fruits, fourrage ou aliments ;
- ⇒ Une meilleure qualité de l'eau dans les étangs et une production plus importante de poissons.

La végétation présente protège le sol contre l'érosion. Les racines contribuent à stabiliser les particules de sol et à augmenter la perméabilité des couches inférieures. Les matières organiques qu'elle apporte dans le sol, comme l'humus, augmentent la résistance à l'érosion et ralentissent le ruissellement. Elle peut également contribuer au dépôt des particules de sol.

En aménageant la végétation naturelle sur les terrains en pente, il est possible de garantir que le sol acquiert une plus grande résistance à l'érosion. Dans les zones recouvertes de forêts, il faut maintenir la couverture du sol aussi intégralement que possible en gérant l'exploitation des arbres et en protégeant la forêt contre le pâturage excessif et les feux. Les forêts ayant une bonne végétation basse, des systèmes racinaires bien disséminés et un bon couvert par les feuilles offrent les meilleures conditions. Dans les zones de savane, on va contrôler l'utilisation du feu pour la régénération des pâtures et donner la préférence aux feux précoces pour garantir suffisamment de nouvelles pousses avant le début des pluies. Il faudra éviter le pâturage excessif, notamment par les moutons et les chèvres. Dès que possible, il faut prévoir des rotations pour les pâturages.

Si on n'est pas en mesure de lutter contre l'érosion, on peut avoir recours à un canal de protection pour recueillir et détourner les eaux turbides ou, le cas échéant, améliorer la qualité de l'eau d'alimentation en utilisant un bassin de décantation (paragraphe VIII.3, p. 105).

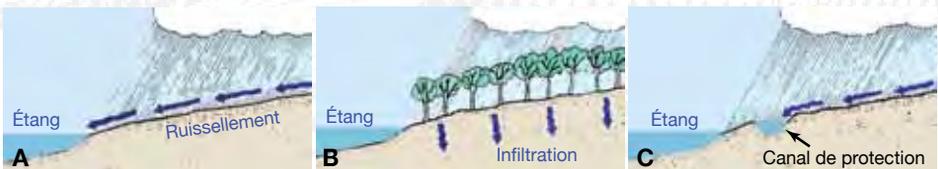


Figure 97. Type d'érosion et conservation des sols.
A : Ruissellement ; B : Infiltration ; C : Canal de protection.



IX.3. LA PLASTIQUE BIOLOGIQUE

Si le sol utilisé peut laisser s'infiltrer l'eau, il faudra recourir à la technique du « plastique biologique », pour renforcer l'étanchéité de l'assiette de l'étang. Cette technique permet de réduire les fuites et infiltrations par colmatage de l'assiette et des digues d'un étang construit sur un sol pas assez imperméable. La réalisation du plastique biologique se fait de la manière suivante :

1. Après avoir bien régularisé les structures en enlevant débris végétaux et cailloux, on couvre toute l'assiette et le futur côté en eau des digues avec des déchets de porcherie.
2. On recouvre ensuite ces déchets à l'aide de feuilles de bananier, de la paille ou d'autres matières végétales.
3. Puis, on étale une couche de terre sur l'ensemble et on dame copieusement.
4. Deux à trois semaines après, mettre l'étang en eau.

IX.4. LA CLÔTURE

La clôture prévient l'entrée des prédateurs de toutes espèces (serpents, grenouilles, loutres...) dans l'enceinte de l'étang (Figure 98 et Photo M ci-dessous). Elle peut être fait d'un grillage, que l'on enterre sur une profondeur de 10 cm au moins et l'extrémité supérieure tournée vers l'étang. Des piquets métalliques ou de bois peu putrescible sont ainsi implantés tous les 50 - 90 cm pour servir de support à la grille fixée à l'aide de fils d'attache. Pour les bambous, il faudra songer à leurs remplacements après 18 mois au maximum en zone tropicale. D'autres matériaux autres que le grillage peuvent être utilisés.

Dans tous les cas, il convient de veiller à ce que la clôture n'ait aucun trou sur l'ensemble de son périmètre. Le deuxième rôle est également de limiter le braconnage qui est une des causes importantes de l'abandon des étangs. L'utilisation des portes d'accès dans l'enceinte des étangs devra être, de ce fait, bien contrôlée.

Le cas échéant, si les oiseaux piscivores sont trop nombreux, on peut avoir recours à la mise en place d'un filet grossier sur les étangs et à l'utilisation d'épouvantails.



Photo M. Mise en place d'une clôture en branchage (Libéria) [© Y. Fermon].

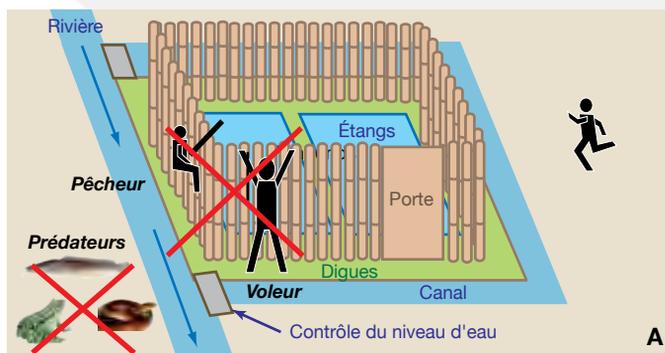


Figure 98. Clôtures (A).
En broussailles (B) ; En bois ou bambou (C).



IX.5. LE REMPLISSAGE DE L'ÉTANG ET LES TESTS

Dès que possible, il est conseillé de mettre l'étang sous eau :

- ⇒ Pour s'assurer du bon fonctionnement de tous les ouvrages, tels que prise d'eau principale, canaux, prise d'eau de l'étang et dispositif de vidange ;
- ⇒ Pour vérifier la solidité et l'étanchéité des nouvelles digues ;
- ⇒ Pour accélérer la stabilisation de ces digues.

Afin d'assurer au maximum, sécurité et efficacité, on procédera comme suit :

1. Remplissez l'étang très lentement jusqu'à ce que la profondeur d'eau atteigne au maximum 0,40 m au niveau du dispositif de vidange.
2. Fermez l'arrivée d'eau et laissez l'étang sous eau pendant quelques jours. Au cours de cette période, inspectez soigneusement les digues. Réparez les fissures et les parties effondrées, en compactant bien.
3. Videz l'eau complètement et laissez l'étang à sec pendant plusieurs jours. Continuez à inspecter les digues et à effectuer les réparations éventuellement nécessaires.
4. Remplissez à nouveau l'étang très lentement, jusqu'à ce que le niveau de l'eau dépasse de 40 cm le niveau atteint la fois précédente.
5. Fermez l'arrivée d'eau. Inspectez les digues et effectuez les réparations éventuellement nécessaires. Quelques jours plus tard, videz l'étang entièrement.
6. Répétez les opérations ci-dessus de remplissage/vidange jusqu'à ce que le niveau d'eau dans l'étang atteigne le niveau maximal prévu.
7. Vérifiez régulièrement l'état des digues et effectuez les réparations éventuellement nécessaires.

X. LES RESSOURCES NÉCESSAIRES

X.1. LES MATÉRIELS

L'étape initiale de prospection et du piquetage du site ne demande que peu de matériel. Il s'agit de :

- ✓ Piquets
- ✓ Ficelle et corde
- ✓ Décamètre
- ✓ Machette et coupe-coupe
- ✓ Massette
- ✓ Niveau de maçon ou si possible, un théodolite ou niveau automatique
- ✓ Papier et crayons

Puis, il est nécessaire de faire la liste des descriptifs techniques, en se référant aux plans topographiques et aux dessins de détail disponibles. Ces descriptifs doivent traiter séparément des terrassements et des ouvrages, comme indiqué ci-après :

1. Descriptifs des terrassements :

- (i) Défrichage du site, notamment dessouchage et déracinement complets, manutention et placement de la végétation défrichée ;
- (ii) Enlèvement de la couche de terre végétale, avec indication de sa superficie, de son épaisseur et des lieux d'entreposage ;
- (iii) Construction des digues, avec indication de la provenance et de la qualité de la terre ainsi que de ses caractéristiques ;
- (iv) Compactage des digues, avec mention de l'épaisseur maximale des couches, de l'humidité du sol, de la contenance et du type d'équipement à utiliser.

2. Descriptifs des ouvrages, répertoriant les types et caractéristiques des matériaux à employer dans chaque cas, tels que :

- (i) Béton armé - type de dosage, limites à observer lors du test d'affaissement, types d'arma-



- tures, méthode de cure, coffrages ;
- (ii) Bois - liste détaillée des espèces, traitement, humidité relative, conditions de stockage ;
- (iii) Briques ou parpaings - qualité, fini extérieur, type, poids, conditions de stockage ;
- (iv) Tuyaux - type, matériau, stockage, manutention, pose ;
- (v) Mortiers et enduits, additifs, eau... ;
- (vi) Peintures - indication du nombre de couches, du type de peinture.

Pour les travaux de construction effectués à la main, de simples outils sont nécessaires : Houe, pelle, machette, pioche, brouette et/ou panier, coupe-coupe, seaux, hache, barre à mine, bêche, rouleau de fil, niveau de maçon, dame, marteau, massettes, décimètre, scie, serre-joint ;

En matériels utilisés et consommables :

- ✓ Planches de bois,
- ✓ Tuyau PVC ou en fer galvanisé,
- ✓ Béton,
- ✓ Sable,
- ✓ Gravier,
- ✓ Fer à béton
- ✓ Piquets,
- ✓ Feuilles de bananier,
- ✓ Huile de vidange,
- ✓ Peinture.

Dans la plupart des cas, les besoins d'intrants ne seront que le tuyau PVC et le béton. Il arrive que le béton ne soit que difficilement disponible. On pourra choisir alors de faire des structures en bois ou en brique locale améliorée de façon à supporter l'immersion. Le temps entre deux réparations risque alors d'être réduit, des moines en béton pouvant durer plus de 20 ans.

X.2. LES RESSOURCES HUMAINES ET TEMPS NÉCESSAIRES

Les travaux peuvent être menés à bien par les bénéficiaires et les membres de leur famille, avec le concours de quelques amis si nécessaire. Il est possible également, pour accélérer le temps de construction, de passer un contrat avec des journaliers pour creuser l'étang à la main pour un prix fixe basé sur le volume des terrassements. Chaque étang n'a généralement pas plus de 400 m² de surface. Le volume des terrassements permet d'estimer le temps qu'il faudra pour construire chaque étang et, si nécessaire, le prix à prévoir pour sous-traiter cette tâche.

Tableau XX. Exemples de temps nécessaires pour la construction d'étangs (hommes/j).

	1 étang de 400 m ²	2 étangs de 200 m ²	4 étangs de 400 m ² et 2 de 100 m ²
Prise d'eau principale	130	266	130
Canal d'alimentation	50 (200 m)	50 (200 m)	70 (270 m)
Excavation/construction des digues	600 (150 m ³)	1600 (400 m ³)	3600 (950 m ³)
Vidange	5	4	90
Temps total	785	1920	3890

Tableau XXI. Rendement approximatif des travaux d'excavation effectués à la main.

Nature du sol	Volume excavé (m ³ /j)	
	À la houe	À la pioche/pelle
Mou (alluvions, sol sablonneux)	2,5 – 3,0	3,5 – 4,0
Moyennement dur (limon, argile légère)	1,5 – 2,0	2,5 – 3,0
Dur (argile plus grasse)	1,0	2,0 – 2,5
Latéritique, moyennement dur	0,5	1,0 – 1,5
Saturé d'eau	0,8 – 1,5	1,5 – 2,0

Les normes de travail relatives aux terrassements effectués à la main dépendront principalement de la nature du sol. Plus il est dur à travailler et moins les rendements sont élevés. La présence d'eau en excès a également pour conséquence de réduire les rendements, en particulier en présence d'argiles lourdes et collantes.

On verra dans le Tableau XX, p. 110 des exemples de durée pour chaque tranche de travail. Les temps varient fortement et ne sont donnés qu'à titre indicatif. Par exemple, un étang de 200 m² a demandé 20 jours pleins pour 20 personnes, soit un total de 400 hommes par jour (8 heures de travail effectif par jour) au Libéria. Au Cameroun, pour une exploitation complète de 2 ha avec 15 étangs de 400 m² chacun, une éclosérie de 10 x 10 m², un bureau plus un magasin de 150 m², 5 poulaillers et 5 porcheries, le temps a été de 226 hommes par jour par étang. Ceci correspond à un total de 3435 hommes par jour pour l'ensemble de l'exploitation.

Des normes de travail applicables aux travaux de terrassement effectués à la main sont indiquées au Tableau XXI, p. 110. Il s'agit des rendements moyens à la fouille et au jet à une distance de 1 m qu'on peut escompter de travailleurs de force moyenne qui effectuent des terrassements pendant une journée de huit heures : les valeurs minimales correspondent à l'emploi de la houe et les valeurs maximales à l'emploi de la pioche et de la pelle dans des conditions analogues. Ces rendements doivent être légèrement réduits lorsque la distance de jet augmente. Pour les travaux d'excavation et de profilage des canaux, le rendement d'un terrassier qualifié varie de 0,8 à 1,2 m³/ jour. On peut globalement estimer la durée des travaux, mais pour chaque cas, on devra recalculer ce calendrier en fonction des moyens disponibles (Tableau XXII ci-dessous). Si le nombre de main d'oeuvre est suffisant, plusieurs étapes peuvent se faire dans le même temps.

Tableau XXII. Exemple de calendrier des travaux pour la construction d'un étang (main d'oeuvre d'environ 400 hommes par jour). Activité en sombre.

Activités/Semaine	Pour 3 ou 4 étangs								Pour 1 ou 2 étangs			
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4
Défricher la végétation	■								■			
Décaper le sol superficiel		■								■		
Creuser le canal d'alimentation		■	■							■	■	
Construire la prise d'eau			■	■							■	■
Creuser le canal de vidange			■	■	■						■	■
Construire la vidange de l'étang				■	■						■	■
Construire la prise d'eau de l'étang				■	■						■	■
Construire les digues					■	■	■	■				
Finaliser l'étang								■				■

Tableau XXIII. Exemple de calendrier en fonction des saisons (15 étangs) au Cameroun.

Activités/Mois	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept
Nettoyage du site	■												
Lever topographique		■											
Plan d'aménagement			■	■									
Canal d'alimentation			■	■									
Terrassements				■	■	■	■						
Suite								■	■	■	■		■

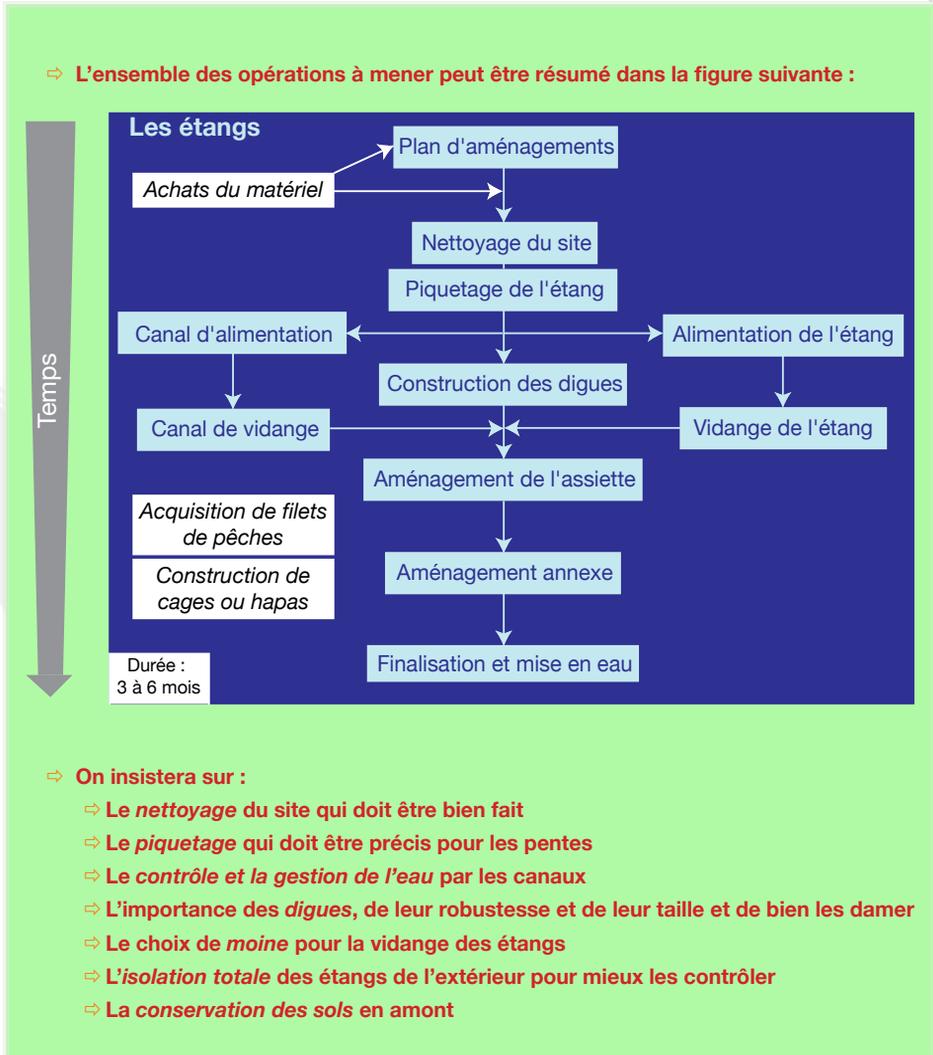


Dans le temps, il est souhaitable que les terrassements se fassent au moment où les coûts de construction seront les plus faibles. Le moment le plus propice est donc la saison sèche, surtout en fin de saison pour le terrassement. À ce moment-là, la portance du sol est meilleure et le marécage est peu engorgé d'eau. Pour la programmation des travaux, on conçoit donc un calendrier dans lequel figurera la programmation de chaque tâche (Tableau XXIII, p. 111).

On verra dans le Tableau XXXVI, p. 169 des exemples de gestion pour 4 étangs pour une construction d'environ un mois (400 hommes par jour). Le nettoyage peut prendre moins de temps si la main d'oeuvre est suffisante pour assurer plusieurs chantiers en même temps.

XI. RÉCAPITULATIF

⇒ L'ensemble des opérations à mener peut être résumé dans la figure suivante :



⇒ On insistera sur :

- ⇒ Le **nettoyage du site** qui doit être bien fait
- ⇒ Le **piquetage** qui doit être précis pour les pentes
- ⇒ Le **contrôle et la gestion de l'eau** par les canaux
- ⇒ L'**importance des digues**, de leur robustesse et de leur taille et de bien les damer
- ⇒ Le **choix de moine** pour la vidange des étangs
- ⇒ L'**isolation totale** des étangs de l'extérieur pour mieux les contrôler
- ⇒ La **conservation des sols** en amont

Chapitre 08

L'APPROCHE BIOLOGIQUE

L'étang est donc mis en eau. Il est temps de passer aux aspects biologiques (Figure 100, p. 114). Un étang est un milieu qui va tourner sur lui-même. Il va donc falloir assurer le début et la mise en place de cycles biologiques.

À la suite de la construction de l'étang, les étapes suivantes seront :

12. La fertilisation
13. L'attente d'une eau « verte »

I. LA VIE D'UN ÉTANG

L'étang est un petit écosystème à plusieurs niveaux trophiques comportant des micro-organismes et algues, du plancton, des insectes et larves d'insectes. Puis, des poissons qui sont la composante importante qu'on veut faire croître de façon optimale (Figure 99 ci-dessous).

Les organismes végétaux photosynthétiques sont les seuls organismes vivants capables de transformer de la matière minérale en matière organique. L'élaboration de molécules complexes requiert de l'énergie que les plantes captent à partir de l'énergie solaire. La matière organique est d'abord élaborée à partir d'éléments minéraux par les plantes photosynthétiques. Par la suite, elle peut être assimilée et transformée par les organismes animaux. Ceux-ci consomment de la matière organique pour se développer, ils sont incapables de se développer à partir de matières minérales. La matière organique (débris végétaux, déjections et cadavres d'animaux), est décomposée et minéralisée et retourne par ce processus à de la matière minérale. On estime qu'il faut 1 kg de phytoplancton pour obtenir 10 g de poisson comme le tilapia (Figure 101, p. 115). La population de chaque niveau trophique doit en effet être nettement supérieure à celle de ses prédateurs pour pouvoir se renouveler.

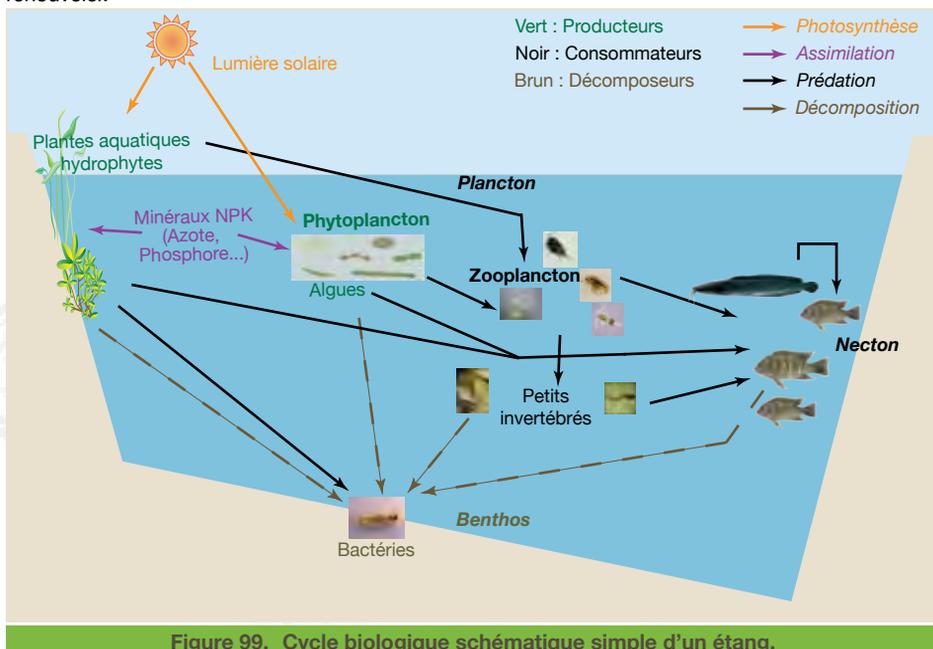


Figure 99. Cycle biologique schématique simple d'un étang.

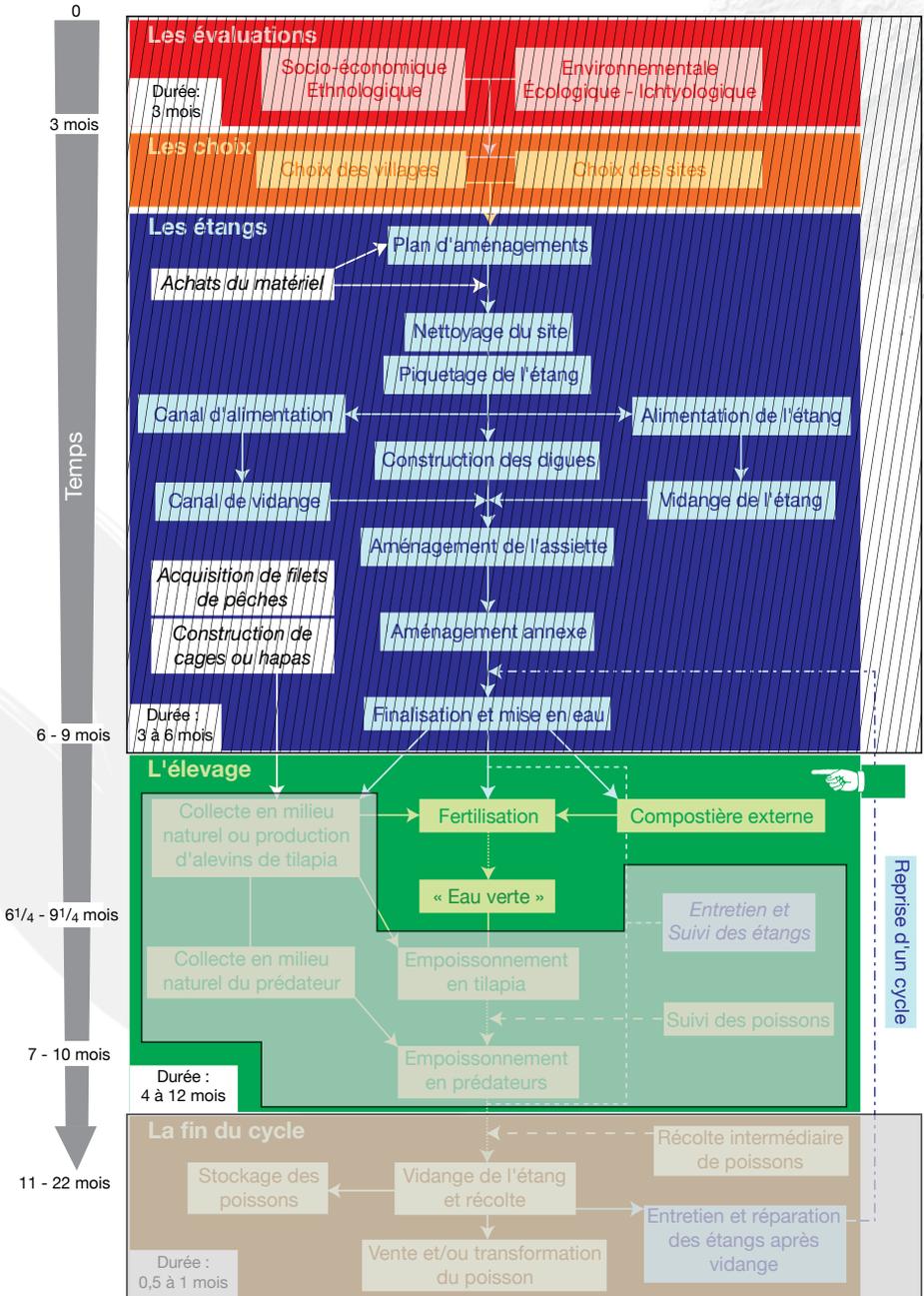


Figure 100. Mise en place d'étangs piscicoles : 4. L'élevage.

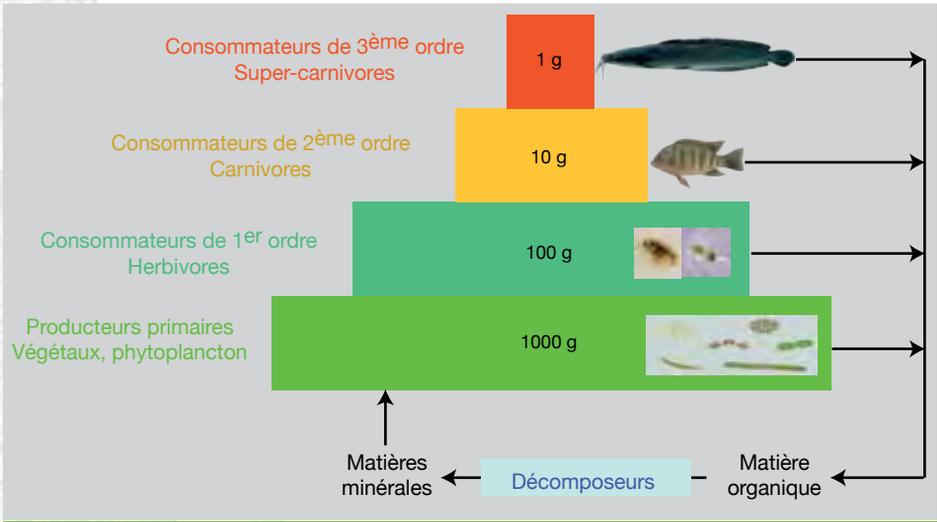


Figure 101. Pyramides trophiques.

1.1. LES PRODUCTEURS PRIMAIRES

Le plus important groupe d'organismes végétaux dans un étang piscicole est le **phytoplancton**. Il est composé par un ensemble très varié d'algues aquatiques qui se trouve à l'état libre dans l'eau (sans substrat). Ces algues sont composées soit d'une cellule (monocellulaire) soit de plusieurs cellules (pluricellulaire) (Figure 102 ci-dessous). Leur présence en très grand nombre donne une couleur vert bleu à vert marron à l'eau de l'étang. Le phytoplancton a deux fonctions très importantes dans un étang piscicole. Premièrement, c'est un producteur d'oxygène et deuxièmement, c'est le premier maillon de la chaîne alimentaire dans un étang piscicole.

Les algues sont des organismes photosynthétiques qui transforment l'énergie lumineuse en énergie chimique, tout en consommant du gaz carbonique (CO_2) la nuit, comme tout organisme et en produisant de l'oxygène (O_2). Ce processus n'a lieu que pendant la journée avec la présence

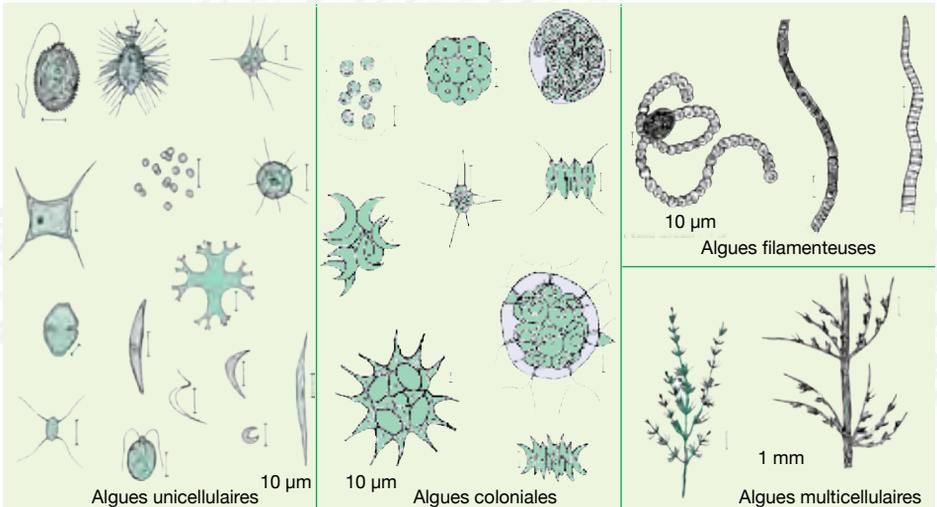


Figure 102. Les différentes algues.

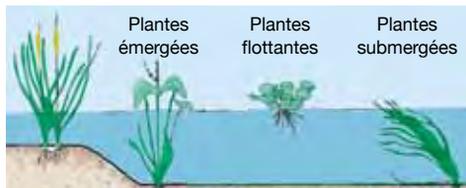


Figure 103. Les plantes aquatiques (à éviter dans les étangs).

du soleil. La durée de vie de ces organismes est relativement courte et la biomasse phytoplanctonique varie en fonction des caractéristiques du milieu comme la température, la présence d'éléments minéraux, l'éclaircissement... Les algues filamenteuses en trop grande concentration sont à supprimer dans les étangs.

Si la masse des organismes végétaux (phytoplancton et plantes aquatiques) dans l'étang est trop importante, elle peut consommer l'oxygène aux dépens des poissons élevés. À l'aube, on

peut observer les poissons venant chercher de l'oxygène à la surface de l'eau et même parfois, une mortalité massive par asphyxie.

Les plantes supérieures peuvent devenir des concurrentes indirectes sérieuses de la production piscicole en étang, soit par la respiration durant la nuit, soit par la consommation d'éléments minéraux, soit enfin par l'abri qu'elles offrent aux organismes prédateurs. On distingue les plantes immergées, les plantes émergées et les plantes flottantes (Figure 103 ci-dessus). Elles ne sont généralement pas utiles dans l'étang à l'exception de l'élevage de poissons herbivores. Par l'utilisation des sels minéraux, ces éléments ne sont plus disponibles pour le phytoplancton, maillon de base de la chaîne alimentaire de l'étang. De même, la couverture formée par les plantes supérieures diminue la pénétration de la lumière dans l'eau, ce qui réduit les capacités de photosynthèse du phytoplancton et donc son développement. La présence de quelques poissons herbivores peut limiter leur prolifération. Si malgré ces mesures, les plantes aquatiques supérieures apparaissent, il faudra les enlever le plus vite possible.

1.2. LES INVERTÉBRÉS

Les algues servent de nourriture aux herbivores microscopiques : le *zooplancton*. Lui-même alimente les consommateurs de 2ème ordre : les carnivores. Ils consomment des détritux, du phytoplancton, des bactéries et pour les plus grands, d'autres organismes zooplanctoniques.

On trouve également beaucoup d'organismes près du fond que l'on appelle **benthos**.

1.2.1. LES ROTIFÈRES

Les Rotifères sont de petits organismes mesurant entre 50 µm et 3 mm qui ont souvent une forme de trompette, cylindrique ou sphérique. Ils possèdent deux couronnes de cils autour de leur bouche ainsi qu'un système organique spécialisé avec notamment un tube digestif. Ils ne sont ni segmentés ni métamérisés. Le corps est revêtu latéralement d'une cuticule résistante qui parfois devient une coque véritable.

Ils vivent principalement en eau douce mais quelques espèces occupent les eaux salées ainsi que les milieux humides. Ils se nourrissent essentiellement de micro-organismes en suspension dans l'eau. Certains Rotifères sont des parasites de crustacés, de mollusques et d'annélides. Ils composent une grande partie du zooplancton d'eau douce et constituent une source de nourriture importante dans les écosystèmes d'eau douce (Figure 104 ci-contre).

1.2.2. LES CRUSTACÉS

Une partie des organismes composant le zooplancton sont des petits crustacés qui sont principalement répartis selon deux classes, en ordre croissant de tailles. On distingue les cla-

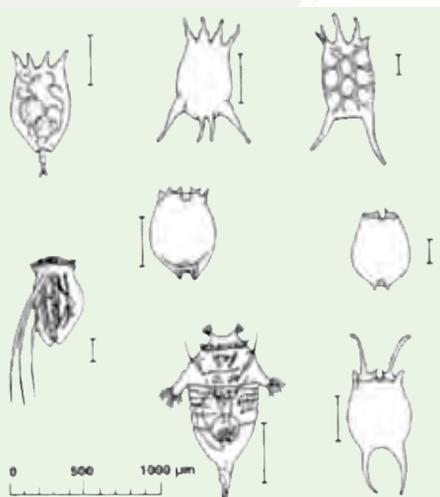


Figure 104. Les rotifères.

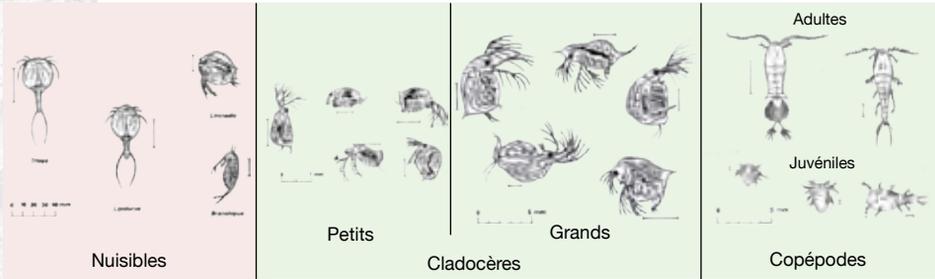


Figure 105. Les crustacés.

docères et les copépodes (Figure 105 ci-dessus). Le zooplancton forme un excellent aliment pour beaucoup d'espèces de poissons surtout au moment du stade larvaire. Cependant, les plus grands copépodes sont les prédateurs d'œufs, de larves et même d'alevins. Il est important de connaître le dynamisme de développement des groupes composant le zooplancton. On pourra trouver dans l'eau également quelques crustacés prédateurs et parasites de poissons. De plus, la présence de crabes et de crevettes n'est pas à exclure s'ils passent le filtre.

Après la mise en eau d'un étang bien fertilisé, on observe pendant les premiers jours un bon développement de la population de la classe des plus petits zooplanctons, les rotifères. Ce n'est qu'après une semaine que la population des cladocères atteint son optimum et de même, après une dizaine de jours pour la population des copépodes.

1.2.3. LES INSECTES

Une bonne partie des invertébrés aquatiques sont des insectes (Figure 106 ci-contre). La plupart du temps ce sont des larves comme celle de moustiques, libellules, simulies, éphémères, trichoptères... qui ont une phase de vie larvaire aquatique et, après émergence, vont pondre dans l'eau. Par ce cycle, certains sont des vecteurs de maladies humaines graves comme le paludisme (moustique) ou bien l'onchocercose ou cécité des rivières (simulies). Certaines se révèlent également être des prédateurs d'alevins redoutables.

Certains insectes ont une vie aquatique à l'état d'adultes comme les dytiques et les nêpes. Ce sont aussi, souvent des prédateurs d'alevins.

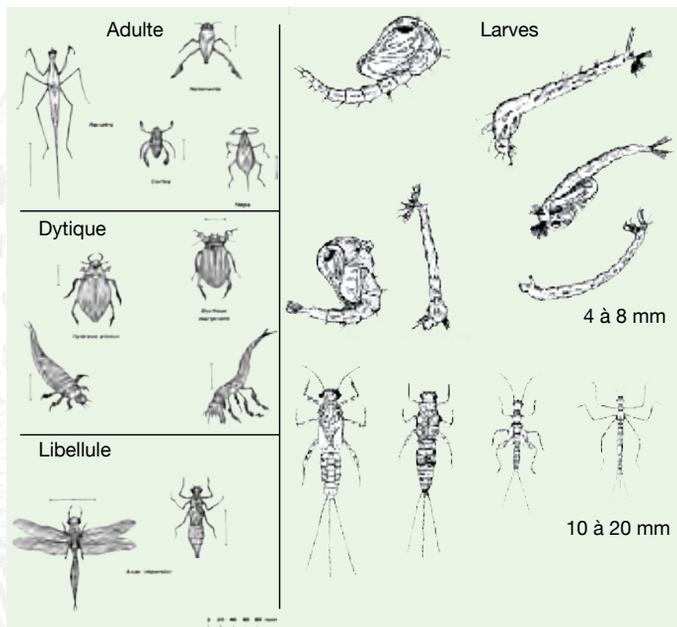


Figure 106. Les insectes.

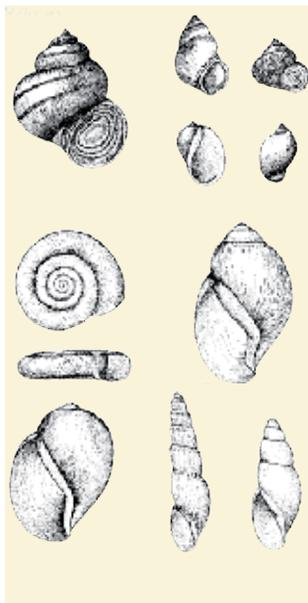


Figure 108. Les mollusques.

I.2.4. LES MOLLUSQUES

Il existe un certain nombre de Mollusques aquatiques (Figure 108 ci-contre). On pourra trouver des escargots d'eau et des anodontes ou moules d'eau douce. Les escargots peuvent être des prédateurs des œufs de poissons. Ils sont également le vecteur d'une maladie parasitaire, la bilharziose.

I.2.5. LES AUTRES INVERTÉBRÉS

Parmi les autres organismes aquatiques, on pourra trouver des hydrides, des vers parasites (helminthes, plathelminthes), des sangsues, des éponges et même des méduses. Certains sont des prédateurs d'alevins.

I.3. LES VERTÉBRÉS

Parmi les vertébrés, il est clair que les plus représentés sont les poissons avec plus de 10 000 espèces d'eau douce décrites dans le monde entier. On reviendra sur la biologie de certaines espèces utiles en pisciculture.

On trouvera également, bien représentés, les amphibiens dont font partie les grenouilles et les crapauds qui ont une phase larvaire aquatique (Figure 107 ci-dessous). Nombreux têtards sont herbivores, mais il en existe qui sont des prédateurs et peuvent se nourrir de petits poissons.

Parmi les reptiles, plusieurs serpents comme les couleuvres et certaines tortues sont des prédateurs de poissons.

Enfin, il existe plusieurs espèces d'oiseaux piscivores comme les martins-pêcheurs, les pélicans, les cormorans, les aigles pêcheurs, les hérons qui sont autant de prédateurs efficaces de poissons juvéniles et d'adultes.

Enfin, un mammifère, la loutre, qui est un gros prédateur de poissons.



Figure 107. Les vertébrés autres que les poissons.

II. LA FERTILISATION

Une eau naturelle claire ne contient pas d'aliments pour le poisson. L'eau de l'étang est comme la terre agricole : si la terre est fertile, la plante pousse bien. Pour rendre l'eau fertile, il faut y apporter des éléments fertilisants dont le phosphore en priorité. Une eau répondra d'autant mieux à la fertilisation que ses caractéristiques physiques et chimiques initiales (température, pH, oxygène dissous...) sont proches des gammes optimales des espèces choisies. La fertilisation permet donc d'augmenter la production d'aliment naturel dans un étang, ce qui permet au poisson de trouver de quoi se nourrir en plus grande quantité. La fertilisation consiste à fournir des aliments aux organismes vivants de l'étang qui vont servir d'aliment aux poissons mis en élevage.

Lorsqu'on utilise des engrais pour augmenter la production piscicole des étangs, on va s'efforcer d'établir et de maintenir une population dense de phytoplancton et de zooplancton, qui devraient donner une belle couleur verte à l'eau.

II.1. LES FERTILISANTS OU ENGRAIS

L'action des engrais organiques est un peu plus complexe. On distingue au moins trois fonctions pour ce type d'engrais qui sont de (Figure 109 ci-contre) :

- ⇒ Servir de matière fertilisante,
- ⇒ Servir en partie, d'aliment direct pour certaines espèces de poissons dont le tilapia, mais également pour une partie de la faune vivant dans l'étang,
- ⇒ Servir de support à toute une série de populations d'organismes microscopiques, faisant partie des aliments naturels de poisson.

La fonction fertilisante de la fumure organique est progressive car les éléments minéraux contenus dans cette fumure ne sont mis à la disposition du phytoplancton qu'au fur et à mesure de sa décomposition jusqu'à sa minéralisation complète.

Plusieurs sortes de matières organiques, la plupart du temps des déchets, peuvent être utilisées comme engrais organiques. Les plus courantes sont les suivantes :

- ✓ Fumiers animaux, provenant le plus souvent des animaux de la ferme ;
- ✓ Déchets d'abattoir ;
- ✓ Fermentation du manioc ;
- ✓ Végétation naturelle ;
- ✓ Compost, un mélange de diverses sortes de matières organiques.

II.1.1. LES FUMIERS ANIMAUX

Ils constituent une source supplémentaire de gaz carbonique (CO_2), qui est très importante pour l'utilisation efficace des éléments nutritifs présents dans l'eau. Ils augmentent l'abondance de bactéries dans l'eau, qui accélèrent la décomposition des matières organiques, et servent également de nourriture pour le zooplancton, qui à son tour augmente aussi en abondance. Ils ont des effets bénéfiques non seulement sur la structure du sol du fond de l'étang mais aussi sur la faune benthique comme les larves de chironomides. Toutefois, les fumiers animaux présentent certains inconvénients, la plupart du temps liés à leur faible teneur en éléments nutritifs primaires, à leurs effets négatifs sur la teneur en oxygène dissous et à la réticence de certains pisciculteurs à utiliser des déchets animaux directement dans les étangs piscicoles. La composition chimique du fumier organique varie considérablement selon l'animal duquel il provient - à savoir l'espèce, l'âge, le sexe, son type d'alimentation - et selon la manière dont le fumier est traité, c'est-à-dire sa fraîcheur relative, les conditions de stockage et le taux de dilution avec de l'eau. Les fientes de poule sont très riches en éléments nutritifs. Les déjections de porc sont habituellement plus riches que celles de mouton ou de chèvre. La bouse de vache et le crottin de cheval sont plus pauvres en éléments nutritifs, en particulier lorsque les animaux se nourrissent uniquement d'herbe. Leur contenu en fibres est relativement élevé. L'excrément de buffle est le fumier le plus pauvre de tous.

Le fumier doit être facile à collecter. Les animaux sous abris ou en enclos produisent un fumier plus concentré que ceux qui sont en liberté. On peut concevoir les abris d'animaux de façon à améliorer la collecte et la distribution du fumier vers les étangs.

Les sources de fumure organique animale sont assez nombreuses, mais souvent en quantités plutôt faibles (Tableau XXIV et Tableau XXV, p. 120). On distingue :

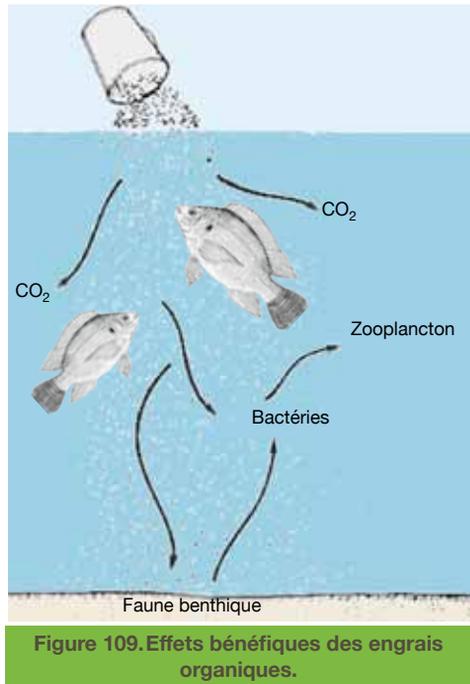


Figure 109. Effets bénéfiques des engrais organiques.



- ✓ Les fientes de poules et autres oiseaux sont souvent trop dispersées en milieu rural pour être exploitables dans les grands étangs.
- ✓ Le fumier de porc qui n'est utilisable que par les non musulmans. L'association porcherie et pisciculture est très intéressante par les rendements et les facilités qu'elle procure. On laissera sécher ce fumier pendant 2 semaines avant de l'utiliser.
- ✓ Le fumier de vache et autres ruminants qui est à utiliser avec beaucoup de précautions car il est trop riche en cellulose et risque de provoquer une importante fermentation qui fera chuter brutalement le taux d'oxygène. Il est préférable de l'utiliser en application sur le fond des étangs, à sec après la vidange. Une scarification de l'assiette permet de mélanger le fumier à la vase sans retourner le sol.
- ✓ Le purin est un liquide suintant d'un tas de fumiers après une pluie ou un arrosage ne se trouve que dans les élevages en stabulation où l'on récolte les urines et le fumier. Il est excellent pour la production de zooplancton à raison de 2,5 litres/are/semaine. En cas d'odeur ammoniacale, il faut réduire les doses de moitié.

La quantité de fumier animal à appliquer dans un étang donné varie considérablement selon des facteurs comme le climat, la qualité de l'eau et du sol, les caractéristiques du fumier et le type de système cultural (type de poisson, densité d'élevage, longueur de la période d'élevage). Il est, cependant, impossible de recommander un traitement qui soit valable en toutes circonstances.

Les épandages doivent être uniformes pour éviter toute concentration fâcheuse. Le choix des engrais est fixé par la disponibilité et le prix, si possible nul. Chaque engrais doit faire l'objet d'essais pour vérifier sa productivité et sa non-nocivité. L'épandage de fientes se réalise préférentiellement en poids de fiente et en pourcentage de la biomasse de poissons. Il ne faut pas dépasser les valeurs maximales recommandées. Ceci pour éviter d'abord une accumulation au fond de l'étang et ensuite une chute rapide du taux d'oxygène. La fréquence idéale des apports suit la règle : **le plus souvent possible**. Le mieux est une application quotidienne. À titre indicatif, dans les petits étangs ruraux de 100 m² et 300 m², la distribution se fait une fois, ou de préférence deux fois par semaine. Si on

Tableau XXIV. Quantité maximale de fumiers frais solides par jour et par 100 m² d'étang.

Fumier solide		Quantité maximale (kg frais/100 m ² /j)
Volailles	Canards	2,8
	Poules	4,8
Porcs	Porcs	6,0
Petits ruminants	Moutons/chèvres	3,4
Gros ruminants	Buffles	6,3
	Gros bétail	6,0
	Chevaux	5,2

Tableau XXV. Quantité à épandre par type de fumier.

Source		Quantité (kg/100 m ²)	Pour un étang de 400 m ² (4 ares)	% biomasse des poissons
Volaille	Fientes de volaille	4,5	½ à 1 brouette/semaine	2 à 4
Porcs	Excréments de porc	6	½ à 1 brouette/semaine	3 à 4
Petits ruminants	Crottes de mouton ou de chèvre	3		
Gros ruminants	Bouse de gros bétail ou crottin de cheval	5		
	Litière d'étable (gros bétail/chevaux)	15		
	Fumier de gros ruminant		1 tonne/an	
	Purin		10 l/semaine	

n'utilise pas du fumier tous les jours mais seulement une fois par semaine, cela ne veut pas dire qu'il faut en répandre sept fois plus en une seule fois dans l'étang.

II.12. LES AUTRES ENGRAIS ORGANIQUES

Plusieurs engrais organiques autres que le fumier animal sont couramment utilisés sur les exploitations piscicoles de petite taille. Ces engrais sont habituellement des déchets que l'on peut se procurer à peu de frais et localement. Les engrais organiques les plus couramment utilisés sont :

- ⇒ Les **déchets d'abattoir**, tels que contenu de panse de bovins, sang, os et eaux usées enrichies.
- ⇒ Les **déchets agro-industriels**, tels que graines de coton, mélasse, tourteau oléagineux et boue résiduelle d'huile de palme (4 à 5 % d'azote). Des déchets comme les balles de riz, les bagasses de canne à sucre et la sciure de Bois sont riches en cellulose, qui se décompose très lentement dans l'étang.
- ⇒ Le rouissage du **manioc**. Les tubercules de manioc de l'espèce amère qu'on peut laisser tremper dans les étangs pour enlever l'acide cyanhydrique avant consommation, constituent un moyen excellent et à bon marché de fertiliser les petits étangs. Le manioc est ensuite récupéré et consommé. La fertilisation provient du jus de rouissage et est donc gratuit. Un apport minimum de 10 kg de tubercules/are/jour est recommandé. La dose peut atteindre 200 kg/are/semaine mais jamais plus.
- ⇒ La **végétation** qui a été coupée dans l'étang proprement dit, dans les canaux ou autres plans d'eau. Dans certaines régions, des plantes flottantes nuisibles comme la jacinthe d'eau (*Eichornia crassipes*), les fougères d'eau (*Salvinia* sp.) et les laitues d'eau (*Pistia* sp.) peuvent être utilisées à bon escient.
- ⇒ Le **compost** produit en dehors des étangs peut être étalé sur le fond de l'étang asséché avant le remplissage, ou être utilisé régulièrement pour fertiliser l'eau. La végétation telle que graminées coupées, déchets végétaux et fruits en décomposition peut être utilisée pour fabriquer un compost simple dans l'étang proprement dit.

Les quantités moyennes de ces engrais organiques à appliquer aux petits étangs sont indiquées dans le Tableau XXVI (ci-dessous). Il faut les utiliser régulièrement, en évitant de surcharger l'étang avec une réserve pour plusieurs semaines. Il faudra vérifier la qualité de l'eau pour ajuster les quantités utilisées.

II.2. LE COMPOST

Le compostage se caractérise par la décomposition intensive par des micro-organismes de matières organiques, en général sous conditions contrôlées. Ce processus permet d'utiliser toute une gamme de déchets, résidus et végétation naturelle à bon marché pour la production d'un produit propre, sec et riche en matières organiques et éléments nutritifs primaires. Ce produit s'appelle compost.

La fabrication de compost est effectuée par l'intermédiaire de différents groupes de micro-organismes comme des bactéries, des champignons et des protozoaires, qui ont besoin principalement de carbone (C) et d'azote (N) pour leur développement. C'est pour obtenir ces substances qu'ils décomposent les matières organiques disponibles. Les compost sont composés de végétaux relativement tendres comme les feuilles, herbes et plantes aquatiques, qu'on mélange à des matières

Tableau XXVI. Quantité d'engrais organiques.

Engrais organiques	Quantité moyenne
Fumier animaux	Voir Tableau XXIV et Tableau XXV, p. 120
Déchets d'abattoir	10 kg/100 m ² /semaine
Déchets agro-alimentaire	8 kg/100 m ² /semaine
Manioc	50 à 100 m ³ /semaine 10 à 25 kg/100 m ² /jour
Végétation	20 à 25 kg/100 m ² /semaine
Compost	20 à 25 kg/100 m ² /semaine 50 kg/100 m ² de fond d'étang



fécales (d'oiseaux, porcs, herbivores ou humaines).

Le compost peut être produit dans des conditions anaérobique (en l'absence d'oxygène) ou aérobie (en présence d'oxygène). Chaque type présente des caractéristiques spécifiques (Tableau XXVII ci-dessous). Dans certains systèmes agricoles, on utilise les deux types de compostage, par exemple la préparation aérobie dans les parties extérieures du matériau et la préparation anaérobique dans la zone intérieure où il y a peu d'oxygène.

En pisciculture, le compostage est habituellement pratiqué de deux manières :

- ⇒ Compostage simple aérobie/anaérobique sous eau, en tas.
- ⇒ Compostage aérobie à sec, soit en tas, soit dans des fosses.

Pour préparer le compost à terre, il est plus facile d'utiliser la méthode aérobie (Figure 110, p. 123). Il est alors important de garantir qu'il y a toujours de l'air dans le tas de compost pour maintenir une décomposition rapide et totale des matières organiques. À cette fin, les étapes seront de :

1. Commencer à constituer un nouveau tas de compost en plaçant une première couche de matières végétales grossières, par exemple des rachis de feuilles de bananier, de la paille ou des tiges de canne à sucre, sur une hauteur d'au moins 25 cm. Cette couche devrait permettre la circulation d'air tout en absorbant les liquides riches en éléments nutritifs provenant des couches supérieures.

2. Couper les matières utilisées pour le compost en petits morceaux de 3 à 7 cm.

3. Empilez sans tasser toutes les matières, en laissant de l'espace entre les couches. Il ne faut jamais compacter le tas de compost. Il ne faut pas faire un tas trop haut pour éviter qu'il ne se tasse sous son propre poids.

4. Maintenir le tas humide mais non mouillé. Trop d'eau empêcherait la circulation de l'air. Il faudra protéger le tas de la pluie (trop humide) et du soleil (trop sec).

5. Retourner le tas de temps à autre pour l'aérer et éviter une production de chaleur trop intense au centre. On introduit un morceau de bois au milieu du tas et on attend quelques minutes avant de le retirer. Si le tas est trop chaud, sec ou trop odorant, il est temps de le retourner.

Il y a deux manières d'empiler les matériaux :

- ⇒ En tas au-dessus du niveau du sol, de préférence pendant les saisons de forte pluie. Il sera alors plus facile à retourner et à maintenir aéré, mais les pertes d'azote et de carbone sont élevées, ou
- ⇒ Dans des fosses creusées dans le sol, dans un endroit surélevé pour éviter les inondations. Il faudra les protéger par des tranchées, si nécessaire. C'est préférable sous des climats secs pour retenir l'humidité. Les pertes d'azote et de carbone sont plus faibles.

II.2.1. LE CHAULAGE

Les étangs de terre sont conditionnés par chaulage, c'est-à-dire en préparant les étangs et en

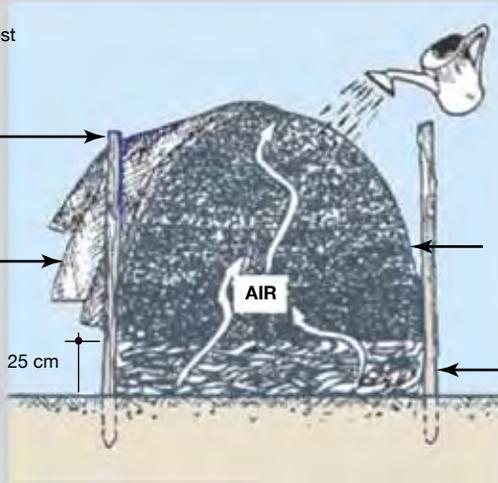
Tableau XXVII. Caractéristiques des méthodes de compostage.

Caractéristiques	Aérobie	Anaérobie
Présence d'oxygène	Nécessaire	Non
Pertes d'azote	Importante	Réduites
Pertes de carbone	Importantes	Réduites
Production de chaleur	Importante	Très petite
Destruction d'agents pathogènes	Oui	Non
Teneur en humidité	Optimum entre 40 et 60 %, à contrôler	Pas importante
Méthode de compostage	En tas, au-dessus du niveau du sol	En tas, à une certaine profondeur sous l'eau
	Dans une fosse, en dessous du niveau du sol	En tas enveloppé, au-dessus du niveau du sol
	En tas à la surface de l'eau	Dans une fosse couverte, en-dessous du niveau du sol

Il doit y avoir de l'air dans le tas de compost

Le tas ne doit pas être trop élevé

Protection contre le soleil et la pluie



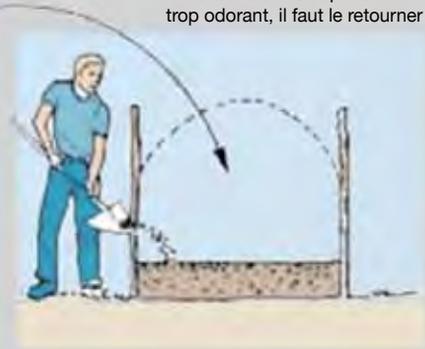
Il faut humidifier sans mouiller

Matières finement coupées sans être tassées

Première couche : matériaux très grossiers

Vérification du processus de compostage : Introduire un morceau de bois

... si le tas est trop chaud ou trop odorant, il faut le retourner



Empilement des matières pour le compostage ...en tas



...ou dans une fosse

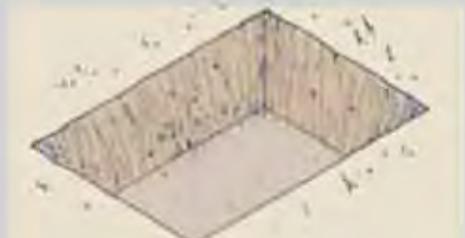


Figure 110. Préparation de compost à sec.



les traitant avec divers types d'amendements calcaires, substances chimiques riches en calcium (Ca). Le chaulage améliore la structure du sol de l'étang, améliore et stabilise la qualité de l'eau et permet que les engrais soient plus efficaces pour augmenter la nourriture naturelle disponible. L'un des effets les plus importants, que l'on peut mesurer et utiliser pour contrôler le chaulage, est celui qui modifie l'alcalinité totale de l'eau de l'étang. L'alcalinité totale (AT) de l'eau est la mesure de sa concentration totale en carbonates et en bicarbonates de substances comme le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) qui sont typiquement alcalins.

Le chaulage des étangs n'est pas toujours nécessaire. On peut le faire sur un nouvel étang ou sur un étang déjà utilisé. Dans certains cas, il peut non seulement être un gaspillage d'argent, mais aussi s'avérer nuisible aux poissons. Avant de prendre une décision, l'étang devra être étudié attentivement ainsi que les caractéristiques particulières de son eau et de son sol. On vérifiera les points suivants :

- ✓ Si le pH du sol du fond de l'étang est inférieur à 6,5, le chaulage est justifié.
- ✓ Si le fond de l'étang est très vaseux parce qu'il n'a pas été régulièrement vidé et asséché, le chaulage améliorera les conditions du sol.
- ✓ S'il y a risque qu'une maladie contagieuse se propage ou s'il faut lutter contre des ennemis des poissons, le chaulage peut aider, en particulier dans les étangs vidangés.
- ✓ Si la quantité de matières organiques est trop élevée, soit dans le sol du fond, soit dans l'eau, le chaulage est conseillé.
- ✓ Si l'alcalinité totale de l'eau est inférieure à 25 mg/l CaCO_3 , le chaulage peut être justifié.

Les effets sur le sol du fond de l'étang sont :

- ⇒ Une amélioration de la structure ;
- ⇒ Une accélération de la décomposition des matières organiques ;
- ⇒ Une augmentation du pH.

Tous ces facteurs entraîneront un échange plus rapide et plus important de minéraux et d'éléments nutritifs entre le sol du fond de l'étang et l'eau, en même temps qu'une diminution de la demande en oxygène dissous.

Habituellement, les amendements calcaires et les engrais sont appliqués séparément. Il faudra donc chauler au moins deux semaines, et de préférence un mois, avant tout épandage d'engrais. Le chaulage annuel sera donc effectué à différents moments de l'année selon le calendrier de gestion de l'étang. En climats tropicaux, il est préférable de chauler l'étang dès que le poisson a été récolté et au moins deux semaines avant le réempoissonnement. Les engrais sont appliqués ensuite, 15 à 30 jours après le chaulage.

Cependant, les mesures du pH et de l'alcalinité, même si elles sont courantes, ne seront pas forcément accessibles pour les bénéficiaires, qui pourront alors s'adresser à des laboratoires et instituts locaux. Pour les ONG, des kits d'analyses sont facilement disponibles dans le commerce et peu onéreux.

II.2.2. L'ÉPANDAGE

Il est possible d'épandre les engrais soit à sec, soit lorsque l'étang est en eau.

Un certain nombre de méthodes concernent l'emplacement et la répartition du fumier animal dans diverses situations (Figure 111, Figure 112 et Figure 113, p. 125). Toutefois, les exemples illustrés ont un caractère général et doivent être adaptés aux conditions locales (qualité et quantité de fumier disponible, qualité de l'eau, conditions météorologiques...).

À l'exception des déchets d'abattoir et des tubercules de manioc, les engrais organiques sont donc amoncelés en un ou plusieurs tas dans l'eau. On peut également utiliser un enclos dans un coin de l'étang. L'engrais organique est entassé et compacté à l'intérieur, afin de déclencher une production de compost sous eau. On avait déjà vu comment faire du compost en aérobie. On peut avoir un compost en anaérobie (paragraphe II.2, p. 121).

Pour cela, dans chaque étang, on aménage une compostière en bambou ou en bois pour retenir l'engrais. On la placera dans un angle, dans la partie la moins profonde de l'étang (Figure 115 et Photo N, p. 126). Le tas doit être bien tassé sous eau, par exemple en piétinant soigneusement

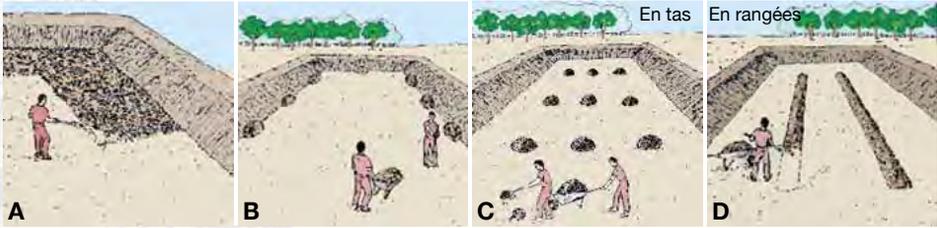


Figure 111.Épandage de fumier sur des étangs à sec. A : Nouvel étang ; B : Étang où l'eau est mal contrôlée ; C et D : Étang où l'eau est bien contrôlée (cas le plus courant).

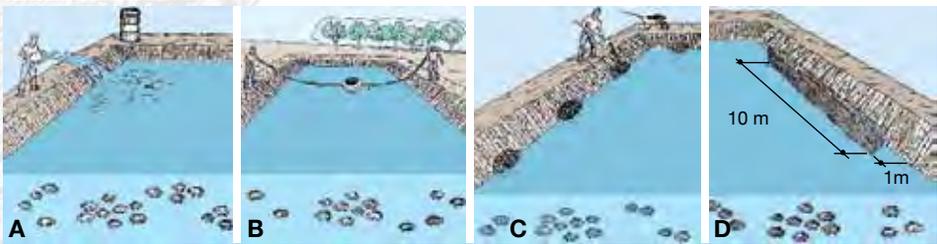


Figure 112.Épandage de fumier sur des étangs en eau empoisonnés (I). A : Distribution du fumier animal liquide à partir des digues ; B : Distribution du fumier animal solide à l'aide d'une chambre à air et d'un panier ; C : Disposition du fumier animal en tas le long des berges ; D : Détail d'un enclos allongé.

chaque couche (Figure 114 ci-contre). Mais il devra dépasser légèrement de la surface de l'eau, étant donné que sa hauteur diminuera lentement. Chaque semaine, il faut ajouter de nouvelles couches de matières pour le reconstituer. Pour obtenir de très bons résultats :

- ⇒ Utilisez au moins un tas de compost par 100 m² d'étang.
- ⇒ Veiller à ce que la superficie totale de la surface des enclos à compost corresponde à 10 % de la surface de l'étang.
- ⇒ Retourner les tas tous les deux ou trois jours.
- ⇒ Placer les tas en eau suffisamment profonde.

II.2.3. « L'EAU VERTE »

Une fois que les étangs sont en eau et fertilisés, il va donc falloir attendre que le cycle naturel de l'étang se mette en place. Pour cela, on attendra plusieurs jours durant lesquels, en cas de bonne fertilisation, l'eau va devenir verte, c'est-à-dire riche en phytoplancton. Pour savoir si l'eau est suffisamment verte, on peut utiliser un disque de Secchi (paragraphe II.1.2, p. 48) ou tout simplement plonger le bras dans l'étang jusqu'au coude. Si on distingue à peine le bout des doigts, c'est que l'eau est suffisamment verte.

L'étang est maintenant prêt à recevoir les poissons.

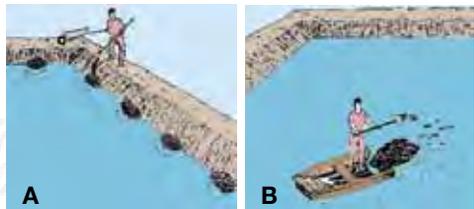


Figure 113.Épandage de fumier sur des étangs en eau empoisonnés (II). A : Distribution du fumier animal pur à partir d'une embarcation ; B : Disposition du fumier animal mélangé à la litière en petit tas le long des digues.



Figure 114.Préparation d'un compost anaérobie.



Installation d'un enclos dans les deux coins de l'étang



Figure 115. Enclos compostière dans l'étang.

Photo N. Compostière. [En haut, Libéria © Y. Fermon], [En bas, © APDRA-F] (CIRAD).

III. RÉCAPITULATIF

- ⇒ Les deux étapes sont donc :
 - ⇒ La fertilisation
 - ⇒ L'attente d'une « eau verte » qui indique que l'étang est prêt pour l'ensemencement
- ⇒ On insistera sur :
 - ⇒ La préparation de compost aérobie et anaérobie

Chapitre 09

LA MANIPULATION DES POISSONS

Une fois que l'étang est prêt, l'empoissonnement peut avoir lieu (Figure 116, p. 128).

Le lecteur pourra trouver en Annexe 04 p. 239 des informations concernant les espèces de poissons utilisées en pisciculture en Afrique selon les bassins et les pays. Si on reprend le fil des opérations, les activités seront, dans l'ordre suivant :

14. La collecte des spécimens de tilapia
 - En milieu naturel
 - Par production
15. Le stockage des alevins
16. Le transport des poissons
17. L'empoissonnement des tilapia
18. Le suivi sur les poissons
19. L'empoissonnement des autres espèces
20. La vidange et la collecte de la production

Dans un certain nombre de cas et de régions, il est assez facile de se procurer des alevins de tilapia en milieu naturel. Sinon, on choisira de produire ses alevins à partir de géniteurs collectés dans le milieu naturel. L'évaluation effectuée au préalable permettra d'indiquer quelles sont les espèces utilisables proches des sites choisis :

⇒ Pour limiter la perte des poissons ;

⇒ Pour limiter les coûts. Un transport sur longue distance demande une logistique qui peut s'avérer coûteuse. On essayera au maximum de limiter les déplacements.

Dans la mesure où la plupart des producteurs d'alevins actuellement en Afrique le font sans réelle gestion génétique des géniteurs et, de plus, à partir d'espèces introduites, et afin de limiter les coûts, on évitera la plupart du temps de se fournir en alevins chez des producteurs locaux.

I. LES MÉTHODES DE CAPTURES

Il est souvent nécessaire de manipuler les poissons vivants, par exemple pour les contrôles ordinaires de croissance et d'état sanitaire, pour les transferts d'un étang à l'autre et pour la récolte finale. Différents types de filets et de petits équipements sont généralement utilisés pour ces manipulations.

Il est cependant nécessaire de garder en mémoire certains points évoqués précédemment.

- ⇒ **Si ce sont des bénéficiaires qui vont effectuer les captures, la difficulté sera de leur faire comprendre que ce n'est pas nécessaire d'aller chercher des poissons ailleurs que chez eux.**
- ⇒ **Un des principes important sera de n'utiliser que des engins de capture non destructeurs pour la faune locale.**
- ⇒ **Il faudra veiller à bien respecter les lois relatives à la pêche. Le cas échéant, des autorisations pourront être demandées auprès des instances locales.**

Pour se procurer des spécimens sauvages, on peut faire appel à des pêcheurs locaux qui peuvent être, le cas échéant également des bénéficiaires. En général, ils connaissent bien les lieux de capture possible des différentes espèces. Le cas échéant, on pourra fabriquer des petits engins de pêche.

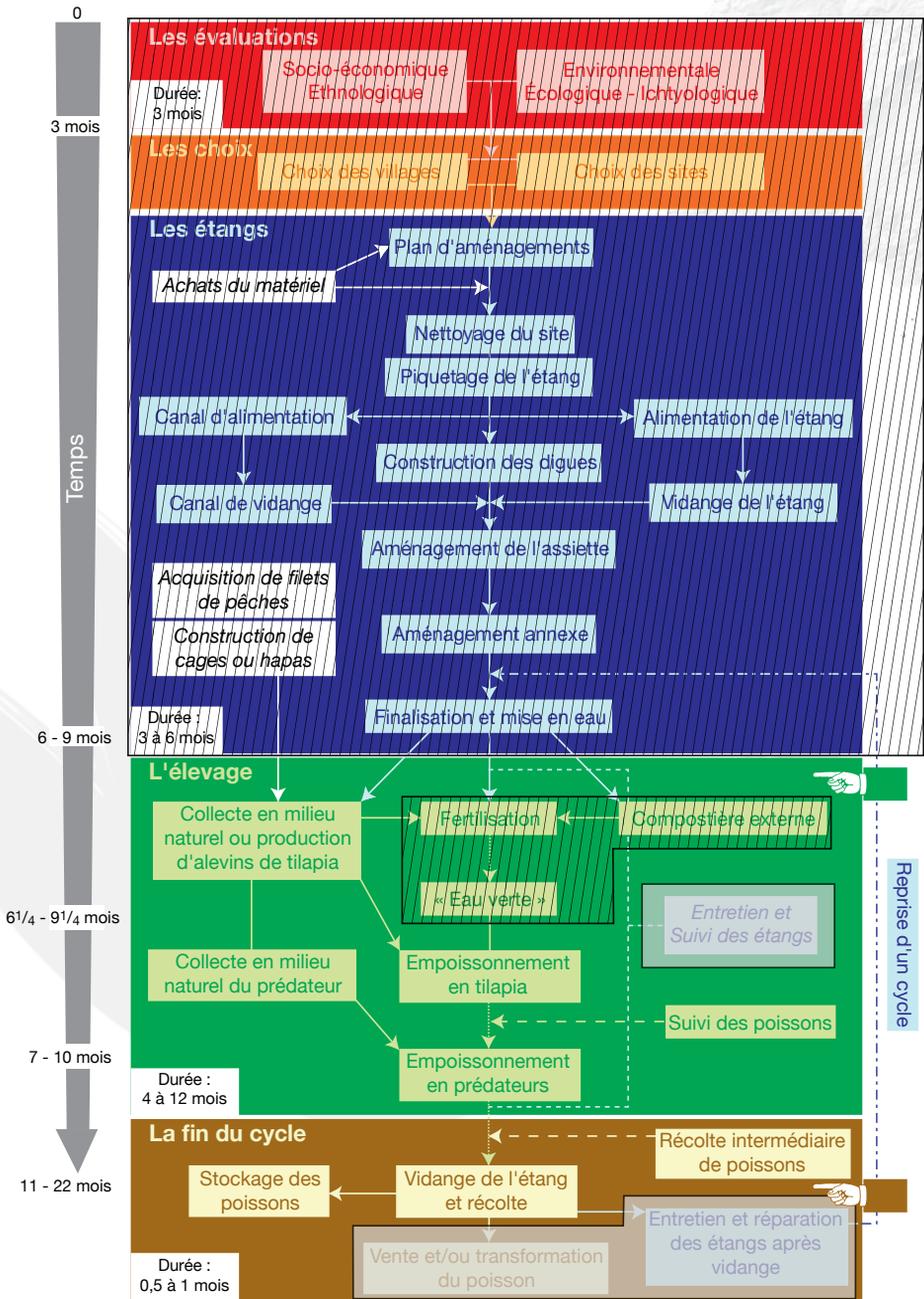


Figure 116. Mise en place d'étangs piscicoles : 4. L'élevage et 5. La fin du cycle.

1.1. LA SENNE

Un des outils principaux de collecte est la **senne**.

C'est le moyen le plus simple pour capturer des alevins. Si on utilise une senne à mailles de 1 cm environ, on n'attrapera que les poissons qui ont au moins 5 cm. Si on veut récolter des alevins, on utilisera des sennes faites à partir de toile moustiquaire.

Une senne est un filet allongé comportant des cordages à chaque extrémité, que l'on tire le long de l'étang pour procéder à la récolte, puis que l'on referme en cercle pour piéger les poissons et que, le plus souvent, on ramène sur la berge.

Une senne se compose d'une ou de plusieurs nappes de filet montées (Figure 117 ci-contre) :

- ✓ À la partie supérieure sur une ralingue supérieure (corde du haut) équipée de flotteurs ;
- ✓ À la partie inférieure sur une ralingue inférieure (corde du bas) munie de lests (ou plombs).

Les cordages se prolongent normalement au-delà du filet pour former les bras de halage.

Il existe plusieurs types de sennes. Les deux modèles suivants sont le plus fréquemment employés.

- ⇒ Senne identique sur toute sa longueur. Il s'agit d'un simple panneau de nappe de filet rectangulaire.
- ⇒ La senne est constituée de trois parties :
 - Une poche centrale fabriquée de façon lâche, destinée à recueillir les poissons ;
 - Deux ailes latérales destinées à diriger les poissons vers la partie centrale.

Pour pouvoir réaliser un filet, différents matériaux sont nécessaires (Figure 118, p. 130).

Les cordages peuvent être en fibre naturelle (chanvre, manille, sisal) ou synthétique. Les fibres synthétiques sont plus solides et plus résistantes. Le cordage peut être torsadé ou tressé.

Les flotteurs peuvent être réalisés avec différents matériaux, comme du bois léger, si possible enduit de peinture ou de goudron pour éviter son imprégnation par l'eau, ce qui réduirait sa flottabilité ; de liège ; de matières plastiques. Bref, d'un matériel qui flotte.

Les lests sont généralement en terre cuite ou en plomb. Dans ce dernier cas, le matériau nécessaire à la fabrication se présente sous forme de minces feuilles de plomb ou d'olives de différents poids. On peut utiliser du plomb de récupération. Il faudra un poids total de lests égal à 1,5 fois la flottabilité totale ou la poussée verticale des flotteurs. Il est également possible d'utiliser de petites pierres, mais celles-ci risquent de se briser plus facilement.

Pour le montage, on mettra globalement un flotteur tous les 10 à 25 cm maximum. Pour le lest, un tous les 3 intervalles. Différentes étapes sont nécessaires pour monter une senne (Figure 118, p. 130).

Il suffit de deux personnes pour manœuvrer une petite senne, une à chaque extrémité du filet, celui-ci étant maintenu à la verticale par des perches en bois (Figure 119, Figure 120 et Figure 121, p. 131 et Photo O, p. 132). Il faut veiller à ce que la ralingue inférieure reste toujours légèrement en avant de la ralingue supérieure. En présence d'un fond vaseux, ou s'il s'agit d'une senne plus grande et plus lourde, la manœuvre du filet exige parfois une force mécanique plus importante. Dans ce cas, une personne tire le filet depuis chaque perche, tandis que d'autres facilitent la manœuvre en tirant sur les cordages de halage. Il est utile de prévoir une personne supplémentaire se tenant près du milieu du filet pendant la manœuvre, pour faciliter cette dernière le cas échéant, par exemple si le filet est bloqué par un obstacle quelconque sous l'eau.

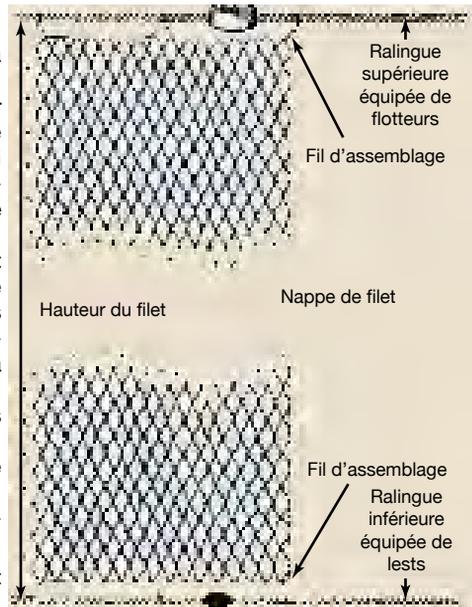


Figure 117. Schéma de montage d'une senne.

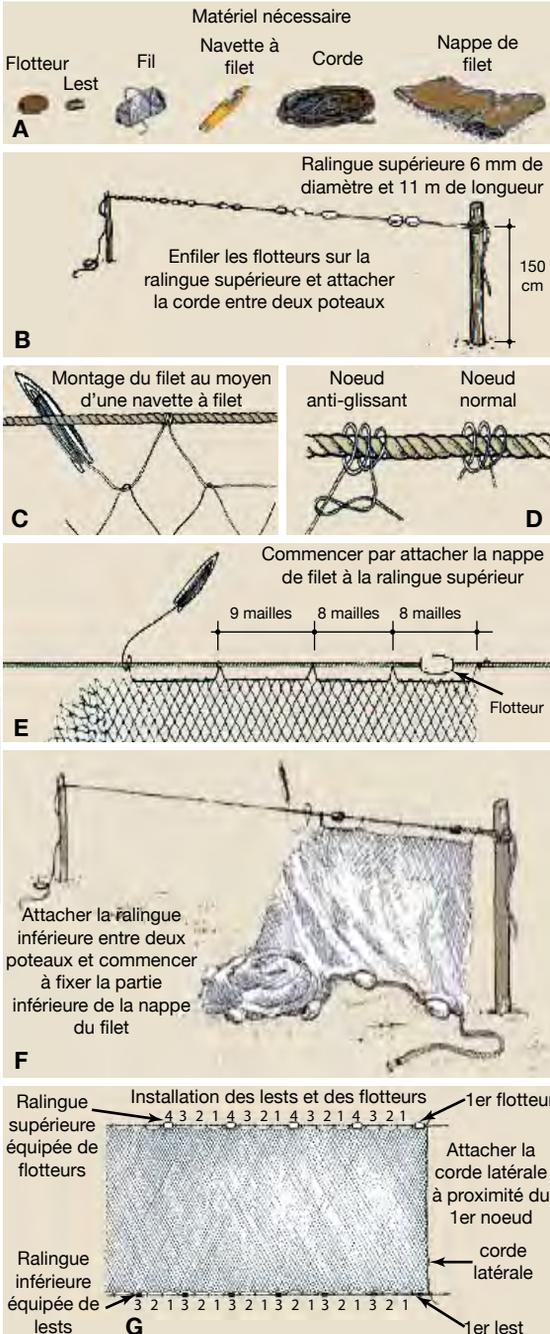


Figure 118. Différentes étapes de construction de senne simple.

Les sennes sont parfois des équipements relativement coûteux. Il convient de les entretenir soigneusement pour les maintenir en bon état.

Il faut les protéger de la lumière solaire directe.

Après utilisation, il faut les rincer et les nettoyer soigneusement pour les débarrasser des débris, des écailles, du mucus de poisson...

Il faut les conserver à l'abri, dans un endroit frais et sec, par exemple sous un hangar ouvert et les protéger des rats et des souris, par exemple en les suspendant à des barres horizontales au-dessus du sol.

Il faudra remplacer une partie de la nappe de filet aussitôt que nécessaire.

⇒ À noter que l'usage de la senne est souvent prohibé en milieu naturel. Si ce n'est pas le cas, il ne faudra l'utiliser que pour la récolte d'alevins ou de géniteurs. Le cas échéant, des autorisations devront être obtenues auprès des autorités compétentes.

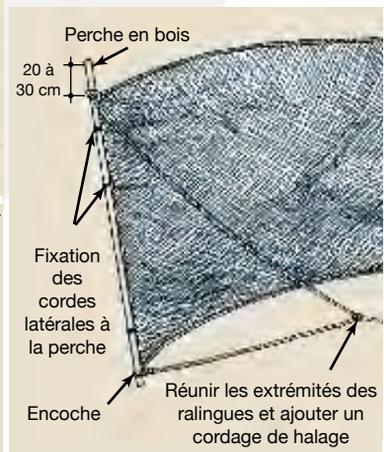


Figure 119. Mise en place des bâtons pour tirer la senne.

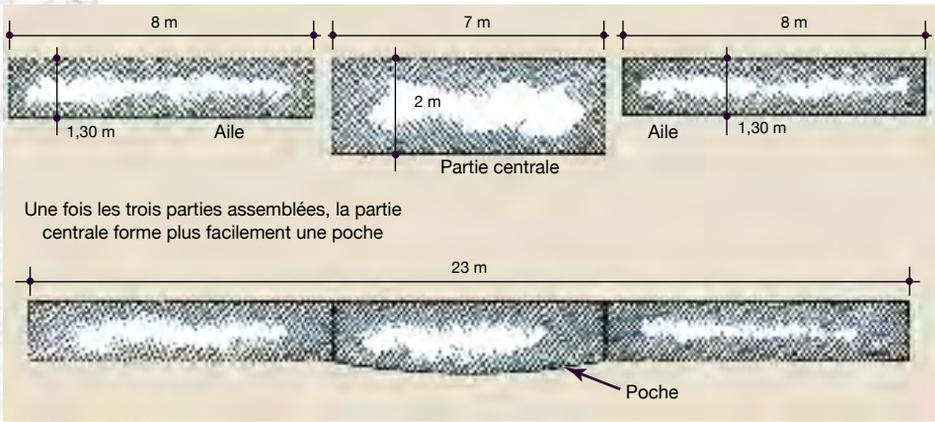


Figure 120. Construction d'une senne à poche.

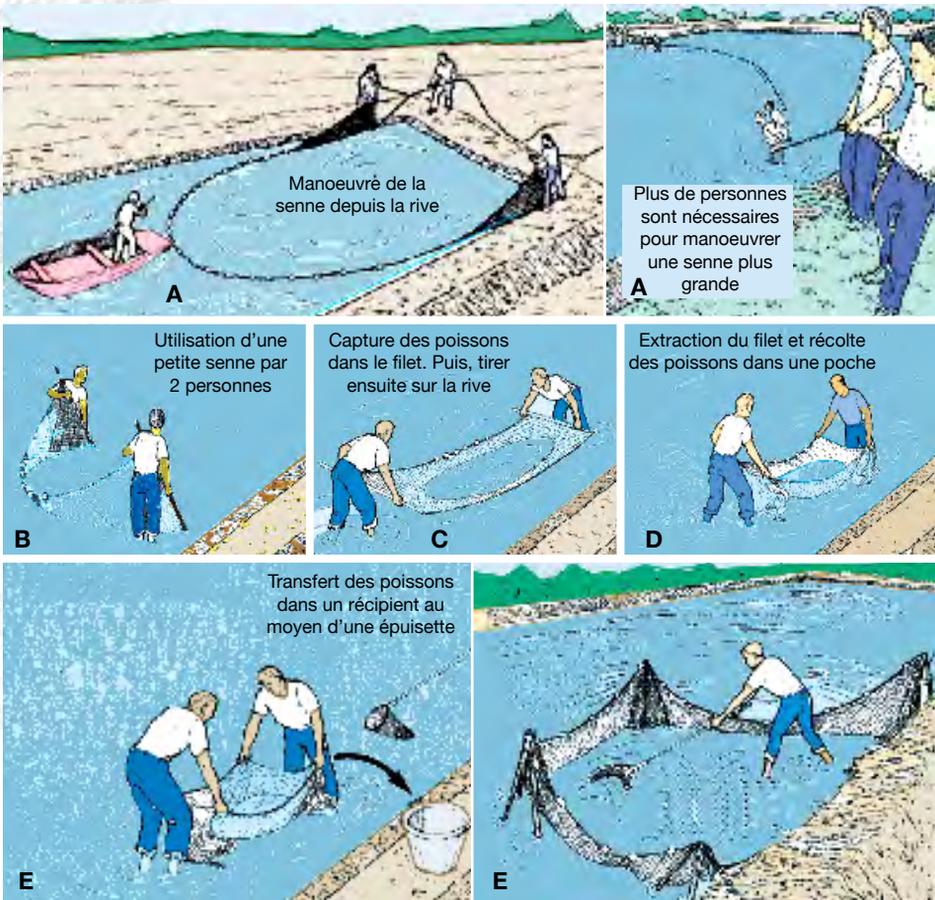


Figure 121. Manipulation d'une senne.



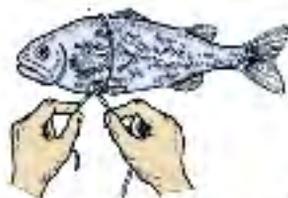
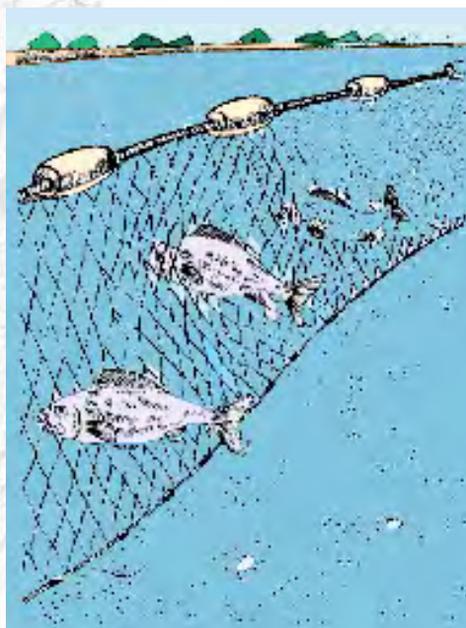
Photo O. Utilisation de petites sennes de plage (Libéria, Guinée, RDC) [© Y. Fermon].

I.2. LES FILETS MAILLANTS

Le filet maillant est l'un des filets le plus largement utilisés dans les pêches de capture en eau douce. On pourra l'utiliser pour capturer des géniteurs ou bien capturer quelques poissons de bonne taille dans les étangs.



Photo P. Montage, réparation et utilisation de filets maillants (Kenya, Tanzanie) [© Y. Fermon].



Prendre un poisson de la taille de capture voulue. Passer une ficelle autour de la partie la plus grosse...

...la grandeur de la maille doit être légèrement inférieure à celle-ci



Filet maillant étiré entre 2 poteaux



Figure 122. Filets maillants.

La forme et la conception générales d'un filet maillant sont très voisines de celles d'une senne. Cependant, le fil pour filet est plus mince et généralement en monofilament synthétique, par exemple en monofilament de polyamide d'un diamètre de 0,12 à 0,25 mm, suivant la dimension des mailles. La dimension des mailles est fonction de la taille des poissons à récolter.

Les poissons doivent pouvoir passer à travers la maille étirée jusqu'au niveau de leurs opercules branchiaux, mais pas davantage (Figure 122 ci-dessus et Photo P, p. 132). Lorsqu'ils se sentent capturés et cherchent à s'écarter de la maille, les opercules branchiaux doivent être retenus par les côtés de la maille (d'où le nom de filet maillant). Ces filets sont particulièrement sélectifs pour la taille. La grandeur de mailles est déterminée en mesurant le périmètre corporel, ou circonférence, de quelques poissons de la taille qu'on souhaite récolter. Le filet maillant doit avoir une grandeur de mailles étirées inférieure au périmètre corporel du poisson d'environ un quart. On évitera des filets de moins de 4 cm ou de 2 pouces étirés, pour éviter de capturer des poissons trop petits. **Il est important de relever les filets toutes les heures au maximum si on veut obtenir des poissons vivants et peu endommagés.**

1.3. L'ÉPÉVIER

Un autre engin peu destructeur et souvent utilisé par les pêcheurs pour la capture de poissons est l'épévier. Il est bien utile pour capturer sans les endommager des poissons de belle taille.

Un filet « épévier » est constitué d'une pièce circulaire plate de nappe de filet à petites mailles, fortement lestée sur sa périphérie. Généralement, une série de ficelles relie le bord extérieur à un anneau central à partir duquel elle constitue une corde de halage unique. Cet équipement n'étant pas très facile à fabriquer soi-même, il est possible de le faire fabriquer et de l'acheter auprès de pêcheurs ou revendeurs locaux.

L'utilisation d'un filet épévier demande une certaine adresse (Figure 123 et Photo Q, p. 134). Il doit en effet être lancé bien ouvert et à l'horizontale à la surface de l'eau. Il s'enfonce rapidement jusqu'au fond, avant d'être fermé par une traction exercée sur la corde centrale de manière à piéger le poisson dans le filet.

Il est possible d'utiliser un épévier depuis les berges, dans l'eau ou à partir d'une embarcation.

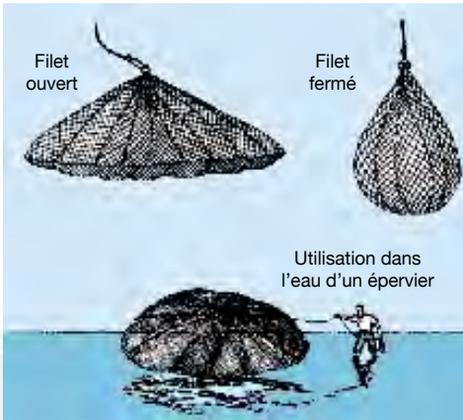


Photo Q. Lancer d'épervier (Kenya, Ghana)
[© F. Naneix, © Y. Fermon].



Figure 123. Utilisation d'un épervier.

1.4. LES ÉPUISETTES

Les épuisettes sont d'un usage courant dans les fermes piscicoles pour manipuler et transférer de petites quantités de poissons. Il est possible de les acheter toutes faites, de les monter à partir de pièces préfabriquées ou de les fabriquer soi-même.

Une épuisette comprend trois parties principales (Figure 124 et Photo R, p. 135) :

- ✓ Une poche réalisée dans une nappe de filet d'un type et d'une grandeur de maille adaptés à la taille et à la quantité des poissons à manipuler ;
- ✓ Une armature à laquelle la poche est suspendue, généralement en fer galvanisé résistant ou en fer à béton (d'ordinaire de forme circulaire, triangulaire ou en « d » avec des attaches permettant d'y fixer une poignée ou un manche) ;



Photo R. Époussette (Guinée)[© Y. Fermon].

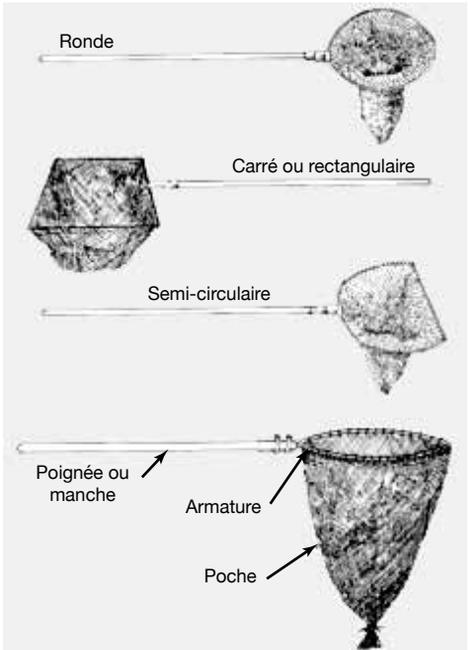


Figure 124. Différents types d'épousettes.

✓ Une poignée ou un manche, en métal ou en bois, de 0,20 à 1,50 m de long, suivant l'utilisation de l'époussette.
 Les épousettes présentent des tailles et des formes très différentes. Il importe de garder présentes à l'esprit les règles ci-après. Leur profondeur ne doit pas dépasser 25 à 35 cm. On prendra une taille adaptée à celle du poisson à manipuler.

1.5. LES NASSES, CASIERS ET TRAPPES

Les pêcheurs locaux utilisent souvent des nasses, casiers ou trappes pour capturer de façon régulière des poissons pour l'alimentation. Cela peut être le cas pour capturer des géniteurs ou bien d'autres espèces associées comme les poissons-chats. Il est possible également de les utiliser dans l'étang sans perturber le reste de la population.

Ces nasses consistent d'ordinaire en une armature en bois, en tuyau de matière plastique, en bambou ou en fil de fer, fermée par des surfaces en nappe de filet, en lattes de bambou ou en grillage métallique.

On distingue deux principaux types de nasses (Figure 125 ci-contre et Photo S, p. 136) :

✓ Les casiers, généralement munis d'appâts et d'un orifice d'entrée en forme d'entonnoir par lequel le poisson peut pénétrer, mais ne peut s'échapper que difficilement.

✓ Les trappes à poche ou à compartiment, généralement munies d'un filet guideur qui conduit les poissons dans un compartiment dont l'entrée en forme de V les empêche de s'échapper.

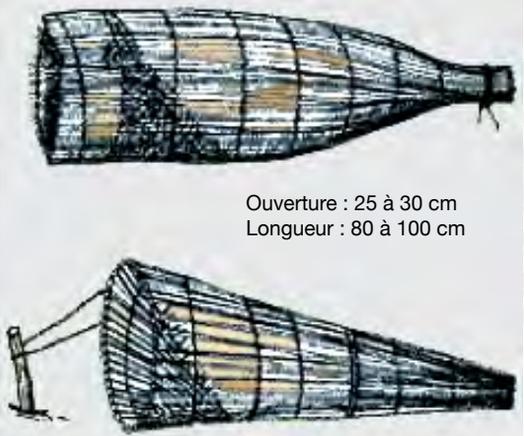


Figure 125. Différents types de nasses locales.



Photo S. Nasses. À gauche et en haut à droite, nasse traditionnelle (Libéria) ; en bas à droite, nasse en grillage avec des tilapia (Éthiopie) [© Y. Fermon].

I.6. LA LIGNE ET L'HAMEÇON

Une des méthodes les plus simples pour capturer des géniteurs est tout simplement une canne à pêche. C'est un engin sélectif qui permet de capturer et de maintenir en vie sans problème des poissons comme les tilapia.

Il s'agira cependant d'utiliser autant que possible des hameçons sans ardillon.

II. LE TRANSPORT DES POISSONS

Le transport de poissons vivants est une pratique à laquelle on doit recourir fréquemment :

- ⇒ Pour la récolte des poissons en milieu naturel ;
- ⇒ Pour mettre des poissons vivants en stabulation temporaire.

La durée du transport varie suivant la distance à parcourir :

- ✓ Depuis les cours d'eau, la durée de transport est généralement importante et varie de quelques heures à un ou deux jours ;
- ✓ Près des étangs, la durée de transport est généralement courte (moins de 30 minutes) à très courte (quelques minutes).

Il existe certains principes fondamentaux régissant le transport de poissons vivants :

- ⇒ Les poissons vivants sont généralement transportés dans l'eau. Or, la qualité de cette eau varie progressivement au cours du transport. Les changements les plus importants concernent la concentration de certaines substances chimiques.
- L'**oxygène dissous** (OD) sert essentiellement à la respiration des poissons. L'activité bactérienne et les processus d'oxydation consomment également de l'oxygène en présence de matière organique.

- ✓ La consommation d'oxygène dissous s'accroît quand la température augmente.
- ✓ La consommation d'OD par les petits poissons rapportée à 1 kg est plus importante que celle des poissons de plus grande taille.
- ✓ La consommation d'oxygène de poissons au repos est bien inférieure à celle de poissons en activité ou nerveux.
- L'**ammoniac** est excrété par les poissons et produit par les bactéries sous différentes formes ; la forme la plus toxique, l'ammoniac libre ou non ionisé (NH₃), est d'autant plus abondante que la température et le pH sont élevés.
- Le **gaz carbonique** (CO₂) est produit par les poissons en tant que sous-produit de la respiration. Les bactéries en produisent également. Le gaz carbonique existe sous différentes formes, la forme la plus toxique, CO₂ libre, est d'autant plus abondante que le pH de l'eau diminue.
- D'autres modifications de la qualité de l'eau peuvent également survenir pendant le transport.
- ✓ Une élévation de la **température** de l'eau dans les régions à climat chaud, qui a pour effet d'augmenter la consommation d'oxygène et la teneur en ammoniac libre toxique
 - ✓ La diminution du **pH** de l'eau résultant de l'augmentation de la teneur en gaz carbonique, qui a pour effet de réduire la teneur en ammoniac libre toxique, mais d'augmenter la teneur en CO₂ libre toxique ;
 - ✓ Une augmentation de la teneur en **matières en suspension** provenant des déchets/déjections des poissons.

⇨ La qualité de l'eau

- Une eau fraîche, ce qui permet de limiter l'activité des poissons et des bactéries, et réduire ainsi la consommation d'oxygène dissous et la production d'ammoniac et de gaz carbonique. On pourra utiliser si nécessaire de la glace. On évitera d'exposer les poissons à un brusque changement de température de l'eau.
- Une eau claire exempte de solides en suspension, pour moins solliciter les branchies des poissons, pour réduire la quantité de bactéries présentes avec les solides organiques et limiter les risques d'appauvrissement en oxygène dûs à la décomposition de matières organiques.

Dans la mesure du possible, il faut éviter de manipuler trop les poissons à la main car on détruit le mucus qu'ils ont sur le corps et de les laisser trop longtemps hors de l'eau.

Pour le transport lui-même, pour du court et moyen délai, on peut utiliser des pots en terre ou des fûts, des seaux ou des bassines mais également des sacs plastiques gonflés à l'air. Pour les Clariidae, juste un peu d'eau suffit en raison de leur capacité à pouvoir respirer l'air ambiant.

Dans le cas de long délai, on va privilégier des **sacs plastiques** gonflés à l'oxygène, à l'air si on ne trouve pas d'oxygène (Figure 126 et Photo T, p. 138). On peut se procurer de l'oxygène chez un carrossier qui fait de la soudure ou bien dans un dispensaire ou un hôpital. Autant que possible, chaque géniteur devra être seul dans son sachet et, pour les jeunes, on limitera les densités. Cependant, il est vrai que cela va augmenter le volume à transporter, ainsi, les risques de mortalité s'en trouvent largement réduits. Il ne faut pas mettre trop d'eau dans le sachet. Un niveau juste au-dessus du poisson suffit amplement. On compte, en général, 1/3 d'eau pour 2/3 d'air ou oxygène.

Pour des poissons juste collectés, on changera l'eau du récipient toutes les 5 mn ou dès qu'on verra les poissons piper à la surface pour évacuer les déchets organiques rejetés par les poissons en raison du stress qu'ils viennent de subir par leur capture et qui consomment l'oxygène de l'eau et ce, très rapidement.

Il existe un certain nombre de précautions à prendre et d'actions à entreprendre :

- ✓ Pour des transport à moyen et long terme, avant le transport, lorsque les poissons proviennent des étangs, on va les maintenir en stabulation, en hapas par exemple, sans alimentation et l'on va les garder assez longtemps pour que leur tractus digestif soit complètement vide. L'eau dans laquelle ils seront transportés restera ainsi plus propre. La durée minimale de la période de jeûne dépend de la température de l'eau et de l'espèce considérée. En eau chaude, une durée de 12 à 24 heures est parfois suffisante. Ce n'est pas nécessaire pour des transports de courte durée.

- ✓ On évitera, autant que possible, de salir l'eau de transport. Il faudra donc nettoyer soigneu-



Photo T. Emballage de poissons en sacs plastiques (Guinée, (Éthiopie)
[© Y. Fermon, © É. Bezault].

sement les poissons en eau propre avant de les charger dans le conteneur de transport.

- ✓ On placera les conteneurs dans l'obscurité et à l'abri de bruits soudains pour maintenir les poissons calmes pendant le transport proprement dit.

- ✓ Autant que possible, on maintiendra les poissons au frais pendant le transport. On effectuera les opérations de transport la nuit ou tôt le matin. De même, on évitera la lumière solaire directe et l'on placera de préférence les conteneurs à l'ombre. On peut recouvrir les conteneurs de sacs ou de tissus humides pour augmenter l'effet refroidissant de l'évaporation

- ✓ Il ne faut surtout pas nourrir les poissons pendant le transport.

- ✓ Autant que possible, on remplacera l'eau de transport par de l'eau mieux oxygénée et plus fraîche, pendant des arrêts prolongés, si les poissons semblent perturbés ou commencent à venir à la surface de l'eau pour respirer, au lieu de rester calmement au fond ou encore lorsque le transport dure plus de 24 heures sans apport supplémentaire d'oxygène. Le cas échéant, on peut augmenter la quantité d'oxygène dans l'eau en agitant l'eau avec la main.

- ✓ La densité de poissons ne doit pas être trop élevée pour éviter une trop forte consommation d'oxygène. Pour un sachet de ½ litre, on mettra 3 ou 4 poissons de 2 cm mais un seul de 8 cm. De plus, pour des poissons subadultes et adultes, on peut avoir des blessures occasionnées par les contacts pouvant entraîner la mort d'un poisson.

- ✓ Dès qu'un poisson est mort dans un sac ou un récipient, il faut l'enlever rapidement.

Pour la mise en eau, on laissera le récipient tremper de façon à réduire l'écart de température entre l'eau du sac et l'eau de l'étang. Puis, on mettra de l'eau de l'étang peu à peu dans le récipient pour finir l'acclimatation des poissons avant de les relâcher.

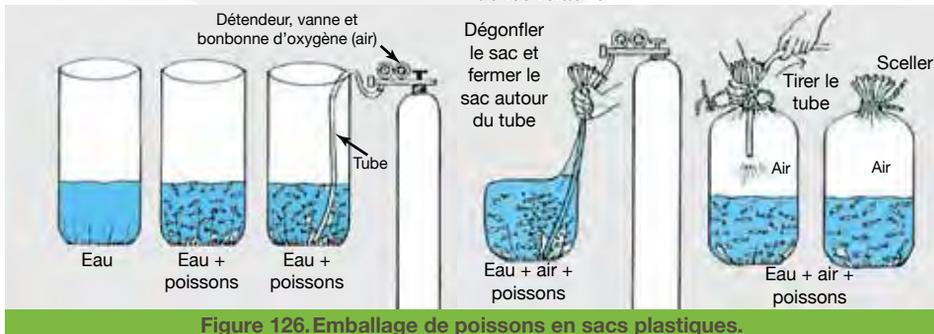


Figure 126. Emballage de poissons en sacs plastiques.

III. LA PRODUCTION D'ALEVINS DE TILAPIA

Il est possible de mettre en place une production d'alevins à partir de géniteurs collectés en milieu naturel. En effet, il s'avère parfois difficile de pouvoir se fournir en alevins de façon conséquente en milieu naturel, comme par exemple, en saison des pluies. Trois possibilités existent et varient selon les espèces. On peut les reproduire de façon :

- ⇒ **Naturelle**, où l'on aménage un plan d'eau selon les besoins comportementaux et habits des espèces à reproduire et l'on y met des géniteurs,
- ⇒ **Semi-naturelle** avec injection d'hormones pour déclencher la production des gamètes de façon simultanée, et, enfin,
- ⇒ **Artificielle** où, après injection, on extrait les ovocytes manuellement et le sperme pour procéder à une fécondation manuelle.

La reproduction et l'alevinage des tilapia sont actuellement réalisés dans des systèmes d'élevage et selon des niveaux d'intensification très variables, dépendant des conditions topographiques, physico-chimiques, et socio-économiques de la région. Les différentes techniques utilisées jusqu'à présent sont présentées selon le milieu dans lequel elles sont développées, à savoir :

- ✓ Les **étangs** de pisciculture,
- ✓ Les **hapas** et les **cages**,
- ✓ Les **tanks artificiels** (bassins), « raceways » et arènes,
- ✓ Les **hapas en tanks**,
- ✓ Les **aquariums** d'expérimentation.

Dans la situation de pisciculture d'autoconsommation, on choisira préférentiellement la reproduction en étangs et, le cas échéant, en hapas et cages.

Il faut tenir compte des besoins comportementaux des tilapia (Annexe 03 paragraphe II, p. 216). Ce sont des animaux territoriaux. Pour les incubateurs buccaux, ce sont les mâles qui défendent le territoire. Chez les pondeurs sur substrat, les deux parents sont territoriaux. Généralement, on peut considérer que la taille des territoires sera de l'ordre de 1 m² au sol. Cette taille va augmenter avec la taille de l'individu. Cependant, la variabilité individuelle est très importante chez ces poissons.

De par leur biologie, on pourra obtenir des alevins de 10 à 15 mm tous les mois. Cependant, pour des incubateurs buccaux, il faudra ménager les femelles qui subissent le harcèlement des mâles dès la fin de l'incubation. Si elles sont trop sollicitées, la garde des jeunes sera plus courte avec un risque plus important de perte d'alevins.

III.1. LA RECONNAISSANCE DES SEXES

Il est parfois assez difficile de différencier les sexes des poissons. Chez certaines espèces comme les Alestidae, le dimorphisme apparaît sur la nageoire anale. Chez beaucoup d'espèces de Cichlidae incubateurs buccaux, les mâles présentent une coloration brillante. Cependant, certains mâles non dominants gardent une coloration proche de celle des femelles. Il est alors nécessaire de regarder les orifices urogénitaux en retournant les poissons (Figure 127, p. 140).

Lorsque la saison de reproduction arrive, les géniteurs doivent être soigneusement choisis. Les poissons présentent les caractéristiques ci-après :

- ✓ L'abdomen des mâles doit libérer quelques gouttes de laitance lorsqu'il est légèrement comprimé.
- ✓ L'orifice génital des femelles doit être gonflé et protubérant, de couleur rose rougeâtre ; leur abdomen doit être arrondi et mou, dénotant ainsi la présence de gonades arrivées au stade dormant.

Lorsqu'il y a un risque d'agressivité chez les mâles (par exemple, dans le cas des poissons-chats), les poissons des deux sexes doivent être placés dans des étangs distincts après avoir été sélectionnés.

III.2. LES ÉTANGS D'ALEVINAGE

Dans le cas d'une unité centrale permettant de fournir des alevins à l'ensemble des pisciculteurs, on peut proposer aux services locaux la mise en place d'une station d'alevinage en étang. Dans ce

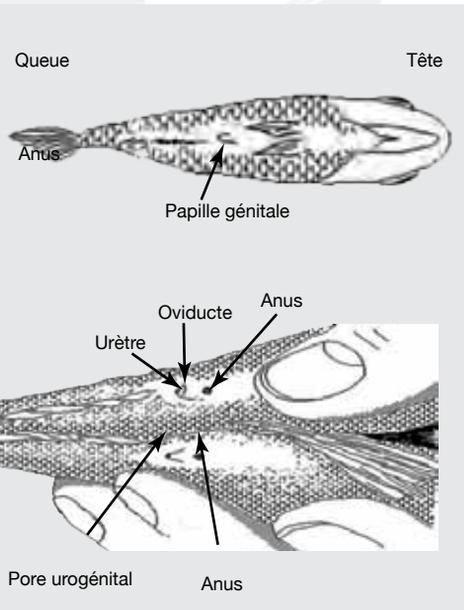
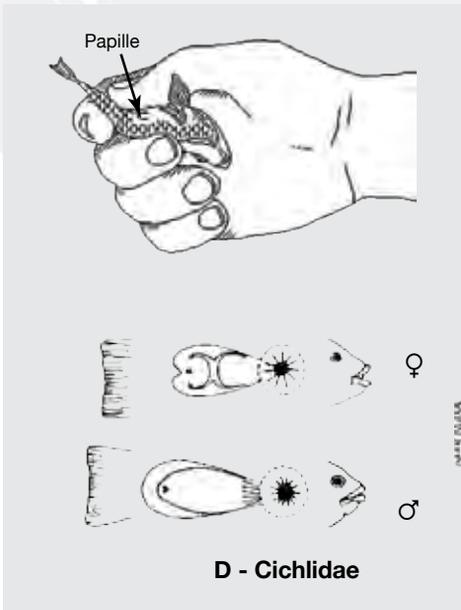
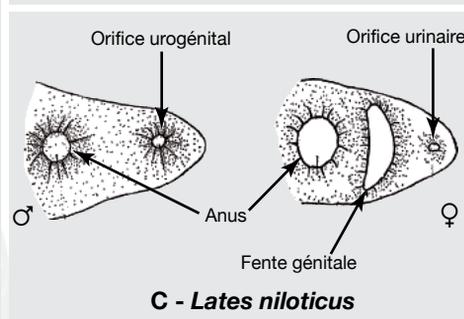
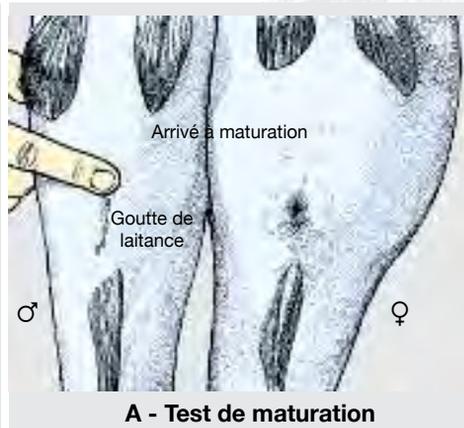
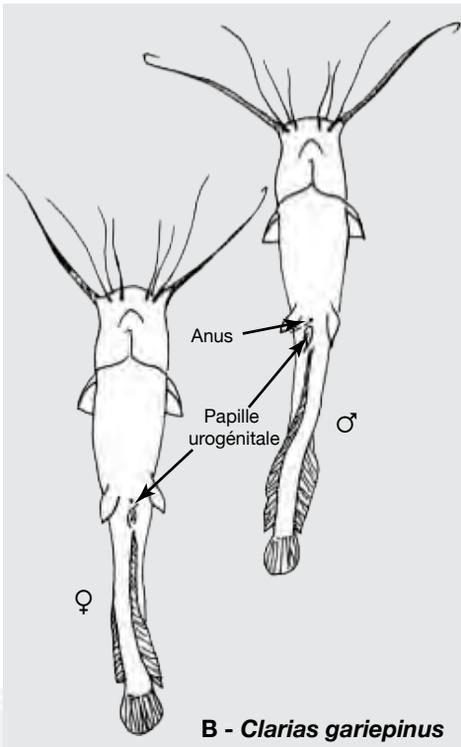


Figure 127. Différentiation sexuelle de différentes espèces.

cas-là, on choisira des étangs dont la superficie oscille entre 1 et 5 ares avec une profondeur de 0,4 à 0,5 m. Certains auteurs recommandent des étangs de 4 ares, permettant une production supérieure, par unité de surface, à celle des étangs de 0,5 are. D'autres préconisent par contre l'emploi de petits étangs de 9 à 12 m² dans lesquels on ne déverse qu'un seul couple de géniteurs. La faible superficie de ces étangs facilite la pêche régulière des bancs d'alevins dès la fin de la garde parentale. Ces petits étangs ne nécessitent pas de moine. C'est ce dernier système qui sera privilégié. Cette méthode, pour des incubateurs buccaux, permet une production de 200 à 300 alevins par couple de géniteurs et par mois. Il semble toutefois que la fréquence des pontes et la production d'alevins sont sérieusement améliorées en installant dans ces petits étangs 4 à 6 femelles avec 2 à 3 mâles. Cela éviterait en tout cas l'absence de production par stérilité de l'un ou l'autre géniteur. En étang de 4 ares, la mise en charge est effectuée à l'aide de 200 femelles (poids moyen = 150 à 300 g) et de 70 mâles (p.m = 50 à 200 g), soit **une densité de 0,7 géniteurs/m² et un rapport des sexes femelle / mâle de 3:1** (Figure 128, Figure 129 et Tableau XXVIII ci-dessous).

La diminution de la production d'alevins par kg de femelle, avec l'augmentation du poids moyen des femelles peut être attribué à 3 facteurs :

- ⇒ Diminution de la fécondité avec l'augmentation du poids.
- ⇒ Diminution de la fréquence des pontes avec l'augmentation du poids.
- ⇒ Diminution de la fréquence de reproduction des mâles vis-à-vis des grosses femelles plus agressives.

En ce qui concerne les pondérations sur substrat, on pourra baisser le sexe ratio.

Deux techniques de récolte sont généralement utilisées, soit la vidange régulière des étangs d'alevinage à intervalle de 60 jours, de façon à limiter la fréquence des pontes et séparation des géniteurs et du jeune frai à l'aide de filets de mailles appropriées, soit la récolte par sennage ou épervier de l'étang permettant de récolter tous les alevins d'un poids moyen supérieur à 0.5 g. L'exploitation débute 30 à 60 jours après la mise en charge des géniteurs et se poursuit à la fréquence

Tableau XXVIII. Production d'*Oreochromis niloticus* en fonction du nombre de géniteurs mis en charge dans un étang de 4 ares – 122 jours d'élevage.

Densité de géniteurs (ind/m ²)	Rapport des sexes (femelle / mâle)	Production d'alevins	
		(ind/m ² /mois)	(g/m ² /mois)
0,35	3	33,1	60
0,50	1	27,5	49
0,70	3	54,0	86
1,00	1	45,0	112

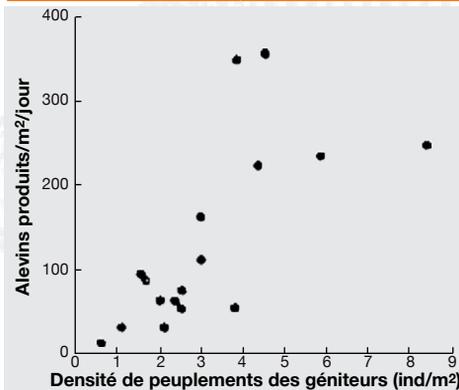


Figure 128. Alevins produits en fonction de la densité de poissons chez *O niloticus*.

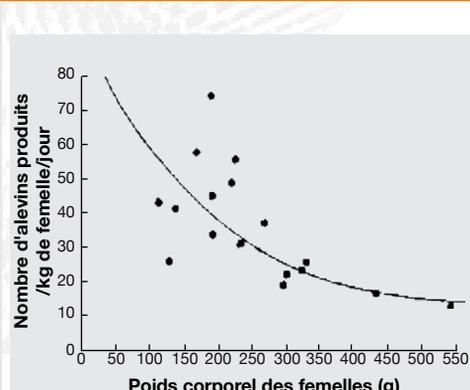


Figure 129. Alevins produits par poids de femelles chez *Oreochromis niloticus*.



d'une récolte tous les 15 jours.

D'un point de vue biologique, un des principaux avantages de l'obtention des alevins en étang est l'utilisation optimale des ressources de l'étang, comparé au mode d'élevage en milieu plus fermé. D'un point de vue pratique, l'élevage en étang est également d'une technologie plus simple, exigeant un contrôle moins régulier qu'un élevage en conditions artificielles. Cependant, à hautes densités, les conditions de stockage deviennent plus ou moins similaires à celles observées en cage ou en tank et il est alors nécessaire d'effectuer un suivi plus précis des différentes phases de production :

- ⇒ Contrôle de la reproduction des géniteurs et récolte fréquente des alevins,
- ⇒ Amélioration de la productivité de l'étang par fertilisation,
- ⇒ Alimentation régulière de poissons,
- ⇒ Contrôle de la qualité de l'eau et renouvellement d'eau si nécessaire.

III.3. LES HAPAS ET CAGES

Sous certaines conditions, dépendant principalement de la taille des mailles et de la densité des géniteurs, la reproduction des tilapia en cage est toutefois réalisable et a déjà conduit à des productions très élevées en alevins (Figure 130 ci-dessous et Photo U, p. 143).

Les hapas sont des poches fixes de petites tailles (de 1,5×1×1 m à 3×3×1 m) fabriquées à l'aide de filet moustiquaire (mailles de 1-3 mm) en nylon et attachées à des montants en bambous, pieux ou piquets en bois enfoncés dans le fond d'un étang de faible profondeur. Le hapa est placé à 10-20 cm du fond de l'étang et la profondeur est d'environ 0.6 m. Il peut être également disposé dans un bassin.

Ainsi, les géniteurs sont confinés dans une chambre interne délimitée par des filets à mailles de 30 mm, de telle sorte que les alevins puissent aisément se maintenir dans la chambre externe (à mailles de 1-3 mm) au fur et à mesure qu'ils sont produits. Ce dispositif présente l'inconvénient de limiter les flux d'eau au travers du hapa, car les géniteurs n'ont pas accès aux parois de la chambre externe. Or, on sait que le mouvement des poissons, ainsi que leur action de broutage des algues et

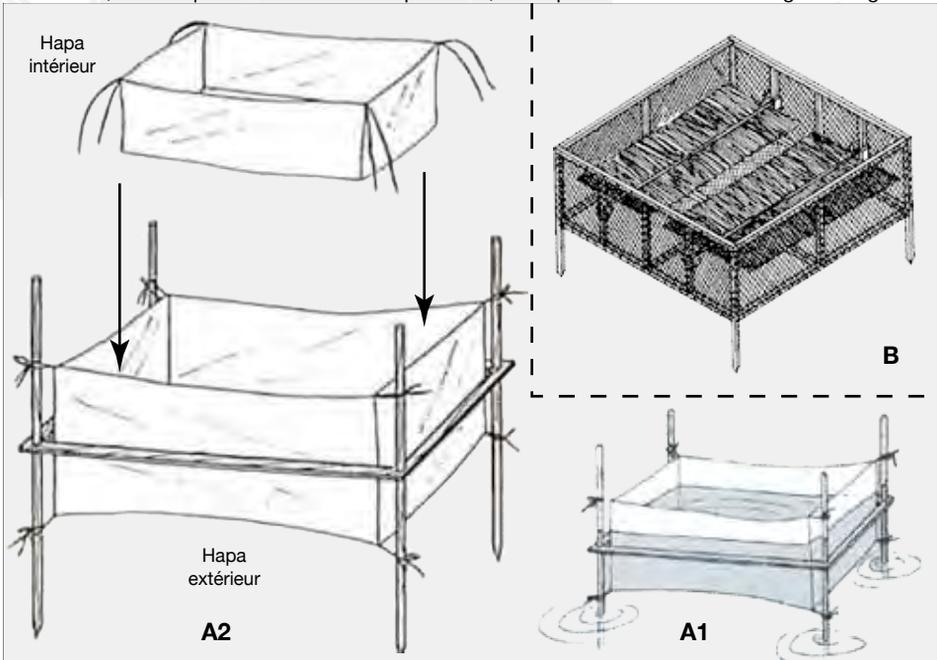


Figure 130. Hapas et cages. A : Hapas, A1 : Simple, A2 : Double ; B : Cage.

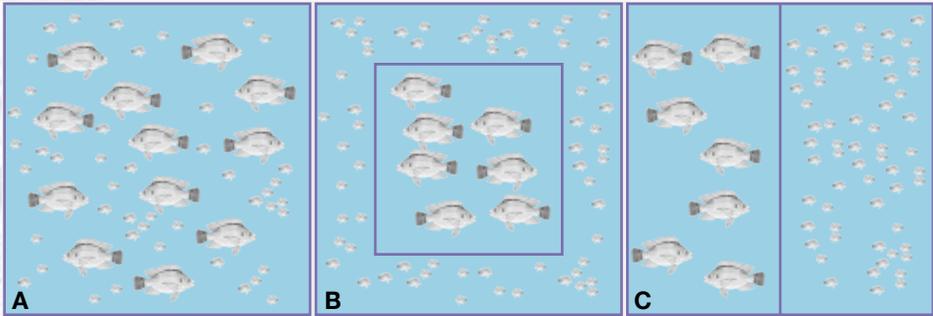


Figure 131. Différents systèmes de reproduction de tilapia en hapas et cages. A : Simple ; B : Double avec au centre les géniteurs ; C : Géniteurs maintenus dans une moitié.

des débris facilitent le renouvellement d'eau au sein du hapa. Une alternative, en mettant les géniteurs dans une moitié du hapa, permet d'assurer aux géniteurs de bonnes conditions de circulation d'eau (Figure 131, p. 143).

Les meilleurs résultats sont obtenus à des densités de 2,5 à 5,0 géniteurs/m². Les premiers essais font état de bons résultats avec des sexe ratio femelle/mâles de 5:1 à 7:1. Récemment, cependant, des ratios 2:1 et 3:1 semblent plus avantageux.

Un des avantages de l'utilisation du système hapa est la facilité de contrôle des pontes et de récupération des alevins, chaque unité étant aisément manipulable par une ou deux personnes maximum. On peut également récupérer tous les jours des alevins à l'épuisette. Un bon intervalle de récolte sera de 10 à 14 jours pour des femelles d'un à deux ans.



Photo U. Hapas dans des étangs (Ghana) [© É. Bezault].



Les cages sont généralement constituées d'un cadre de soutien rigide fait de bois ou de métal équipé d'un filet synthétique délimitant un volume d'eau et équipé d'un système de flottaison attaché au niveau du cadre de surface ou supporté par des montants enfoncés dans les lacs ou cours d'eau à faible profondeur.

La sélection des sites pour l'établissement d'un élevage en cage est primordiale. Des facteurs tels que qualité et circulation de l'eau, protection adéquate contre les débris flottants et les vagues, accessibilité du site, sécurité et distance par rapport aux marchés sont importantes à considérer. L'arrivée brutale des premières eaux de crue, extrêmement turbides, doit également être prise en considération, car elle entraîne une dégradation des conditions d'élevage et un arrêt de l'alimentation des poissons. Un couvercle ou un filet de protection installé sur la cage permet de la submerger si nécessaire. Enfin, il faudra être attentif à la présence ou à l'absence de courants d'eau au sein de la cage, à la diminution de la concentration en O_2 dissous suite aux phénomènes de remontée des gaz toxiques, et aux variations thermiques importantes durant les périodes de transition.

Quel que soit le modèle utilisé, le fond de la cage doit se situer au moins à une distance de 0,3 m du fond où les déchets s'accumulent et provoquent une diminution de la concentration en O_2 .

Les cages destinées à la reproduction et à la production de juvéniles sont généralement de plus petite taille que celles destinées à la production de poissons de consommation, dans des cages de 0,5 et 1 m^3 . La profondeur de la cage peut également affecter la croissance et la reproduction des tilapia. Une profondeur de 0.5 à 1 m est généralement adoptée pour la production de poissons de consommation dans des cages de 20 m^3 . Des mailles de 3 mm semblent une dimension maximale pour observer la ponte des géniteurs d'*O. niloticus* car la taille moyenne des œufs est de 2,5 à 3,0 mm de diamètre. Le meilleur taux de production d'alevins (53 ind/ m^2 /mois) est obtenu avec un rapport des sexes de 3:1.

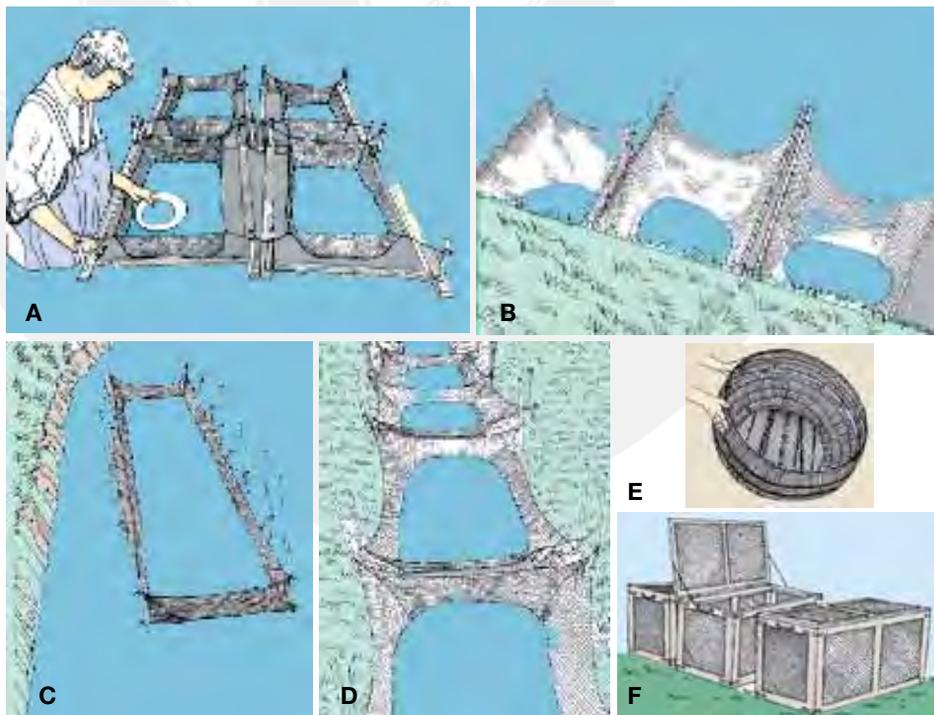


Figure 132. Stockage de poissons vivants en hapas ou filets. A : Bâti en bois et cage en filet ; B, C et D : Hapas ou cage en filet dans l'étang ou les canaux ; E : Panier ; F : Vivier en bois et grillage.

On pourra nourrir les géniteurs avec du son de riz, par exemple.

En ce qui concerne la production d'alevins, la technique d'élevage en cages permet d'augmenter très sensiblement la quantité de larves produites grâce à la récolte fréquente des larves au fur et à mesure de leur production. Ces récoltes, répétées et complètes, sont d'autant plus efficaces qu'elles ne nécessitent pas de vidange de l'étang, ni de pêche au filet de senne, et donc limitent les pertes de progéniture régulièrement observées lors de ces opérations. De plus, le système à double filet réduit le cannibalisme exercé par les adultes, augmentant ainsi le nombre de larves produites par femelle. À noter que cages et hapas peuvent servir pour stocker les poissons récoltés lors de la vidange des étangs de production.

En conséquence, en pisciculture de production, il semble recommandable d'installer des géniteurs à la densité de 4 ind/m², âgés de 1,5 à 2 ans avec des mâles légèrement plus gros que les femelles avec un rapport des sexes de 1 mâle pour 3 femelles.

Ces cages ou hapas peuvent être disposés directement dans le canal d'alimentation ou autres points où ils seront protégés. Ils peuvent servir à plusieurs fins :

- ⇒ **Production d'alevins**
- ⇒ **Stockage des alevins récoltés en milieu naturel**
- ⇒ **Stockage des espèces associées après captures en milieu naturel**
- ⇒ **Stockage des poissons après vidange des étangs.**

On pourra également se servir de petits filets ou autres pour cela (Figure 132, p. 144).

III.4. LES AUTRES STRUCTURES

Il existe d'autres structures comme les bassins en ciment ou les aquariums pour produire des alevins. Cependant, ces structures sont plutôt désignées pour des production importante dans des exploitation de type commerciales. Elles demandent des coûts et des techniques beaucoup plus importante et onéreuses (Photo V ci-dessous).



Photo V. Bassins en ciment et aquariums (Ghana) [© Y. Fermon].



Les bassins en maçonnerie ou en parpaings ont généralement une forme allongée permettant d'entretenir une bonne circulation d'eau.

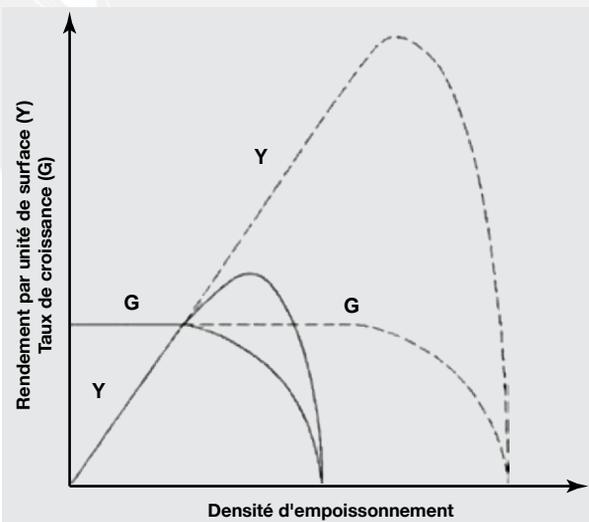
Les aquariums doivent être de grande taille (minimum 200 l pour des tilapia).

IV. L'EMPOISSONNEMENT DES ÉTANGS

Quand l'étang sera rempli d'eau, qu'il aura été fertilisé et que l'eau sera devenue suffisamment verte et que les alevins sont disponibles, il est maintenant temps de les introduire dans les étangs.

La densité de poissons, en relation avec l'espèce et son comportement est un des éléments clé de la réussite de l'élevage. Puis, quand les poissons herbivores arriveront à une taille leur permettant de se reproduire, on mettra quelques prédateurs pour contrôler la reproduction et limiter au possible la présence d'un trop grand nombre d'alevins. **Les poissons ne feront pas ce que vous voulez qu'ils fassent. Ils évolueront en fonction des conditions que vous leur donnez.** Il va donc falloir leur donner des conditions optimales pour un investissement de leur énergie métabolique dans la croissance.

La densité d'empeisonnement optimale d'un étang de pisciculture est la quantité de poisson au début de la période de production qui garantit l'obtention du revenu le plus élevé. La définition de la densité d'empeisonnement d'un étang est l'un des paramètres les plus importants dans la réussite d'un élevage. Dans les systèmes aquacoles, un stock de jeunes poissons grossit à une vitesse presque maximale tant que l'aliment et les autres conditions environnementales ne sont pas limitantes. Lorsqu'elles le deviennent, la biomasse atteinte est appelée charge critique (CSC). La croissance diminue à partir de cette CSC, mais elle n'est pas nulle. La biomasse continue donc à augmenter, jusqu'à ce que la population atteigne le niveau de capacité biotique ou (K). À partir de K, les effets liés à la densité de la population sont tels que la croissance cesse et la biomasse reste stable. Il est cependant possible d'augmenter la densité d'empeisonnement, ce qui permet d'accroître le rendement, tant que le taux d'augmentation de la densité d'empeisonnement reste supérieur à la diminution du taux de croissance individuel. Mais à partir du moment où la diminution du taux de croissance devient supérieure à l'augmentation de densité, le rendement chute, ainsi que cela apparaît sur la Figure 133 ci-dessous.



Si les poissons sont placés dans des étangs à faible densité et que les aliments naturels sont abondants, ils grossissent à la vitesse maximale permise par la température. L'apport d'aliment complémentaire est inutile à ce stade et n'apporte rien de plus car l'aliment n'est pas un facteur limitant. En revanche, lorsque le stock élevé atteint la CSC, l'aliment devient limitant. La croissance diminue donc, sauf si la gestion de l'élevage est intensifiée. Si la production d'aliment naturel peut être accrue par fertilisation, la croissance maximale est de nouveau relancée, jusqu'à ce qu'une nouvelle CSC soit atteinte à un niveau supérieur. À ce stade, une alimentation complémentaire peut s'avérer nécessaire au maintien de la croissance maximale. Puis, de nouveau, une CSC est atteinte lorsque la qualité de l'aliment ou la qualité de l'eau deviennent limitantes.

Figure 133. Présentation schématique des relations entre la densité d'empeisonnement, le taux de croissance instantané (G) et le rendement instantané par unité de surface (Y) avec (pointillé) et sans (trait plein) alimentation complémentaire.

La densité peut être utilisée pour réguler le taux de croissance moyen des poissons et par conséquent, la durée de la période d'élevage. Comme déjà vu, lorsque la densité d'empeusement est accrue, la CSC est atteinte pour un poids individuel moindre et la croissance au-delà de la CSC est réduite. La croissance moyenne sur la totalité de la période d'élevage est par conséquent inférieure. De façon plus générale, le rendement et la croissance individuels sont respectivement positivement et inversement corrélés à la densité. En d'autres termes, jusqu'à un certain seuil, plus la densité est basse, plus la croissance est rapide et plus le rendement est faible.

Les systèmes piscicoles en étang choisis sont des polycultures dominées par le tilapia, surtout *Oreochromis niloticus* (ou autres tilapia). Dans certains endroits, un silure a été choisi comme espèce principale. Le groupe des silures avec *Clarias gariepinus*, *Heterobranchus isopterus* et *Heterobranchus longifilis* constitue le deuxième grand groupe, la dernière de ces espèces (*H. longifilis*) n'est utilisée que dans des systèmes de pisciculture intensifs avec aliment granulé. Bien que très souvent oublié, *Heterotis niloticus* est vraisemblablement le troisième poisson par ordre d'importance.

En utilisant des densités peu élevées, on peut obtenir un meilleur taux de croissance, un poids final plus élevé mais un rendement moindre. Mais avec un taux de croissance supérieur, la durée du cycle d'élevage diminue, ce qui peut permettre d'obtenir un bénéfice supérieur à la fin de l'année. Des expériences conduites en Côte d'Ivoire ont montré que le compromis entre le rendement et le poids moyen final se situe pour une densité comprise entre 4 000 et 7 000 tilapia /ha (Figure 134 ci-dessous). Désormais, on conseille l'emploi de densités d'empeusement plus faibles qu'auparavant pour l'aquaculture à faible niveau d'intrants. Cette densité est de 5 000 poissons/ha, soit **0,5 ind/m²**. La densité prônée était généralement de 2 ind/m².

⇒ La densité de tilapia doit être de 0,5 ind/m².

Un certain nombre de projets ont retenu et retiennent encore le silure (souvent *Clarias gariepinus*). Cette technique est très contraignante : il faut pouvoir disposer, à chaque début de cycle, d'alevins de silures bien calibrés pour éviter que ceux-ci ne s'attaquent aux tilapia en grossissement dans l'étang. De plus, si pour une raison quelconque la durée du cycle s'allonge, le silure, à croissance plus rapide, va délaisser les alevins de tilapia pour s'attaquer aux gros individus. La valeur de la production s'effondre alors puisque les gros poissons coûtent plus cher que les petits. Si certaines saisons, les alevins de silures abondent, ils sont difficiles à trouver dans le milieu naturel à d'autres moments de l'année. Dans les milieux extensifs, *Clarias gariepinus* s'est révélé un piètre carnassier, incapable d'éradiquer les alevins. Par contre, quelques individus ont une croissance si forte qu'ils sont capables de s'attaquer aux gros tilapia au bout de 4 à 5 mois. Il vaut mieux retenir *Hemichromis fasciatus*, ou un autre Cichlidae piscivore d'une gestion beaucoup plus souple. Ce petit carnassier, de taille nettement inférieure au tilapia, ne peut s'attaquer qu'aux alevins. C'est avec ce type de carnassier que les croisances les plus rapides du tilapia ont été observées (Figure 135, p. 148). Ceci lui confère un nouvel avantage : il permet d'obtenir rapidement un produit de belle taille, mieux apprécié par le consommateur. L'éradication des alevins de tilapia (premiers compétiteurs des gros tilapia pour la ressource alimentaire) permet de valoriser deux fois mieux les intrants. De plus, la présence de carnassiers facilite le contrôle des populations. Il n'est alors plus nécessaire de pratiquer de pêches fastidieuses et hasardeuses pour éliminer

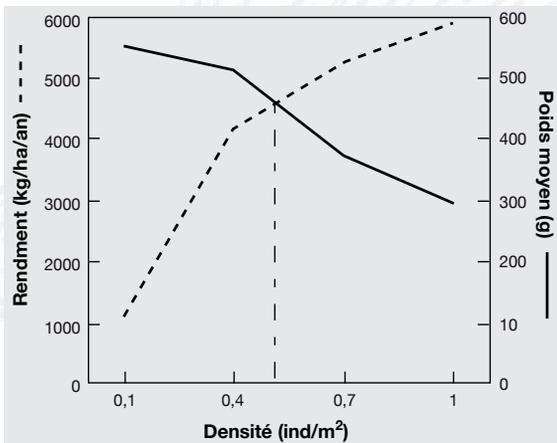


Figure 134. Rendement et poids moyen de *Oreochromis niloticus* à la récolte en fonction de la densité initiale.

Il vaut mieux retenir *Hemichromis fasciatus*, ou un autre Cichlidae piscivore d'une gestion beaucoup plus souple. Ce petit carnassier, de taille nettement inférieure au tilapia, ne peut s'attaquer qu'aux alevins. C'est avec ce type de carnassier que les croisances les plus rapides du tilapia ont été observées (Figure 135, p. 148). Ceci lui confère un nouvel avantage : il permet d'obtenir rapidement un produit de belle taille, mieux apprécié par le consommateur. L'éradication des alevins de tilapia (premiers compétiteurs des gros tilapia pour la ressource alimentaire) permet de valoriser deux fois mieux les intrants. De plus, la présence de carnassiers facilite le contrôle des populations. Il n'est alors plus nécessaire de pratiquer de pêches fastidieuses et hasardeuses pour éliminer



les alevins. Ceci n'empêche pas, une fois le milieu contrôlé par un prédateur, d'utiliser judicieusement quelques silures mis après le début du cycle, et à une densité où ils n'influenceront pas la croissance des tilapia.

La polyculture avec *Heterotis niloticus* est devenue importante dès la fin des années 80. Cette espèce ne semble pas induire une diminution du rendement du tilapia, mais paraît au contraire parfaitement complémentaire. On laisse un nombre très limité de géniteurs d'*Heterotis* (de plus de 1 an et demi) se reproduire, on observe la façon dont le couple reproducteur surveille les alevins et, lorsque ceux-ci paraissent suffisamment grands pour être isolés, ils sont pêchés (au bout de 1 à 2 mois). En termes économiques, l'association d'*Heterotis* au tilapia correspond à une utilisation plus intensive de la surface.

La polyculture avec des Cyprinidae est encore faible en Afrique sauf avec des espèces introduites. On peut penser que celle-ci peut se développer avec des espèces autochtones.

On peut donc associer le tilapia comme espèce principale (*Oreochromis niloticus* quand il est présent) avec un Siluriforme (*Heterobranchius isopterus*, *Clarias* spp.), *Heterotis niloticus* et un prédateur (*Hemichromis fasciatus*, *Parachanna* spp. ou *Serranochromis* spp.) pour éliminer les alevins indésirables, selon un ratio de 0,03 pour *Heterotis niloticus*, 0,04 pour un Siluriformes, 0,2 piscivores pour chaque tilapia.

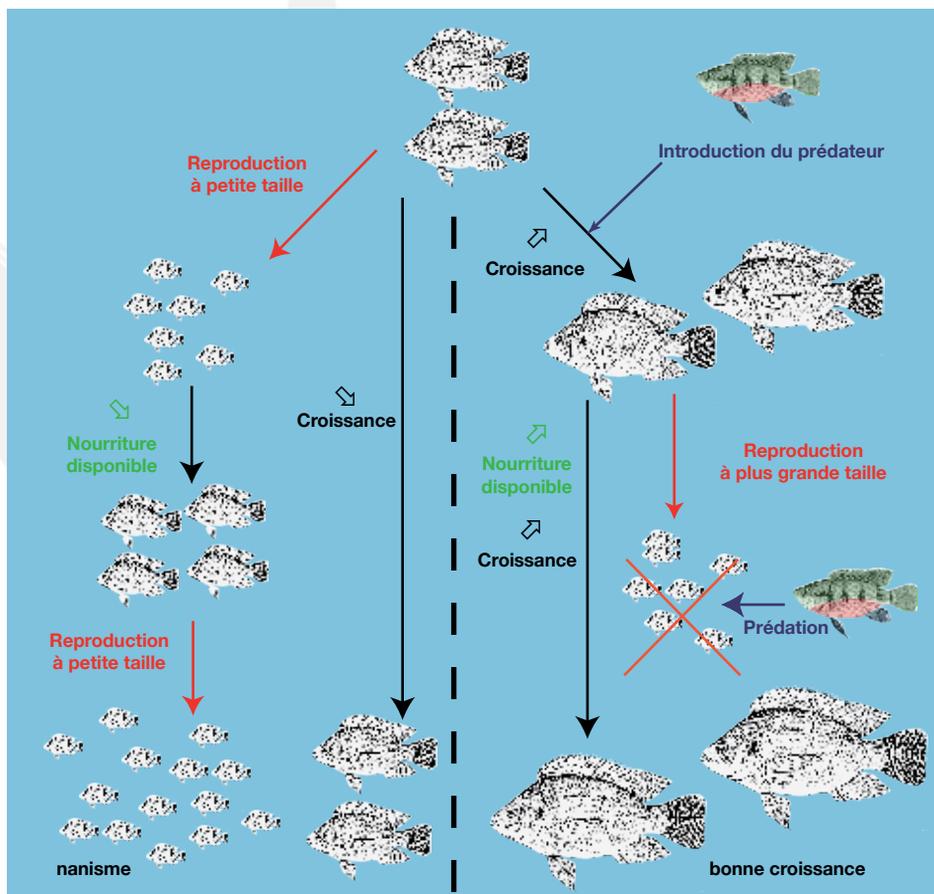


Figure 135. Impact de la présence d'un prédateur (ici, *Hemichromis fasciatus*) dans les étangs. À gauche : Sans prédateur ; À droite : Avec prédateur.

Pour le prédateur, la proportion doit être d'environ 13 % du poids de tilapia mis. Globalement, une dizaine de poissons d'environ 7/8 cm pour une centaine de tilapia ayant atteint 6/7 cm suffisent. L'empoisonnement des prédateurs se fera un mois environ après la mise en charge de l'étang en tilapia.

V. LE SUIVI DES POISSONS

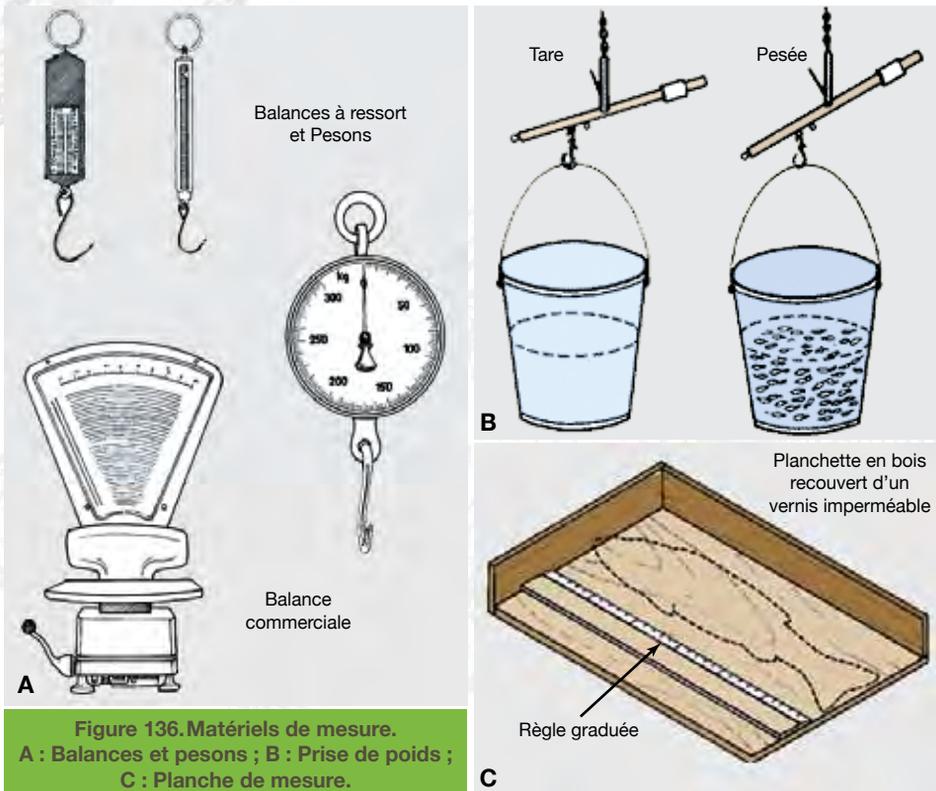
Pour une gestion adéquate, il faudra vérifier périodiquement la taille des poissons et la vitesse de leur croissance. Pour cela, on va mesurer et peser un échantillon de poissons de l'étang.

Dans le cas de poissons vivants, il est toujours préférable de les peser en eau propre, en procédant aussi vite que possible (Figure 136 ci-dessous).

On peut mesurer le poids global d'un nombre de poisson connu. Le mieux est de mettre un lot dans un récipient ou un sac qui sera pesé. Après comptage des poissons, on aura alors un **poids moyen** par individu.

Pour mesurer le **poids vif** de poissons de taille relativement importante comme les géniteurs, il suffit d'utiliser une sacoche ou une civière réalisée par exemple au moyen d'un morceau de toile tendue entre deux barres de bois.

Les mesures de longueur sont particulièrement rapides et utiles dans le cas de poissons de taille moyenne à importante. Elles peuvent s'effectuer en infligeant nettement moins de stress ou de dommages aux poissons. La méthode la plus simple pour mesurer la longueur d'un poisson consiste à utiliser une planchette de mesure. On peut en fabriquer une simplement en bois. Il suffit de fixer une règle graduée en millimètres et en centimètres à la partie supérieure de la planchette horizontale. On fixe également une planchette perpendiculairement contre laquelle on mettra la règle au niveau du zéro. Il est parfois indiqué d'appliquer une couche de vernis imperméable de bonne qualité.



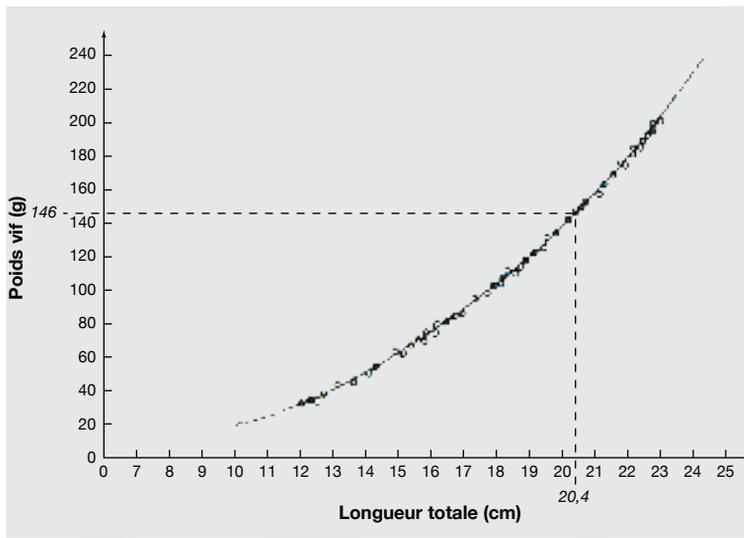


Figure 137. Relation poids - taille.

Pour mesurer la longueur d'un poisson, on le place sur la planchette horizontale, l'extrémité de sa tête contre la planchette avant verticale, donc au niveau du zéro de la règle. On étend bien sa nageoire caudale et l'on mesure la longueur sur l'échelle graduée. On utilise souvent la longueur totale ou à la longueur à la fourche. Cependant, il vaut mieux utiliser la **Longueur Standard (LS)** (Annexe 03, paragraphe, p.207).

Il est possible d'établir une relation mathématique entre la longueur et le poids des poissons, qui permet d'estimer le poids à partir de mesures de longueur (Figure 137 ci-dessus). Cette relation dépend de l'espèce et du milieu considérés. Pour cela, il faut :

1. Prendre un échantillon de poissons dans l'étang.
2. Mesurer la longueur standard de préférence de chaque individu puis,
3. Peser le poisson individuellement.

L'échantillon doit avoir une **taille minimale de 20 individus**, même si statistiquement un échantillon de 5 individus suffit.

Si la pesée du poisson s'avère délicate, il convient d'utiliser la relation longueur-poids, afin d'estimer le poids individuel moyen des poissons.

Pour faire un suivi de croissance, on va procéder comme suit (Annexe 01 , p. 189) :

1. Prendre les mesures d'un échantillon de poissons lors de l'empoissonnement ;
2. Pour des poissons de moins de 5 cm de LS, on procédera à la même manipulation deux fois par semaine durant le premier mois. Ensuite, les prises de mesures pourront s'espacer, une par semaine.

Il est bien, autant que possible, de suivre la croissance sur une durée de 3 mois.

VI. LA VIDANGE ET LA RÉCOLTE

La récolte du poisson peut se faire par plusieurs méthodes. On peut récolter tout le poisson en une seule fois (vidange complète) ou l'on peut le faire en plusieurs fois en faisant des pêches intermédiaires sans vider l'étang avant de vidanger complètement.

VI.1. LES PÊCHES INTERMÉDIAIRES

Cette méthode permet à l'exploitant de se procurer du poisson pendant la durée de l'élevage. Il peut le faire avec un filet, un épervier, des nasses ou des lignes. En même temps il peut suivre la croissance des poissons. Les pêches intermédiaires ne doivent toutefois pas se faire trop tôt, il faut attendre que les poissons aient atteint une taille suffisante avant de les collecter pour la consommation. La taille des poissons à la récolte varie selon l'endroit où on se trouve. Parfois, les poissons sont consommés à des taille inférieure à 10 cm LS.

À chaque récolte, il faut n'enlever qu'une petite quantité de poisson, surtout si on fait beaucoup

de pêches intermédiaires. L'exploitant devra chaque fois noter le poids du poisson qu'il sort du bassin, afin de les additionner à la production au moment de la vidange complète. Si ces pêches se font d'une façon modérée, elles permettent de récolter une production totale plus élevée que si on pratique une seule vidange à la fin du cycle. Pour collecter le poisson, on pourra utiliser des engins de pêche (Chapitre 9, paragraphe I, p. 127)

VI.2. LA VIDANGE COMPLÈTE

Une vidange se fait toujours tôt le matin, afin de pouvoir travailler pendant les heures de fraîcheur. Ainsi les poissons et surtout les alevins que l'on gardera souffriront moins. Le matériel et les outils nécessaires pour la vidange (pelle, bassines, paniers...) seront rassemblés le soir auparavant. On pourra stocker les poissons non consommés ou vendus dans des cages ou des hapas. La vente du poisson sera prévue soit au bord de l'étang et, dans ce cas, on informera les voisins, soit au marché du village, un moyen de transport rapide sera alors prévu.

Lorsque l'on a un étang équipé d'un moine, on peut récolter les poissons de deux manières (Figure 138 ci-dessous) :

- ⇒ À l'intérieur de l'étang, juste en face du moine
- ⇒ À l'extérieur de l'étang, après que les poissons aient traversé le moine et le tuyau d'évacuation.

Pour récolter les poissons à l'intérieur de l'étang, on va retirer les planches du moine, une rangée à la fois. Chaque fois qu'on enlève une rangée de planches, il faudra bien veiller à remettre la grille au-dessus pour empêcher les poissons de s'échapper.

Lorsque l'étang est partiellement vidangé, on va récolter une partie des poissons juste en face du moine (Figure 139, p. 152). On va continuer à retirer les planches une par une sans oublier de remettre à chaque fois la grille en place jusqu'à ce que l'étang soit complètement vide. On peut alors récolter les derniers poissons en commençant par les alevins et en terminant par les gros poissons. L'eau boueuse n'est pas bonne pour les alevins. On laissera donc couler un peu d'eau propre dans l'étang pour éviter qu'il ne devienne trop boueux.

Un certain nombre de poissons vont passer par le moine. On peut placer une caisse grillagée ou des paniers dans la tranchée d'évacuation à l'extérieur de l'étang, à l'extrémité du tuyau venant du moine (Figure 197 ci-dessous). Il faudra bien faire attention à ce que le tuyau se trouve bien à l'intérieur de la caisse, de manière que les poissons ne puissent s'échapper.

On a donc procédé à la récolte des poissons.



Figure 138. Collete des poissons. A : À l'intérieur après vidange complète ; B : À l'extérieur, avec une cage ; C : À l'intérieur, au niveau de la fosse de collecte.

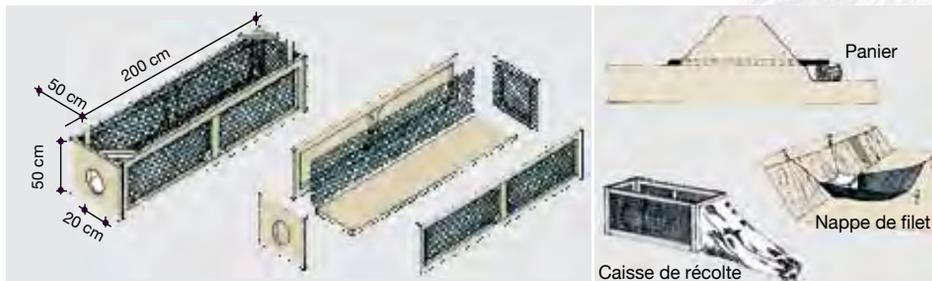


Figure 139. Exemples de collecte des poissons à l'extérieur de l'étang.

VII. RÉCAPITULATIF

- ⇨ Après la fertilisation, les étapes sont donc :
 - ⇨ La *collecte* des spécimens en milieu naturel ou par une production d'alevins de tilapia ;
 - ⇨ L'*empoisonnement* des étangs avec les tilapia ;
 - ⇨ Le suivi de la *croissance* ;
 - ⇨ La *collecte des prédateurs* en milieu naturel ;
 - ⇨ L'*empoisonnement en prédateurs* ;
 - ⇨ Un suivi et une *collecte partielle* des poissons ;
 - ⇨ Puis, après plusieurs semaines, la *vidange* et la *collecte complète* des poissons.
- ⇨ On insistera sur :
 - ⇨ Les *méthodes de pêches* et les précautions à prendre, pour garder les poissons en bon état et éviter les problèmes législatifs et locaux ;
 - ⇨ La *biologie des espèces* et les contraintes qu'elles apportent pour une bonne production, reproduction, alimentation, comportement, tant pour une bonne croissance que pour le choix de la densité ;
 - ⇨ Le *transport* des poissons et les soins attentifs à apporter de façon à éviter une perte qui peut être totale des poissons.

Chapitre 10

L'ENTRETIEN ET LA GESTION DES ÉTANGS

Une fois les poissons récoltés, le cycle est donc fini (Figure 140, p. 154). Il reste, cependant, à voir différents aspects pour assurer une durabilité des étangs et, ainsi, d'autres productions. Ils sont liés à :

- ✓ L'**entretien des étangs** ;
- ✓ Les **techniques de conservation et de transformation du poisson** ;
- ✓ La **gestion des étangs** ;
- ✓ Les **étangs et la santé**.

I. L'ENTRETIEN DES ÉTANGS

Afin de pouvoir avoir une production correcte et ce sur plusieurs années, il convient d'assurer un certain nombre d'interventions et prendre des précautions sur différents aspects :

- **Les maladies des poissons,**
- **La nutrition des poissons**
- **L'entretien régulier des étangs,**
- **L'entretien des étangs entre deux utilisations.**

I.1. LES MALADIES DES POISSONS

Les maladies des poissons risquent d'infliger des pertes graves dues à :

- ⇒ Un ralentissement de la croissance et de la production des poissons ;
- ⇒ Une vulnérabilité accrue aux prédateurs ;
- ⇒ Une sensibilité accrue à toute dégradation de la qualité de l'eau ;
- ⇒ Une mortalité accrue des poissons.

Bien qu'il soit difficile d'éviter complètement les maladies de poissons, il est préférable de chercher à prévenir leur apparition plutôt que de les laisser se déclarer et d'essayer ensuite de les soigner après qu'elles aient commencé à créer des problèmes. Dans certains cas, les poissons qui survivent sont tellement affaiblis qu'il est difficile d'appliquer un traitement véritablement efficace.

Toutefois, plusieurs traitements simples et efficaces sont applicables, à titre préventif ou comme moyen de lutte précoce, avant que la maladie ne devienne trop grave.

Il existe différentes causes de maladie susceptibles d'affecter les poissons directement ou de continuer à provoquer des problèmes de santé. Tout facteur qui soumet les poissons à un stress ou à une contrainte diminue sa résistance aux maladies et accroît les risques d'apparition de problèmes sanitaires.

Les trois principales causes de maladie sont :

- ⇒ Une **alimentation inadéquate**. Les maladies nutritionnelles deviennent d'autant plus courantes que le système d'élevage devient plus intensif et que les poissons satisfont moins leurs besoins nutritifs à partir d'organismes naturels.
- ⇒ Le **stress** causé par l'exposition à un facteur ambiant extrême ou à une substance toxique.
 - Manutention brutale ou excessive, par exemple lors de la récolte ;
 - Stress dû au surpeuplement et/ou au comportement, par exemple lors du stockage ou du transport ;
 - Température de l'eau inadéquate ;
 - Teneur en oxygène dissous insuffisante ;
 - Évolution du pH vers des valeurs extrêmes ;
 - Présence de gaz toxiques tels qu'ammoniac ou hydrogène sulfuré ;
 - Pollution de l'eau due à des produits chimiques agricoles ou industriels, à des eaux usées et à de fortes charges de sédiments ;

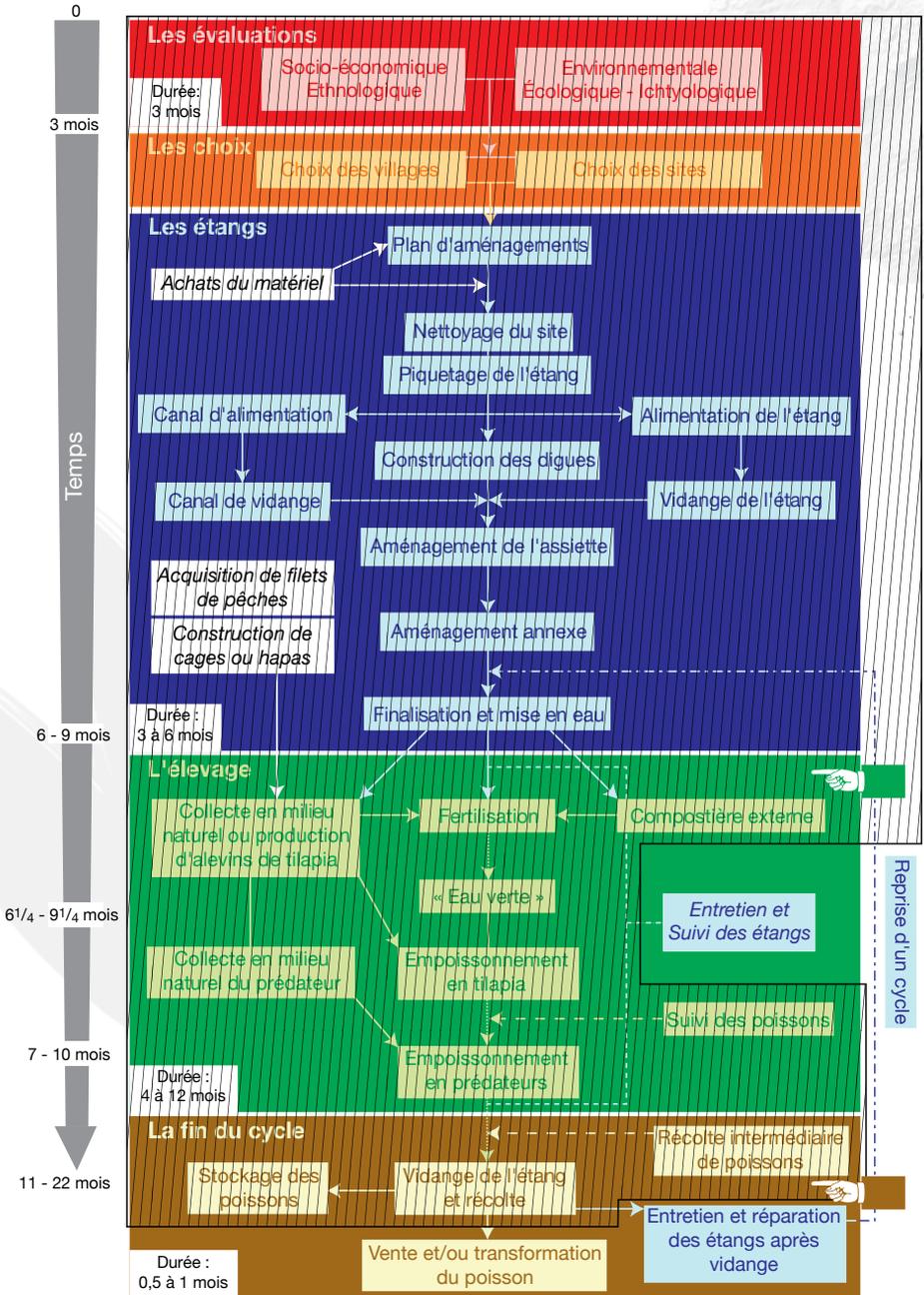


Figure 140. Mise en place d'étangs piscicoles : 5. La fin du cycle et on recommence...

⇒ Une attaque d'**organismes pathogènes**, soit externes et affectant la peau, les branchies ou les nageoires, soit internes et présents dans le sang, le tube digestif, le système nerveux...

Les risques de maladie deviennent encore plus importants lorsque les poissons sont exposés à plusieurs causes de stress simultanées, par exemple à des manipulations lorsque la température de l'eau est inférieure à la normale ou à un surpeuplement en présence d'une teneur insuffisante en oxygène dissous. D'autres facteurs peuvent aussi être à l'origine de la survie et de la propagation d'organismes pathogènes, ce qui rend la lutte contre la maladie encore plus difficile. Il s'agit notamment des facteurs suivants :

- ✓ Présence de poissons malades ;
- ✓ Présence d'hôtes intermédiaires tels que mollusques et oiseaux ichthyophages, nécessaires à l'accomplissement du cycle de vie de l'organisme pathogène ;
- ✓ Introduction d'organismes pathogènes par l'intermédiaire de facteurs de production contaminés tels que de l'eau provenant par exemple d'un étang ou d'une exploitation située en amont.

La prévention des maladies peut se faire grâce à une gestion adéquate. Il faut veiller à :

⇒ **Assurer une bonne qualité de l'eau par une alimentation suffisante, une teneur en oxygène dissous adéquat et eau non polluée.**

⇒ **Maintenir un environnement sain de l'étang** en empêchant l'envasement, contrôlant les végétaux, en préservant un bon équilibre entre phyto- et zooplancton et en changeant l'eau si nécessaire.

⇒ **Maintenir les poissons en bonne santé en limitant la densité de stockage.** Si nécessaire, on va stocker séparément les poissons de taille et de sexe différents pour limiter les manifestations d'agressivité. On manipulera les poissons avec soin lors des phases de stabulation et de transport.

⇒ **Empêcher l'introduction d'organismes pathogènes** provenant de l'extérieur.

⇒ **Empêcher la multiplication d'organismes pathogènes** dans l'enceinte des étangs. Lorsqu'une maladie se déclare, il faudra enlever aussi vite que possible des étangs les poissons morts ou agonisant, au moins tous les jours, et évitez de trop perturber et stresser les poissons survivants.

Hormis des signes évidents comme la présence de poissons morts ou agonisants, beaucoup d'autres symptômes indiquent que les poissons ne sont pas en bonne santé (Figure 141, p. 156) :

- ✓ Le comportement des poissons devient anormal :
 - Nage faible, lente, erratique,
 - Flottaison dans l'eau la tête dressée,
 - Frottements,
 - Mouvements rapides et contorsions,
 - Jaillissements répétés,
 - Regroupement et agglutination en eau peu profonde ou au point d'arrivée d'eau,
 - Poisson isolé du groupe principal.
- ✓ Les poissons présentent des signes physiques :
 - Bouche ouverte / pipage,
 - Corps : Blessures ouvertes, lésions, zones sanguinolentes, perte d'écaillles ou écaillles redressées, ventre gonflé, coloration anormale,
 - Branchies : pâles, abîmées, gonflées, sanguinolentes ou brunâtres,
 - Yeux : opaques ou exophtalmie,
 - Nageoires : pliées, érodées,
 - Présence d'organismes sur la peau, les branchies et la nageoire.

Il n'est pas facile d'identifier dans un étang de pisciculture la cause des problèmes sanitaires des poissons. Deux situations courantes sont néanmoins faciles à identifier :

⇒ Une proportion importante (sinon la totalité) des poissons présentent des signes de détresse ou meurent subitement, avec seulement certains des symptômes mentionnés ci-dessus (tels que pipage ou bouche ouverte). La cause est un stress préalable et/ou une mauvaise qualité de l'eau (souvent une faible teneur en oxygène dissous), ou encore la présence d'une substance toxique telle que pesticide ou agent polluant.

⇒ Seuls quelques poissons sont morts, tandis que d'autres présentent des signes de détresse. Généralement, quelques poissons meurent au bout de plusieurs semaines. La cause est alors une alimentation inadéquate et/ou le développement de certains organismes pathogènes.

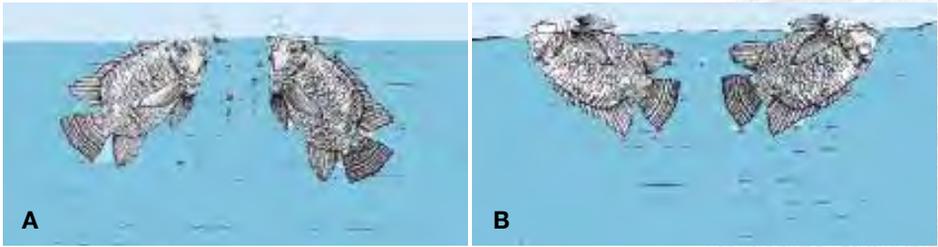


Figure 141. A : Poissons pipant à la surface ; B : Poissons morts flottant en surface.

La plupart des traitements demandent des produits chimiques difficilement trouvables et qui peuvent poser des problèmes de manipulation et de toxicité. On évitera donc d'employer tout traitement. Il conviendra alors de sacrifier les poissons malades. Cependant, il conviendra de savoir si on a affaire à une maladie liée à des organismes pathogènes.

Lorsque cela est possible et si cela s'avère indispensable en raison de l'importance de maladies dans une zone, on peut effectuer une autopsie avec, en particulier :

1. Recherche de parasites externes ;
2. Recherche de parasites internes ;
3. Couleur et aspect du foie.

On distingue trois principaux groupes d'organismes vivants susceptibles de provoquer des maladies chez les poissons (Figure 142 ci-dessous et Figure 143, p. 157) :

- ✓ Les **virus**. Leur détection et leur identification, exige des techniques de laboratoire hautement spécialisées. La lutte contre les maladies virales est délicate.
- ✓ Les **bactéries**. Les bactéries sont des organismes monocellulaires minuscules (de 1 à 12 μm) qui vivent généralement en colonies. Le traitement des maladies bactériennes comme les nécroses de la queue et des nageoires, ainsi que les ulcères de la peau, exige l'avis de personnes compétentes et expérimentées.
- ✓ Les **parasites**. Les parasites sont de petits ou très petits organismes, constitués d'une ou de plusieurs cellules, qui se développent à l'intérieur ou à l'extérieur du corps.

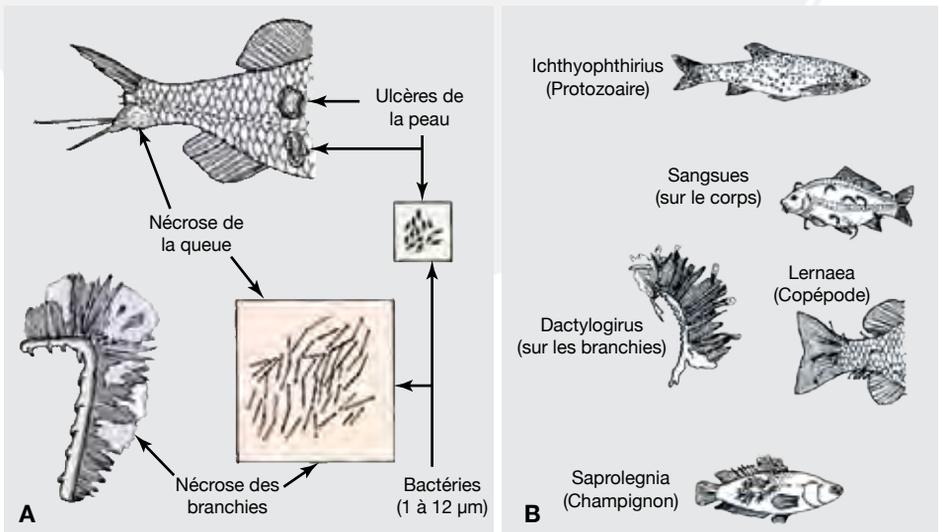
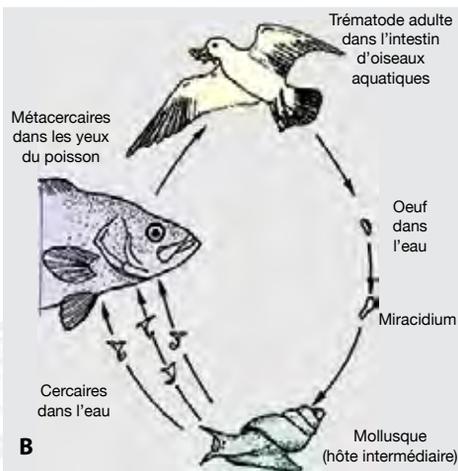
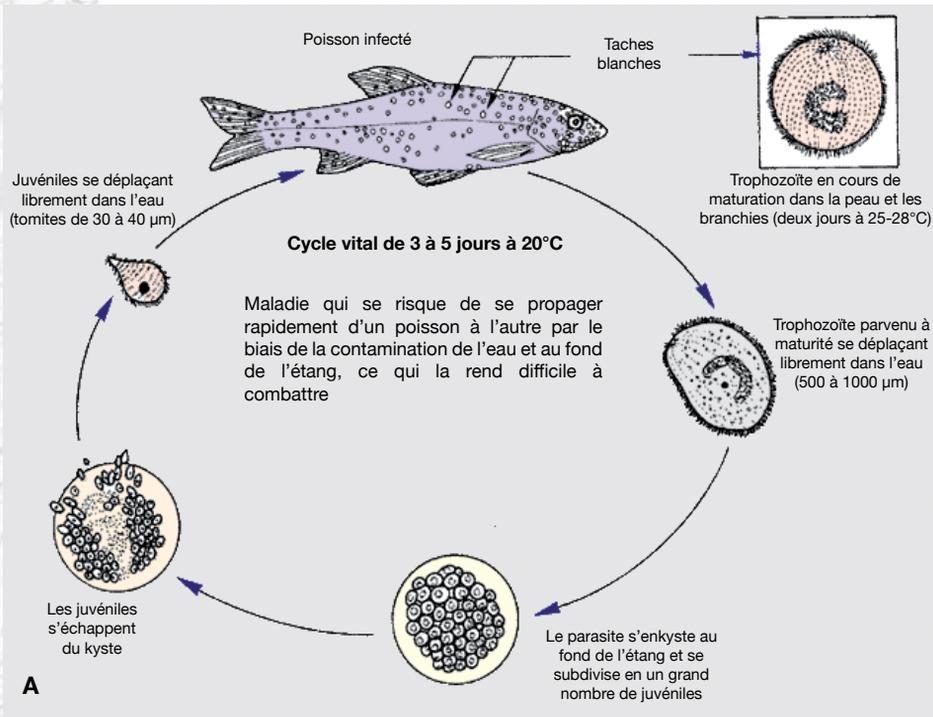


Figure 142. Maladies des poissons. A : Maladies bactériennes ; B : Parasites externes.



- Les parasites internes des poissons sont très difficiles à éliminer. Bien que leurs effets soient parfois aisément identifiables, la détection et l'identification des parasites proprement dits exigent généralement des compétences spéciales,

- Les parasites externes des poissons sont beaucoup plus faciles à détecter et à identifier. Il est habituellement possible de les éliminer.

- Les *protozoaires* sont de très petits parasites monocellulaires,
- Les *vers parasites monogènes* sont de très petits vers fixés par des crochets (0,3 à 1 mm),
- Les *sangsues*, (3 à 5 cm), sont des vers à anneaux, fixés par une ventouse à chaque extrémité du corps,
- Les *copépodes*, (crustacés) accroché sur le corps du poisson sont souvent munis de deux sacs d'œufs allongés,
- Les *poux du poisson* (crustacés) ont un corps aplati en forme de disque recouvert d'une carapace dorsale arrondie (6 à 10 mm),
- Les *champignons* (moisissures) constitués de filaments qui se développent habituellement en une masse ou une couche cotonneuse. Ils peuvent également se développer sur les branchies.

Figure 143. Exemple des cycles vitaux d'agents pathogènes pour les poissons.
A : *Ichthyophthirius multifiliis* – Maladie des points blancs ;
B : *Diplostomum spathaceum* - Diplostomose.



I.2. LA NUTRITION DES POISSONS

Dans la plupart des cas, les poissons tireront une grande partie de leur nourriture des petits animaux et végétaux qui croissent dans l'eau verte (Chapitre 08 p. 113).

Cependant, il arrivera qu'il soit nécessaire de distribuer des apports d'aliments supplémentaires si la production primaire dans les étangs n'est pas bonne et, donc, si la croissance des poissons est faible.

D'un point de vue de la nutrition, la matière organique comprend les protides (protéines), les lipides (graisses), les glucides (hydrates de carbone), ainsi que des substances en proportion relativement plus faibles (micronutriments) tels que les vitamines et les minéraux.

Les besoins en nutriments varient selon les espèces (Tableau XXIX ci-dessous) ainsi que leur régime alimentaire (Annexe 03 p. 207).

De nombreuses substances peuvent constituer des aliments de complément, par exemple :

- ✓ Les végétaux terrestres : herbacés, feuilles et graines de légumineuses arbustives, fruits, légumes ;
- ✓ Les végétaux aquatiques : jacinthe d'eau, laitue d'eau et lentille d'eau ;
- ✓ Les petits animaux terrestres : vers de terre, termites, mollusques ;
- ✓ Les animaux aquatiques : vers, têtards, grenouilles, poissons ;
- ✓ Le riz : brisures, issues de polissage, son, balle ;
- ✓ Le blé : balayures, remoulages, son ;
- ✓ Le maïs : gluten, farine de gluten ;
- ✓ Les tourteaux après extraction de l'huile des graines de moutarde, de noix de coco, d'arachide, de palme, de coton, de tournesol, de soja ;
- ✓ La canne à sucre : molasses, tourteaux filtrés, bagasses ;
- ✓ La pulpe des cerises de caféier ;
- ✓ Les graines de coton ;
- ✓ Les déchets de brasserie : drèche et levure ;
- ✓ Les déchets de cuisine ;
- ✓ Les déchets d'abattoir : abats, sang, contenu de rumen ou de panse ;
- ✓ Les pupes de vers à soie ;
- ✓ Le fumier : fientes de poule, lisier de porc.

Tableau XXIX. Teneurs en divers nutriments chez différentes espèces de poissons.

Nutriments	Pourcentage par classe de taille des poissons				généiteurs
	< 0,5 g	0,5 à 10 g	10 à 35 g	> 35 g	
Tilapia					
Protéines brutes	50	35 - 40	30 - 35	25 - 30	30
Lipides bruts	10	10	6 - 10	6	8
Glucides digestibles	25	25	25	25	25
Fibres	8	8	8 - 10	8 - 10	8 - 10
Silures					
Protéines digestibles	> 27	27	29	22 - 24	
Carpe commune					
Protéines digestibles		27	31		

Si on opte pour l'utilisation d'aliments de complément, les produits présentant les caractéristiques suivantes seront choisis préférentiellement (Tableau XXX ci-dessous) :

- ⇒ Valeur nutritive adéquate : teneur élevée en protéines et en carbohydrates et faible teneur en fibres ;
- ⇒ Bonne acceptation par les poissons auxquels ils sont destinés ;
- ⇒ Motifs économiques : pour une qualité donnée, choisir de préférence le coût le moins élevé ;
- ⇒ Aliments disponibles pendant la plus grande partie de la période de croissance des poissons ;
- ⇒ Coût additionnel minimal de transport, de manutention et de traitement ;
- ⇒ Facilité de manutention et d'entreposage.

Tableau XXX. Valeur comparées des principaux ingrédients utilisés pour l'alimentation de complément des poissons.

Ingrédient		Eau	Teneur		
			Protéines brutes	Hydrates de carbone	Fibres
Céréales					
Riz	brisures	11,3	F	TE	TF
	issues	10,0	F	TE	F
	son	10,0	F	TE	E
	balles	9,4	TF	E	TE
Blé	son	12,1	E	TE	F
	issues / balayures	10,5	E	TE	F
Tourteaux oléagineux					
Noix de coco / coprah		8,5	E	TE	E
Graine de coton	délintée	7,8	TE	E	E
	entières	7,9	E	E	TE
Arachide sans coque		10,0	TE	E	TE
Moutarde		9,5	TE	E	F
Palmiste		10,5	E	TE	E
Sésame		8,0	TE	E	F
Soja avec enveloppe		11,0	TE	E	F
Tournesol avec enveloppe		7,3	TE	E	TE
Autres végétaux terrestres					
Pulpe de cerise de caféier, fraîche		11,4	F	TE	TE
Luzerne, feuilles		76,0	TF	F	F
Patate douce, feuilles		89,2	TF	TF	TF
Canne à sucre	bagasses fraîches	45,0	TF	E	TE
	molasses	25,0	TF	TE	Néant
Plantes aquatiques					
Jacinthe d'eau (<i>Eichornia crassipes</i>)		91,5	TF	TF	TF
Kangkong (<i>Ipomea aquatica</i>)		92,5	TF	TF	TF
Laitue d'eau (<i>Pistia</i> spp.)		93,6	TF	TF	TF
Sous-produit animaux					
Sang de bovin, frais		79,6	E	Néant	Néant
Contenu de panse, frais		57,5	TF	E	E
Intervalle de valeurs en pourcentage du poids	Très élevé = TE		30 - 42	40 - 55	20 - 30
	Élevé = E		16 - 21	20 - 30	12 - 15
	Faible = F		7 - 13	7 - 10	5 - 10
	Très faible = TF		< 5	< 5	< 2

**Tableau XXXI. Exemple de formules pour l'élevage des tilapia et silures.**

Ingrédients	Tilapia / Silure en étang fertilisé	Tilapia / Silure en étang non fertilisé	Alevins Silures (< 5 g)
Farine de poisson	5	20	55
Farine de soja	15	10	7
Tourteau de coton	25	10	7
Drèches de brasserie, sèches	15	10	7
Son de riz	20	15	5
Remoulage de blé	10	10	-
Cortex cacao ou parche café	10	10	-
Farine de maïs	-	10	5
Farine d'os calciné	-	5	4
Huile de palme			5
Composition (%)			
Protéines brutes	28,5	29,5	43,3
Lipides bruts	8,0	9,0	11,0

Pour obtenir les meilleurs résultats, il convient d'utiliser des mélanges simples des différents ingrédients alimentaires, de manière à fournir aux poissons les protéines supplémentaires et les hydrates de carbone utiles dont ils ont besoin. Dans la mesure du possible, il faut éviter de leur distribuer une proportion forte de substances fibreuses (Tableau XXXI ci-dessus). Les mélanges se feront en fonction de produits disponibles à moindre coût.

Il n'est pas facile de savoir exactement quelle quantité de nourriture donner aux poissons. L'observation des poissons permet de se faire une idée de leurs besoins.

Pour déterminer les quantités requises vous devez tenir compte des facteurs suivants :

- ⇒ Les petits poissons ont relativement besoin de plus de nourriture que les grands.
- ⇒ En présence d'une nourriture naturelle abondante, il faut utiliser moins d'aliments de complément.
- ⇒ La quantité nécessaire d'aliments de complément est d'autant moins importante que sa qualité est plus élevée,
- ⇒ Les eaux à température élevée exigent une alimentation plus abondante que les eaux à température plus fraîche.

La quantité totale d'aliments de complément à fournir quotidiennement aux poissons d'un étang particulier est généralement exprimée en pourcentage.

Tableau XXXIII. Taux de rationnement du tilapia en étang en fonction de la taille (table de Marek).

Classe de taille	Taux en monoculture	Taux en polyculture
5 à 10 g	6,67	5,33
10 à 20 g	5,33	4,00
20 à 50 g	4,60	3,71
50 à 70 g	3,33	2,67
70 à 100 g	2,82	2,24
100 à 150 g	2,16	1,76
150 à 200 g	1,71	1,43
200 à 300 g	1,48	1,20
300 à 400 g	1,29	1,03
400 à 500 g	1,15	0,93
500 à 600 g	1,09	0,87

Tableau XXXII. Exemple de quantité à distribuer au cours du temps par m² d'étang.

Mois	Poids / m ²
1	360
2	480
3	720
4	960
5	1200
6	1440

tage du poids total (ou biomasse B) de poissons qui s'y trouvent. Ce pourcentage est appelé taux journalier d'alimentation (TJA). Par exemple, pour une TJA = 2,5 % d'une biomasse des poissons de 80 kg, il faudra donc distribuer quotidiennement dans l'étang $80 \times (2,5 / 100) = 2$ kg d'aliments de complément. Cette quantité va changer au cours de la croissance des poissons et donc de l'augmentation de la biomasse du poisson dans l'étang (Tableau XXXII et Tableau XXXIII, p. 160).

Si les poissons ne mangent pas toute la nourriture distribuée, il convient de diminuer un peu les quantités le jour suivant. Inversement, si les poissons mangent rapidement toute la nourriture distribuée, il faudra augmenter un peu les quantités le jour suivant.

Pour pouvoir bien observer les poissons, il est plus facile de les nourrir à la même heure chaque jour, de préférence tôt le matin et en fin d'après-midi, lorsqu'il fait plus frais et ceci, au même endroit.

Il est plus facile de les nourrir dans la partie la moins profonde de l'étang afin de pouvoir les observer pendant qu'ils mangent. Si la quantité de nourriture distribuée est trop importante, une partie de celle-ci se déposera au fond de l'étang, ce qui polluera l'eau de l'étang.

Pour faciliter le nourrissage et l'observation, on peut fabriquer un carré ou un cercle de bambou ou de bois léger et l'attacher à un piquet que enfoncer dans le sol. Il suffit alors de verser la nourriture à l'intérieur du carré ou du cercle (Figure 144 ci-dessous). On pourra donc mieux voir la quantité de nourriture qui se dépose au fond ou bien tâter le fond avec la main pour voir les possibles dépôts.

Dans un certain nombre de cas, il est avantageux ou même impératif d'arrêter l'alimentation complémentaire des poissons :

- ✓ Lorsque la température de l'eau est trop faible ou trop élevée (Tableau XXXIV ci-dessous) ;
- ✓ Lorsque la teneur en oxygène dissous est limitée ;
- ✓ Le jour où l'étang reçoit une application de fumure organique ;
- ✓ Lorsqu'une épidémie se déclare dans l'étang ;
- ✓ Si des manipulations doivent avoir lieu dans l'étang.

En cas de nécessité de nourrissage, les produits d'alimentation doivent être entreposés très soigneusement pour éviter une détérioration excessive de la qualité des produits et des pertes trop importantes. Les principaux facteurs à contrôler sont les suivants :

- ✓ La teneur en humidité de l'air et des produits d'alimentation doit être aussi faible que possible.
- ✓ La température de l'air comme celle des produits d'alimentation doit rester aussi basse que possible. En effet, à plus de 25 °C, la détérioration des produits et les pertes s'aggravent rapidement.
- ✓ Les moisissures et les insectes (coléoptères, teignes, charançons...) peuvent provoquer des pertes considérables et contaminer les produits par les sous-produits de leur métabolisme,
- ✓ Une température et une humidité élevées favorisent leur développement.

- ✓ Les rongeurs (souris, rats, etc.) et les oiseaux peuvent consommer d'importantes quantités de produits d'alimentation. Leurs déchets risquent également de les contaminer.

- ✓ Les vols et les dommages indirects infligés aux entrepôts de produits d'alimentation peuvent enfin poser d'autres problèmes de gestion.

Tableau XXXIV. Exemples d'arrêt d'alimentation complémentaire selon l'espèce en fonction de la température.

Espèce	Température d'interruption d'alimentation
Tilapia du Mozambique	< 19 et > 35°C
Tilapia du Nil	< 18 et 34°C
Silure	< 18 et 36°C

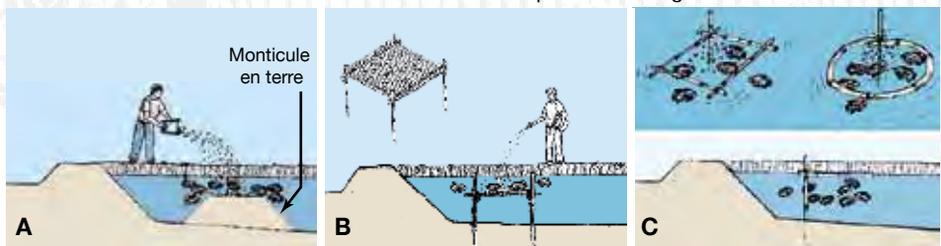


Figure 144. Structures facilitant le nourrissage. A : Fond surélevé d'étang ; B : Plateau fixe immergé ; C : Cadre flottant.



1.3. LES ACTIVITÉS DE SUIVI QUOTIDIENNES

Bien que réduite dans un cas de pisciculture de production, certaines activités régulières doivent être menées pour assurer une bonne production de poissons (Tableau XXXV ci-dessous).

Au moins une fois par jour, le pisciculteur doit visiter les étangs et vérifier que :

- ⇒ L'alimentation en eau de chaque étang est adéquate ;
- ⇒ Les digues sont en bon état ;
- ⇒ La qualité de l'eau est satisfaisante, comme en témoignent le comportement des poissons et la présence de plancton.

Le meilleur moment de la journée pour cette visite se situe de bonne heure le matin, lorsque les teneurs en oxygène dissous risquent de devenir insuffisantes et que l'exploitant peut contribuer à préserver le bon état de santé des poissons. Si possible, une deuxième visite des étangs peut avoir lieu vers la fin de l'après-midi, en particulier au cours des périodes critiques, pour veiller à ce que les poissons restent en bonne santé pendant la nuit.

Des contrôles plus détaillés doivent être faits **une fois par semaine** et de manière périodique sur :

- ⇒ Les canaux et les digues des étangs, en vue du gros entretien ou de la remise en état,
- ⇒ Les filtres,
- ⇒ Les compostières, afin de les remplir si nécessaire.

En toutes circonstances, il faut maintenir sous contrôle le développement de la végétation terrestre et l'utiliser pour le compostage.

Il faudra également veiller à ce que les étangs restent bien protégés comme cela a été mentionné auparavant (Chapitre 7 p. 73).

Tableau XXXV. Activités de suivi. x : suivi ; xx : suivi plus complet ; V : En étang vidangé uniquement.

Domaine	Suivi et action possible	Quotidienne	Hebdomadaire	Périodique
Alimentation en eau				
Prise d'eau principale	Nettoyage / réparation / réglage	x	-	-
Canal d'alimentation	Nettoyage / réparation / réglage	x	xx	-
Prise d'eau des étangs	Nettoyage / réparation / réglage	x	-	xx V
Filtres	Contrôle / nettoyage	x	-	x
Étang				
Niveau d'eau	Vérification / réglage	x	-	-
Qualité d'eau	Coloration	x	-	-
Digues	Contrôle / réparation / protection	x	xx	xx V
Vase du fond	Contrôle de l'épaisseur / qualité	-	-	x V
Végétation aquatique	Contrôle / élimination	-	x	xx V
Végétation terrestre	Contrôle / élimination	-	x	xx
Animaux nuisibles	Contrôle / élimination	x	-	xx
Poissons				
Comportement	Contrôle	x	-	-
Compostière	Contrôle / remplissage	-	x	-
Voies	Protection	x	-	-

I.4. LES TRAVAUX D'ENTRETIEN APRÈS LA VIDANGE

I.4.1. L'ASSEC

La mise à sec d'un étang ou l'**assec** est la durée que reste un étang sans eau (période entre la vidange et la remise sous eau). Elle peut être totale ou partielle, de courte ou de longue durée.

L'assec permet, grâce à des phénomènes physico-chimiques et biologiques, les effets bénéfiques suivants :

- ⇒ Une mobilisation des éléments nutritifs contenus dans le sol,
- ⇒ Une minéralisation rapide des débris organiques,
- ⇒ La destruction des plantes aquatiques, des germes de maladie, des parasites et de certains prédateurs du poisson.

La période de mise à sec peut être réduite à quelques jours. Une courte période est d'ailleurs préférable pour éviter la formation de fissures dans les digues ainsi que dans le fond de l'étang, due à la rétraction des argiles. Un léger travail superficiel du fond de l'étang peut aider à l'aération du sol et aux trois points mentionnés plus haut. Toutefois il ne faut pas labourer profondément, car cela pourrait provoquer une remontée à la surface de terre stérile, et un enfouissement en profondeur de la couche superficielle riche en éléments nutritifs. Une culture (légumineuses ou culture vivrière) peut être effectuée sur le fond de l'étang pendant une mise à sec prolongée. Les parties non récoltées seront ensuite enfouies dans le sol avant la remise sous eau. Cependant, cette culture devra être aussi brève que possible.

I.4.2. LE CURAGE DE L'ASSIETTE

C'est généralement à l'endroit le plus profond de l'étang (devant le moine), que la vase tend à s'accumuler. Il faut sans cesse procéder à l'enlèvement de celle-ci afin que les poissons puissent, lors de la récolte, y trouver de l'eau la plus propre possible. Cette vase se compose d'une accumulation de sédiments de la couche superficielle du fond de l'étang et de débris organiques. Elle est donc très riche en éléments nutritifs et peut être utilisée à côté de l'étang comme engrais pour des cultures maraichères. Il est aussi possible, afin de ne pas perdre ces éléments nutritifs, de répartir cette boue sur d'autres endroits de l'assiette sans toutefois en laisser trop.

I.4.3. LA RÉFECTION DES DRAINS

Les drains ont tendance à se combler au cours des productions. Un passage rapide selon le tracé du réseau initial suffira, mais la boue devra être rejetée au loin et non pas déposée sur les bords de ces drains.

I.4.4. LA REMISE EN ÉTAT DES DIGUES

Au moment de la construction des étangs une pente à l'intérieur de l'étang a été respectée. Au cours de la production une dégradation s'effectue à cause du creusement des berges par la population (nids du tilapia), des effondrements par tassement au cours des travaux effectués, une érosion incessante due aux vagues (dans les grands étangs). Il faut alors effectuer un rehaussement des digues par apport de nouvelle terre (argile) et refaire la pente initiale. Le cas échéant, il faudra reboucher les terriers creusés par des petits animaux dans les digues.

I.4.5. LA RÉPARATION DE L'ARRIVÉ D'EAU

Il arrive souvent que le conduit d'arrivée d'eau a été mal prévu (trop court) et qu'un creusement se produise dans la digue amont de l'étang à l'aplomb du conduit. Une pierre plate ou un amas rocheux est déposé sur le fond de l'étang au point de chute du filet d'eau pour casser le jet et réduire les dégradations par affouillement. Sinon une réparation de la digue s'impose avec un parement de pierres pour limiter l'érosion de l'eau.

I.4.6. L'ENTRETIEN DU MOINE

Lorsqu'il s'agit de moines en brique ou en maçonnerie, il est nécessaire de vérifier le crépi extérieur. Si l'on constate une altération légère, il faut refaire le crépi. Si les joints du ciment sont déjà attaqués, il faut rejointoyer les pierres ou les briques et recrépir l'ensemble. Si quelques planchettes sont défectueuses, on procède à leur remplacement.



1.5. LA LUTTE CONTRE LES PRÉDATEURS

Les poissons d'élevage ont de nombreux ennemis et concurrents, comme les poissons sauvages, les grenouilles, les insectes, les crustacés (crabes, crevettes) ; les serpents, les oiseaux et les mammifères, contre lesquels il faut les protéger (Figure 145 ci-contre). Cette protection est particulièrement importante lorsque les poissons sont encore très petits. La lutte contre les ennemis dans des étangs vidangés, appelée aussi désinfection des étangs, vise plusieurs objectifs, c'est-à-dire :

- ⇒ Tuer les animaux aquatiques prédateurs, tels que poissons carnivores, jeunes grenouilles et insectes laissés dans les flaques d'eau et la vase, qui survivront et se nourriront des jeunes poissons qui seront stockés ;
- ⇒ Éliminer tous les poissons non récoltés, lesquels plus tard concurrenceront les nouveaux stocks pour l'espace et la nourriture, en particulier s'ils se reproduisent sans contrôle ;
- ⇒ Détruire les parasites des poissons et leurs hôtes intermédiaires, comme les mollusques, et contribuer ainsi à lutter contre les maladies.

Certains traitements de désinfection produisent des avantages supplémentaires, par exemple améliorer la qualité de l'eau et du sol du fond de l'étang ou augmenter la fertilité de l'étang.

Les étangs en terre sont très faciles à désinfecter une fois que l'eau a été vidangée aussi complètement que possible, soit par gravité pour les étangs vidangeables.

En gardant l'étang à sec (de préférence par temps chaud et ensoleillé), on pourra éliminer un certain nombre d'indésirables. Les rayons ultraviolets du soleil ont un effet stérilisant puissant sur les bactéries. Selon la température de l'air, il sera nécessaire de garder l'étang entièrement à sec entre 24 heures (au minimum) et un mois .

On peut aussi utiliser pour désinfecter des étangs vidangés certains sous-produits agricoles qui sont peu onéreux lorsqu'ils sont disponibles sur place, par exemple le son de riz (400 à 1 000 kg/ha), la mélasse de sucre non raffinée (400 à 500 kg/ha) et de la poussière ou des copeaux de tabac (300 kg/ha). Il suffit d'étaler la quantité nécessaire du sous-produit sur le fond de l'étang. Puis, on recouvre avec 5 à 10 cm d'eau pendant 10 à 15 jours. Il est préférable de ne pas vidanger l'étang mais de le remplir, de façon à ne pas perdre l'effet fertilisant du désinfectant organique. Avant d'appliquer la poussière ou les copeaux de tabac, il est préférable de faire tremper les sacs dans l'eau pendant la nuit. Cette mesure empêchera la poussière de s'envoler avec le vent pendant l'épandage sur le fond de l'étang. On évitera des produits chimiques comme la chaux.

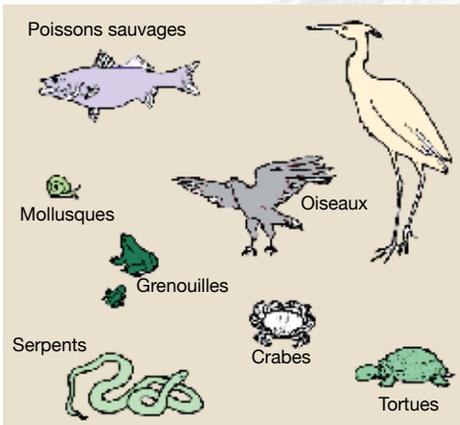


Figure 145. Quelques prédateurs de poissons.

1.6. RÉCAPITULATIF

- ⇒ **On insistera sur :**
 - ⇒ **Les visites journalières pour l'entretien ;**
 - ⇒ **Le contrôle du comportement des poissons et les actions à entreprendre (aération, autopsie...) ;**
 - ⇒ **La nutrition complémentaire uniquement en cas de nécessité ;**
 - ⇒ **L'entretien des étangs avec le nettoyage et la lutte contre les prédateurs.**

Une fois ce travail fini, il suffit de refaire couler l'eau dans l'étang et de le fertiliser avec du compost animal ou végétal, avec des déjections animales ou avec des matières végétales comme auparavant. Une fois l'eau redevenue verte, on peut réempoissonner.

II. LES TECHNIQUES DE CONSERVATION ET DE TRANSFORMATION

Selon la quantité de poissons récoltés et leur destination (vente ou consommation directe), il sera possible de stocker du poisson pour une consommation ultérieure, ou le commercialiser, soit vivant, soit frais ou conservé ou transformé.

Dans le cas où on désire garder le poisson vivant, on pourra les mettre soit dans des petits bassins ou viviers construit à cet usage, soit en utilisant des cages ou hapas (Chapitre 9 paragraphe III.3, p. 142). On pourra alors prélever quand on le désirera des poissons frais pour la consommation ou la vente directe.

La vente locale de poissons frais d'élevage destinés à la consommation constitue le mode de commercialisation le plus simple et le moins coûteux. En règle générale, le poisson frais est préféré au poisson traité. Toutefois, certaines manipulations sont nécessaires si l'on veut garantir une qualité satisfaisante et un prix adéquat.

Avant la récolte, on arrêtera le nourrissage au moins un jour à l'avance.

Pendant la récolte, on va manipuler soigneusement les poissons vivants et, le cas échéant, les mettre rapidement en stabulation, par exemple pour les débarrasser de toute odeur de vase préjudiciable ou pour simplifier ou favoriser la vente.

Après la récolte, on va rincer soigneusement en eau propre les poissons. Le mieux est de les tuer rapidement. Le poisson commence à se décomposer dès qu'il meurt. Ce processus est dû essentiellement à une intensification de l'activité bactérienne. En effet, les bactéries se multiplient rapidement à l'intérieur du poisson en conditions favorables d'alimentation, de température et d'humidité. Or, les bactéries sont particulièrement nombreuses sur les branchies et dans le tube digestif des poissons vivants. C'est à partir de ces organes que la décomposition se propagera rapidement à la totalité du corps dès la mort du poisson.

Dès que les poissons sont récoltés et tués, il est préférable de les vider et d'enlever tous les organes internes et le sang et/ou enlever les branchies (ou couper la tête). Il faut préserver la propreté des poissons en les lavant à l'eau propre. On évitera de les poser à même le sol et l'on pourra les protéger soigneusement, par exemple dans des caisses ou des sacs de plastique pour les protéger de la boue, de la poussière, des insectes...

Si on veut le vendre frais, il va falloir le vendre le plus vite possible. Soit on récolte seulement la quantité de poissons qu'on pense pouvoir vendre le jour même, soit on va les garder au frais, à l'ombre ou recouverts de feuilles de bananier, d'herbe... Le mieux est d'obtenir de la glace, mais c'est rarement le cas. Par contre, on ne laissera jamais des poissons morts dans de l'eau car ils se détérioreront rapidement.

Si on doit les transporter, le mieux est d'éviter les heures les plus chaudes de la journée et voyager tôt le matin ou même la nuit.

Bien qu'il vaille mieux privilégier la vente de poisson à l'état frais, dans certains cas, le traitement du poisson peut s'avérer préférable. On pourra soit l'exposer à de haute température en le cuisant, soit abaisser la teneur en eau des poissons par séchage, salage ou fumage (Figure 146, Figure 147 et Figure 148, p. 166).

- ✓ Le **séchage** consiste à enlever l'humidité de la surface et de la chair du poisson préparé.
- ✓ Le **salage** consiste à enlever la plus grande partie de l'eau présente dans la chair du poisson et à la remplacer par du sel.
- ✓ Le **fumage** consiste à enlever la plus grande partie de l'eau contenue dans la chair du poisson par une exposition à la fumée de combustion de bois.

Lors du choix d'une méthode de transformation, il faut tenir compte soigneusement du type de poissons à conserver. Les poissons maigres comme les tilapia sont beaucoup plus faciles à traiter que les poissons huileux/gras comme les poissons-chats. Par ailleurs, les grands poissons sont plus difficiles à traiter que les poissons petits et minces.

Il existe plusieurs méthodes pour sécher ou fumer le poisson, demandant des investissements et du matériel plus ou moins important. On n'entrera pas ici dans les détails. On pourra trouver différentes techniques dans les manuels de la FAO.

Une fois les poissons traités, il va falloir les entreposer correctement :

- ⇒ En les tenant au frais et au sec ;

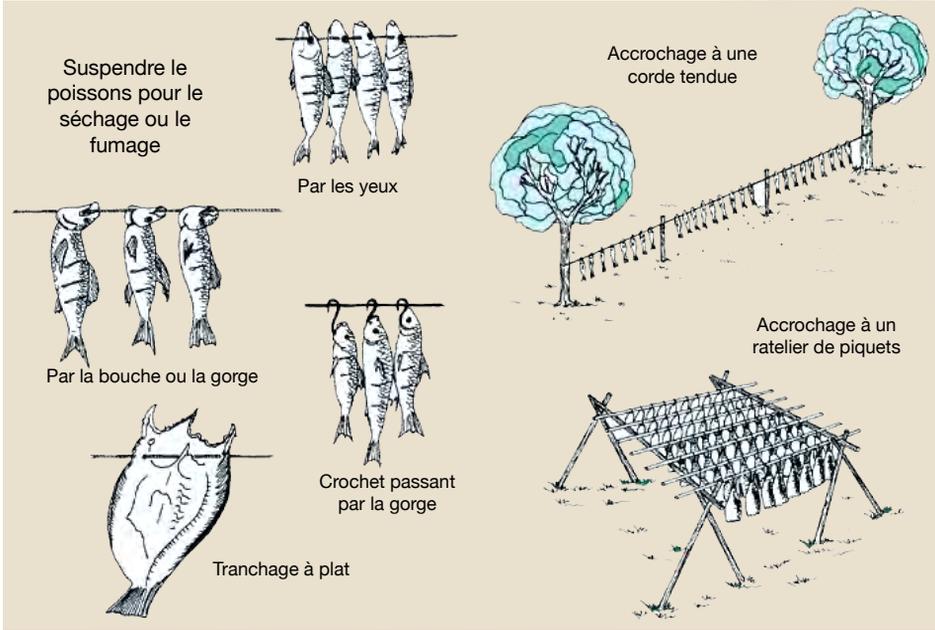


Figure 146. Différentes méthodes de séchage naturel du poisson.

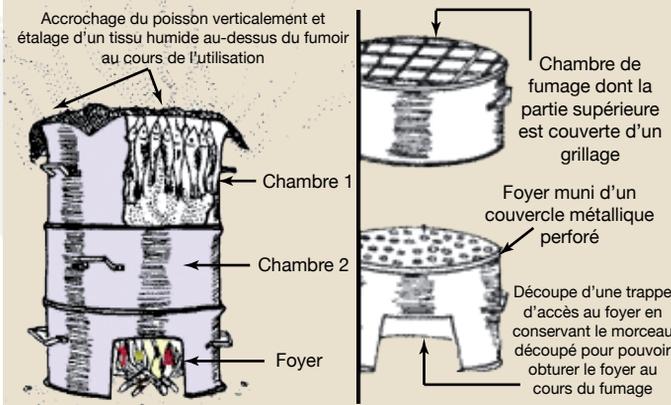


Figure 147. Exemple de fumage du poisson.

⇒ En les emballant bien pour les protéger de l'humidité (moisissures) et pour retarder le rancissement de leur graisse ;
 ⇒ En les protégeant contre l'infestation par des insectes, par exemple en les plaçant dans des paniers tressés garnis de plastique ou de papier solide. En cas d'utilisation de sacs en plastique, il faut les mettre à l'abri de la lumière solaire directe pour éviter l'apparition d'humidité à l'intérieur.

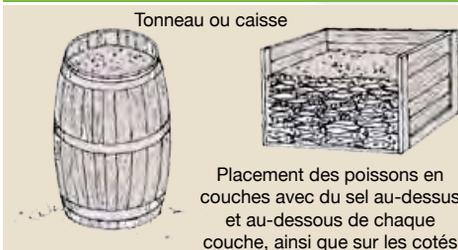


Figure 148. Exemple de système de salage.

Il faudra vérifier régulièrement la qualité des poissons stockés et les traiter à nouveau, si nécessaire.

⇒ **On retiendra que :**

- ⇒ **Pour vendre le poisson, il faut bien le préparer ;**
- ⇒ **Le poisson peut être gardé vivant, ou**
- ⇒ **Il peut être fumé, salé ou séché.**

III. LA GESTION DES ÉTANGS

Une gestion adéquate comporte un suivi régulier des étangs, la tenue de relevés précis et la planification des opérations. Dans ces conditions, on est en mesure, par exemple, de décider du moment opportun de la fertilisation des étangs.

III.1. LES STOCKS PISCICOLES ET LES INDICES UTILES POUR LEUR SUIVI

Il est important de suivre de près l'état des stocks de poissons. A cet effet, il faut tout d'abord connaître les différents indices ou paramètres communément employés pour mesurer et comparer les résultats caractérisant les différents stocks de fermes piscicoles, comme leur croissance, leur niveau de production et leur taux de survie.

Les données suivantes sont utilisées pour décrire la taille d'un stock piscicole :

- ✓ **Stock initial** qui correspond au nombre et au poids de poissons stockés dans l'étang au début du cycle de production. On peut dès lors définir les deux paramètres suivants :
 - Le **taux d'empoissonnement** qui est le nombre moyen et poids moyen de poissons par unité de surface, par exemple 2 poissons/m² ou 2 kg/m² ou 200 kg/ha ;
 - La **biomasse initiale** qui est le poids total des poissons stockés dans un étang donné, par exemple 100 kg dans l'étang n°X.
- ✓ **Stock présent pendant le cycle de production** qui est le nombre et le poids de poissons présents dans l'étang où ils s'y développent. Toutefois, quelques-uns disparaissent parce qu'ils se sont échappés ou parce qu'ils sont morts. Un paramètre important est alors :
 - La **biomasse présente** qui est le poids total de poissons présents dans un étang à un moment donné.
- ✓ **Stock final** : de manière analogue, à la fin du cycle de production :
 - La **biomasse finale** qui est le poids total des poissons présents lors de la récolte finale.

En ce qui concerne les modifications d'un stock piscicole au moment de la récolte ou au cours d'une période de temps donnée :

- ⇒ La **récolte** d'un étang est le poids total des poissons récoltés dans l'étang.
- ⇒ La **production** est l'augmentation du poids total observée au cours d'une période déterminée. Il s'agit de la différence entre la biomasse mesurée à la fin et la biomasse mesurée au début de la période. Par exemple, pour une mise en charge de 55 kg, et un poids mesuré à un temps de 30 jours après empoissonnement de 75 kg, cela sera $75 - 55 = 20$ kg.
- ⇒ Le **rendement** est cette production rapportée à l'unité de surface. Par exemple, si la production d'un bassin de 500 m² a atteint 20 kg, le rendement pendant cette période a été de $20 / 500 = 0,040$ kg/m² = 4 kg/100 m² ou 400 kg/ha.
- ⇒ Le **taux de production** est la production exprimée par unité de temps (jour, mois, année...) Par exemple, une production de 20 kg en 30 jours correspond à un taux de production de $20 / 30 = 0,66$ kg/jour.
- ⇒ Le **taux de production équivalent** est le rendement exprimé par unité de temps, généralement par jour ou par année = 365 jours. Il permet de comparer la production obtenue au cours de différentes périodes. Par exemple, un rendement de 400 kg/ha obtenu en 30 jours équivaut à $(400 \times 365) / 30 = 4866,7$ kg/ha/an. Il peut être parfois intéressant de calculer la moyenne journalière du taux de production qui, dans ce cas, est égale à $4866,7 / 365 = 13,3$ kg/ha/jour ou 1,33 g/m²/jour.
- ⇒ Le **taux de survie** est le pourcentage de poissons encore présents dans l'étang à la fin d'une certaine période de temps. Il doit être aussi proche que possible de 100 %. Le **taux de mortalité** est la différence de 100 retranché du taux de survie. Par exemple, si le nombre de poissons était de 1200 au début de la période considérée et de 1175 à la fin, le taux de survie au cours de cette période a été de $[(1175 \times 100) / 1200] = 97,9$ % ; le taux de mortalité a été de $100 - 97,9 = 2,1$ %.

Un stock de poisson est constitué d'individus. On peut rappeler ici les mesures effectuées sur les individus pour le suivi des bassins (Chapitre 09 paragraphe V, p. 149).



- ⇒ Le **poids moyen** (g) obtenu en divisant la biomasse (g) par le nombre total de poissons présents.
- ⇒ La **croissance moyenne** (g), c'est-à-dire l'augmentation du poids moyen au cours d'une période de temps donnée. Il s'agit de la différence entre le poids moyen au début et à la fin de la période.
- ⇒ Le **taux de croissance moyen**, c'est-à-dire la croissance (g) exprimée par unité de temps, généralement un jour. On parle alors de **taux de croissance journalier**, obtenu en divisant la croissance pendant une période donnée par la durée de cette période en jours. Il est calculé soit pour une période déterminée au cours du cycle d'exploitation, soit pour la totalité de ce cycle.

Exemple : l'étang (312 m²) a été empoisonné avec 680 poissons d'une biomasse initiale de 5,6 kg. À la fin du cycle d'exploitation (149 jours), la récolte a été de 43,8 kg pour 450 poissons. Donc :

Production de l'étang = 43,8 - 5,6 = 38,2 kg

Rendement = 38,2 / 312 = 12,24 kg/100 m²

Taux de production = 38,2 / 149 = 0,26 kg/jour

Taux de production équivalent = (12,24 x 365) / 149 = 30 kg/100 m²/an

Taux de survie = [(450 x 100) / 680] = 66 %

Taux de mortalité = 100 - 66 = 34 %

Le poids moyen initial des poissons était de 5600 / 680 = 8,2 g,

et le poids moyen final de 43800 / 450 = 97,3 g.

On a donc :

Croissance moyenne pendant le cycle d'exploitation = 97,3 - 8,2 = 89,1 g

Taux de croissance journalier = 89,1 / 149 = 0,6 g/jour.

III.2. LES RENDEMENTS ATTENDUS

Les rendements vont dépendre des espèces utilisées. Cependant, on peut donner une estimation du poids par étang attendu selon les espèces.

Considérons un étang de 400 m² contenant le tilapia du Nil (polyculture avec le poisson-chat africain *Clarias gariepinus*), de poids à la mise en charge comprise entre 5 et 10 g pour les deux espèces. Au bout de 7 mois d'élevage extensif (poissons abandonnés à eux-mêmes, sans aucun apport), on peut escompter une production d'environ 30 kg (soit dans les 750 kg/ha/an). Pour une même durée en un peu moins extensif (étang plus ou moins fertilisé), la production annuelle variera de 50 à 100 kg, soit l'équivalent de 1,2 à 2,5 tonnes/ha/an. Cela montera à 10 tonnes/ha/an en élevage avec un prédateur, soit 150 kg par étang de 400 m² sur 6 mois.

En polyculture qui associe *Heterotis niloticus* et *Heterobranchus isopterus*, les juvéniles d'*H. isopterus* sont introduits à la densité maximale de 20 individus par are dans les étangs de production de tilapia. Ces systèmes produisent des rendements de l'ordre de 4 à 15 t/ha/an, selon le niveau d'apport de fertilisants.

On peut donc obtenir 150 kg de poissons pour un étang de 100 m² par an, c'est-à-dire environ 12 kg par mois pour 100 m² d'étang. Pour un petit étang de 200 m², qui est le minimum, on pourra donc avoir environ 24 kg par mois de poisson, soit 0,8 kg par jour.

III.3. LA GESTION DES RÉCOLTES

La gestion des récoltes dépendra du mode d'approche. Mais dans la majorité des cas, les villageois devront par eux-mêmes régler cet aspect. Cette gestion dépendra de la quantité d'étangs, mais il semble adéquat d'avoir au moins 3 étangs pour assurer une récolte quasi mensuelle avec des poissons de taille consommable.

Si on met des alevins dans différents étangs à différentes époques de l'année, on pourra les récolter à des périodes différentes également et, ainsi, une quantité pas trop importante de poissons en même temps. On pourra en pêcher toute l'année.

Tableau XXXVI. Exemples de gestion pour 4 étangs.
Collecte après 3 mois (à gauche) ; après 4 mois (à droite). les couleurs correspondent aux différentes étapes décrites dans le plan de mise en place des étangs.

		1 ^{er} exemple					2 ^{ème} exemple					
		Mois	Étang 1	Étang 2	Étang 3	Étang 4	Récolte	Étang 1	Étang 2	Étang 3	Étang 4	Récolte
1 ^{ère} année	1		Empoisonnement	Étang non fonctionnel					Étang non fonctionnel			
	2		Grossissement	Étang non fonctionnel				Grossissement	Étang non fonctionnel			
	3		Grossissement		Grossissement	Étang non fonctionnel	1			Grossissement	Étang non fonctionnel	
	4		Entretien des étangs	Vidange et récolte		Grossissement	2	Vidange et récolte			Grossissement	1
	5		Grossissement	Entretien des étangs			3	Entretien des étangs	Vidange et récolte			2
	6		Grossissement		Grossissement		4		Grossissement	Vidange et récolte		3
	7		Vidange et récolte			Entretien des étangs	5			Grossissement		4
	8		Empoisonnement	Vidange et récolte		Grossissement	6				Empoisonnement	
	9		Grossissement	Entretien des étangs			7	Vidange et récolte				5
	10		Grossissement	Grossissement	Entretien des étangs		8	Entretien des étangs	Vidange et récolte			6
	11		Vidange et récolte		Grossissement	Entretien des étangs	9	Grossissement	Entretien des étangs	Vidange et récolte		7
	12		Entretien des étangs	Vidange et récolte			10			Grossissement	Vidange et récolte	8
2 ^{ème} année	13		Grossissement	Entretien des étangs			11	Vidange et récolte			Empoisonnement	9
	14		Grossissement	Grossissement	Entretien des étangs		12	Entretien des étangs	Vidange et récolte			10
	15		Vidange et récolte			Entretien des étangs	13		Grossissement	Vidange et récolte		11
	16		Entretien des étangs	Vidange et récolte		Grossissement	14	Grossissement	Entretien des étangs			12
	17		Grossissement	Entretien des étangs	Vidange et récolte		15			Grossissement	Entretien des étangs	
	18		Grossissement	Grossissement	Entretien des étangs		16	Entretien des étangs	Vidange et récolte			13
	19		Vidange et récolte		Grossissement	Entretien des étangs	17	Grossissement	Entretien des étangs			14
	20		Entretien des étangs	Vidange et récolte			18	Grossissement	Grossissement	Vidange et récolte		15
	21		Grossissement	Entretien des étangs	Vidange et récolte		19			Grossissement	Entretien des étangs	16
	22		Grossissement	Grossissement	Entretien des étangs	Vidange et récolte	20	Vidange et récolte			Empoisonnement	17
	23		Vidange et récolte		Grossissement	Entretien des étangs	21	Entretien des étangs	Vidange et récolte			18
	24		Entretien des étangs	Vidange et récolte			22	Grossissement	Entretien des étangs	Grossissement		19

Empoisonnement
 Grossissement
 Vidange et récolte
 Entretien des étangs
 Étang non fonctionnel



Si on a 4 étangs et une bonne réserve d'alevins, on peut empoissonner chaque étang à un mois différent de l'année et pêcher chaque étang 3 à 6 mois plus tard selon la taille à laquelle les poissons semblent consommables (Tableau XXXVI, p. 169). En effet, selon les endroits, des poissons de 60 à 80 g seront consommés et un tilapia peut atteindre cette taille en 3 mois. La durée et le temps de grossissements dépendront également du suivi de croissance.

En estimant 4 étangs de 400 m², qui peuvent produire jusqu'à 50 kg par mois par étang, on pourra produire jusqu'à 500 kg par an. Dans un pays où le poisson se vend à 5 US\$ le kg, cela permettra d'obtenir pour les groupements l'équivalent de 2500 US\$ par an, soit environ 200 US\$ par mois.

La distribution des récoltes entre les bénéficiaires sera effectuée en fonction du type d'associations et groupement qui a été adopté. Ceci peut varier selon les pays, les ethnies et structures sociales présentes dans les endroits où seront implémentés les différents projets.

III.4. LES DIFFÉRENTS TYPES DE COÛTS DE PRODUCTION

Un exploitant d'étang doit tout d'abord payer les **facteurs de production fixes** (biens d'équipements à durée de vie supérieure à un cycle de production (terrain, eau, étangs, filets...)) et **variables** (articles de fonctionnement (consommables, main d'œuvre)). Toute dépense consacrée à l'exploitation de la ferme piscicole fait partie des coûts de ce type, et est appelée généralement coûts d'exploitation. Ils sont donc qualifiés de :

✓ **Coûts d'exploitation fixes.** Ils sont peu variables et sont liés aux facteurs de production fixes. Les plus importants concernent les dépenses comme les coûts liés au droit annuel d'usage de l'eau, aux droits de location et d'exploitation le cas échéant.

✓ **Coûts d'exploitation variables ou coûts de fonctionnement,** correspondent aux coûts directement liés à la production.

Tableau XXXVII. Durée de vie utile des ouvrages et des équipements (en années, en supposant une utilisation normale).

Ouvrage / équipement		Années
Étangs en terre		30
Canaux en terre		20
Ouvrages des étangs	En bois dur traité	10
	En maçonnerie	20
	En béton	20
	Tuyaux PVC	10
	Buses	20
Bâtiments	En bois avec toit de chaume	4
	En briques d'argiles au soleil	6
	En briques cuites ou parpaings	20
Bateau en bois		8
Clôture en fil de fer et poteaux		10
Filet de pêche		5
Hapas		2
Éperviers, épuisettes		2
Brouette		3
Outils d'atelier (scie, marteau...)		5
Pioche, pelle, hache		2
Seaux, bassines		1

Dans le cas d'une pisciculture de production, hormis le coût fixe de construction de l'étang (souvent construit par l'exploitant lui-même), les coûts sont très faibles et pratiquement négligeables. Néanmoins, il importe d'identifier ces coûts de manière aussi réaliste que possible, pour éviter de consacrer inutilement du temps, de l'argent ou d'autres ressources à des opérations inefficaces ou non rentables.

Les facteurs de production de longue durée comme les étangs et les bâtiments subissent progressivement une usure. À court terme, ils sont maintenus en état de fonctionnement grâce aux activités d'entretien qui impliquent l'achat de matériel. Après un certain nombre d'années, il faut toutefois les remplacer ou les rénover. Cette période, appelée vie utile, est plus ou moins importante (Tableau XXXVII, p. 170. Certains comme

les bâtiments et les étangs ont une vie utile très longue, tandis que d'autres comme les brouettes et les filets peuvent être complètement usagés au bout de quelques années.

III.5. LA TENUE DES REGISTRES ET LA COMPTABILITÉ

Les exploitants n'ont besoin de tenir que des registres simples, qui doivent leur permettre de connaître mois par mois :

- ✓ Le **montant des dépenses** consacrées aux étangs et par étang ;
- ✓ Le **nombre total** (et le poids) **de poissons ensemencés** ;
- ✓ Le **nombre total de poissons récoltés** (et le poids) ;
- ✓ Le **nombre de poissons donnés** (et le poids), soit à la famille pour sa propre consommation, soit en échange de la fourniture de main-d'œuvre occasionnelle ;
- ✓ Le **nombre total de poissons morts** (et le poids)
- ✓ Le **nombre total** (et le poids) **des poissons vendus** comptant (revenu monétaire) et/ou échangés contre d'autres produits (revenu monétaire équivalent).

À la fin de l'année, les registres ci-dessus fourniront des informations sur les points suivants :

- ⇒ Valeur totale du poisson donné ;
- ⇒ Valeur totale de toute la récolte de poisson ;
- ⇒ Montant des gains (bénéfice net) ou des pertes (perte nette) de pisciculture.

Il est possible d'utiliser chaque jour une simple fiche pour enregistrer pendant un mois toutes les activités de pisciculture, le montant de toutes les dépenses effectuées et les données détaillées concernant la production piscicole (Annexe 01, p. 189). Cette fiche s'appelle fiche journalière. Ceci peut être dans un petit cahier d'écolier en utilisant une double page par fiche.

Toute activité, par exemple le travail effectué et les équipements achetés pour son fonctionnement, doit être immédiatement notée avec les données pertinentes correspondantes, comme le montant des dépenses effectuées, Le nombre de poissons récoltés et le nombre de poissons donnés ou vendus. Il est important de noter ces détails sitôt qu'ils sont connus. À la fin du mois, additionnez les différentes colonnes pour obtenir les totaux du mois.

De même, on pourra à la fin de l'année, en faisant le total des mois, faire un bilan annuel.

III.6. LA FORMATION

Afin de promouvoir et d'assurer correctement la pérennité du projet, des formations sont nécessaires auprès des bénéficiaires et futurs exploitants d'étangs. Les thèmes abordés seront :

⇒ **L'importance du poisson dans l'alimentation**

Les protéines animales sont indispensables pour une bonne croissance des enfants ainsi que la santé des parents.

⇒ **L'importance des cours d'eau : l'eau et la santé**

L'eau est un des milieux majeurs pour le développement des maladies humaines. Plusieurs parasites et maladies transigent par l'eau et le manque d'hygiène : le paludisme, le choléra, la bilharziose, pour ne citer que quelques-unes d'entre elles. On reviendra dans le chapitre suivant sur la santé et les étangs. On ne détaillera pas ici ces deux thèmes qui sont bien développés dans plusieurs ouvrages.

⇒ **Comment construire les étangs**

On pourra reprendre les différentes étapes énumérées dans ce manuel.

IV. LES ÉTANGS ET LA SANTÉ

L'eau étant le milieu dans lequel plusieurs parasites et vecteurs de maladies graves transigent ou sont issues. Les étangs étant des points d'eau, il convient de veiller à certaines règles pour limiter les problèmes de maladie et de santé.

Une espèce de moustique et quelques espèces de mollusques d'eau douce transmettent des maladies pouvant être mortelles. Il s'agit du paludisme (moustique) et de la bilharziose (escargot). Si les plantes ou les mauvaises herbes sont trop denses sur les bords des étangs ou dans ces derniers

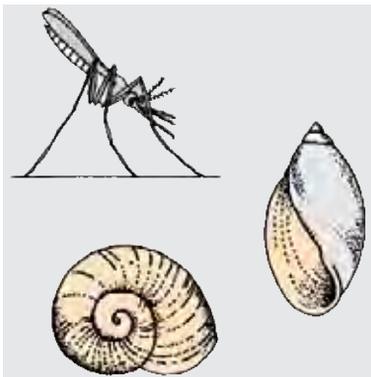


Figure 149. Moustique et escargot.



Figure 151. Nettoyage des digues.

et dans les enclos, les mollusques et les moustiques peuvent y vivre et proliférer très aisément. Il faudra donc périodiquement, les débarrasser des plantes qui s'y trouvent et faucher les digues. Les herbes des bords ne doivent pas pendre dans l'eau afin que les poissons puissent bien éliminer les insectes et autres animaux (Figure 149 et Figure 151 ci-dessous).

Il est fortement déconseillé d'utiliser les étangs ou les enclos comme lieux d'aisance (Figure 150 ci-dessous). Il vaut mieux utiliser une latrine si elle est présente ou en construire une à 10 m au moins du bord de l'un quelconque des étangs ou enclos et de la source d'alimentation en eau. Si on est pris d'un besoin pressant pendant le travail près des étangs ou des enclos, du cours d'eau qui les alimente, du canal d'alimentation ou des rigoles d'arrivée, une distance d'au moins 10 m est le minimum pour satisfaire ce besoin. De même, il faudra éviter de faire ses besoins sur un tas de compost ou à proximité. Un étang n'est pas non plus un lieu avec une eau pour usage domestique, comme la boisson ou la lessive. Il est nécessaire de transmettre aux personnes ayant accès aux infrastructures ces règles minimales d'hygiène.

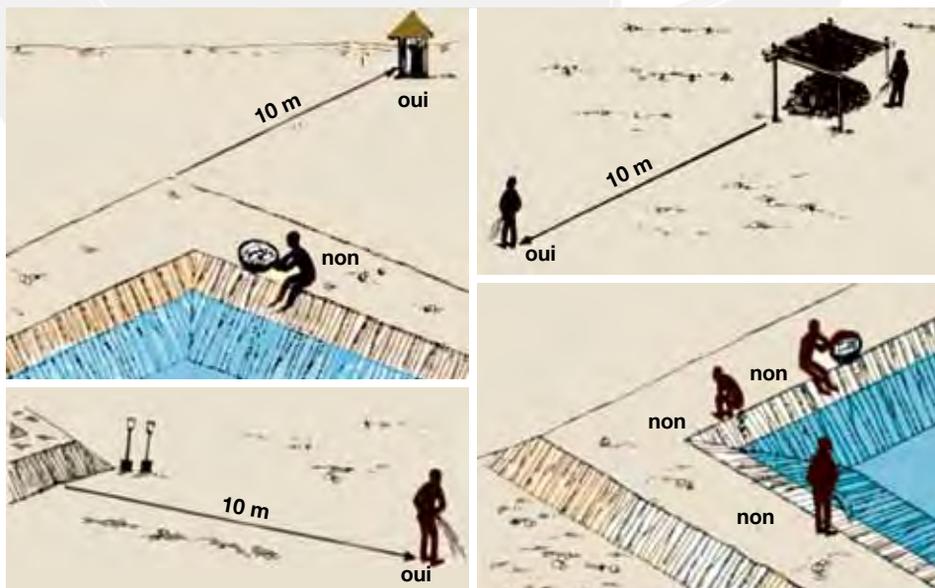


Figure 150. Différents comportements à éviter à proximité des structures piscicoles.

Récapitulatif général

L'ensemble des étapes pour arriver à la production de poissons pour la subsistance est présenté dans le diagramme page suivante.

Le système de pisciculture choisi est celui de *production, semi-intensif, d'autoconsommation à artisanal* en utilisant la *polyculture*, plutôt que la monoculture qui demande des apports de nourriture extérieurs et un suivi plus important si on veut une production intéressante.

L'évaluation de l'écosystème dans toutes ses composantes, êtres humains inclus, est primordiale afin de voir quelles sont les actions à proposer pour assurer un meilleur « bien-être », principalement de sécurité alimentaire mais également de santé et d'eau et d'hygiène. De préférence, deux spécialistes seront requis avec priorité pour les aspects biologiques.

L'ensemble des informations récoltées permettra de :

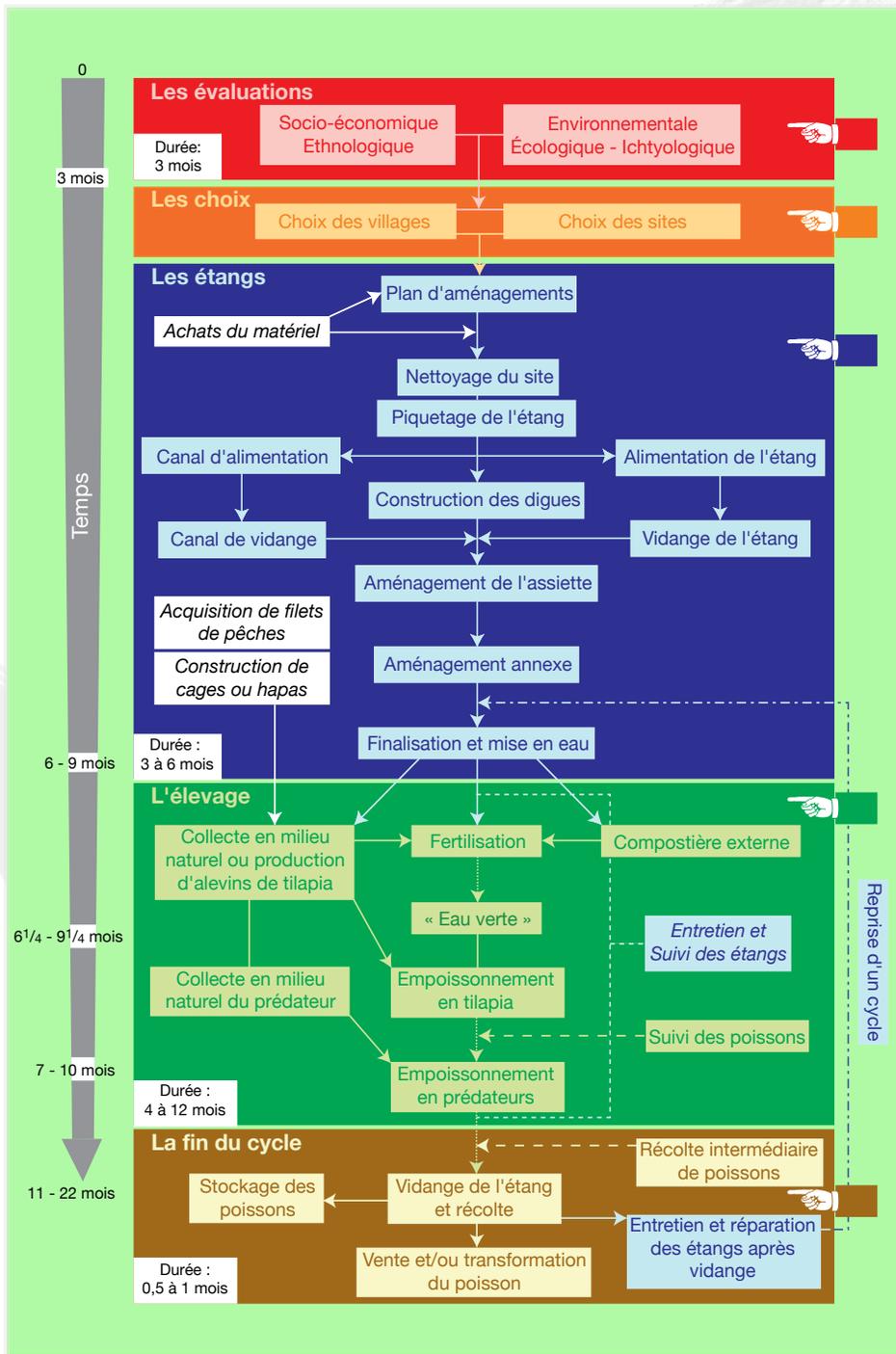
- ⇨ *Connaître l'état des lieux* de la zone où l'intervention doit avoir lieu ;
- ⇨ *Connaître les ressources utilisables* présentes et leur utilisation actuelle ;
- ⇨ *Connaître les structures communautaires et sociales.*

Le but est d'avoir les éléments pour proposer une solution permettant une bonne *appropriation* du projet par les populations, si les différentes composantes permettent d'affirmer que la pisciculture est une solution pour la zone considérée.

La provenance des poissons à utiliser et l'endroit et le *bassin hydrologique* où l'action est menée sont importants ceci d'autant plus, en raison des risques encourus par l'introduction de poissons et les aspects législatifs nationaux et internationaux concernant la biodiversité. Ce n'est pas, non plus, parce qu'une espèce a déjà été introduite quelque part, dans la zone d'intervention, qu'il faut l'utiliser.

Le choix du village doit tenir compte de :

- ⇨ *La vulnérabilité* de la population ;
- ⇨ *La logistique* ;
- ⇨ *La ressource en eau* ;
- ⇨ *La motivation* des villageois.



Le choix des sites est l'étape la plus importante pour un projet piscicole en étang. Il doit tenir compte de :

- ⇨ L'eau : quantité et qualité ;
- ⇨ Le sol : imperméable ;
- ⇨ La topographie : pente douce et les zones d'affleurement des sources.

La préférence ira aux étangs en dérivation, alimentés en eau par gravité, rectangulaires, disposés en parallèle, d'une taille de 100 à 400 m².

On insistera sur :

- ⇨ Le nettoyage du site qui doit être bien fait ;
- ⇨ Le piquetage qui doit être précis pour les pentes ;
- ⇨ Le contrôle et la gestion de l'eau par les canaux ;
- ⇨ L'importance des digues, de leur robustesse et de leur taille et de bien les damer ;
- ⇨ Le choix de moine pour la vidange des étangs ;
- ⇨ L'isolation totale des étangs de l'extérieur pour mieux les contrôler ;
- ⇨ La conservation des sols en amont.

⇨ Pour la fertilisation, la préparation de composts aérobie et anaérobie est une phase importante.

⇨ L'attente d'une « eau verte » indique que l'étang est prêt pour l'ensemencement.

Après la fertilisation, les étapes sont donc :

- ⇨ La collecte des spécimens en milieu naturel ou par une production d'alevins de tilapia ;
- ⇨ L'empoisonnement des étangs avec les tilapia ;
- ⇨ Le suivi de la croissance ;
- ⇨ La collecte des prédateurs en milieu naturel ;
- ⇨ L'empoisonnement en prédateurs ;
- ⇨ Un suivi et une collecte partielle des poissons ;
- ⇨ Puis, après plusieurs semaines, la vidange et la collecte complète des poissons.



Les espèces africaines sont nombreuses et beaucoup sont utilisables en pisciculture. Le choix des espèces se fera en fonction de la *localisation géographique* des étangs (ichtyorégions). Cependant, dans le cadre de la subsistance, on choisira :

- ⇒ Un *tilapia* pour la production principale. Poissons qui sont robustes, fortement plastiques et s'adaptant aux conditions environnementales, avec des soins parentaux élaborés, ce sont des opportunistes d'un point de vue alimentaire, avec :
- ⇒ Une *espèce piscivore* qui sera le *prédateur* pour le contrôle des reproduction de tilapia ;
- ⇒ On pourra également utiliser d'autres espèces dans l'étang comme une espèce omnivore et / ou une espèce herbivore.

Pour le prédateur, la proportion doit être d'environ **13 % du poids de tilapia** mis. Globalement, une dizaine de poissons d'environ 7/8 cm pour une centaine de tilapia ayant atteint 6/7 cm. L'empoisonnement des prédateurs se fera un mois environ après la mise en charge de l'étang en tilapia.

La densité de tilapia sera de **0,5 ind/m²**.

Pour la collecte en milieu naturel, un des principes importants sera de n'utiliser que des engins de capture non destructeurs pour la faune locale.

Il faudra veiller à bien respecter les lois relatives à la pêche. Le cas échéant, des autorisations pourront être demandées auprès des instances locales.

On insistera sur :

- ⇒ Les *méthodes de pêches* et les précautions à prendre, pour garder les poissons en bon état et éviter les problèmes législatifs et locaux ;
- ⇒ La *biologie des espèces* et les contraintes qu'elles apportent pour une bonne production, reproduction, alimentation, comportement, tant pour une bonne croissance que pour le choix de la densité ;
- ⇒ Le *transport* des poissons et les soins attentifs à apporter de façon à éviter une perte qui peut être totale des poissons.

Pour assurer une bonne production, on insistera sur :

- ⇒ Les *visites journalières* pour l'entretien ;
- ⇒ Le *suivi* des poissons ;
- ⇒ Le *contrôle* du comportement des poissons et les actions à entreprendre (aération, autopsie...) ;
- ⇒ La *nutrition complémentaire* uniquement en cas de nécessité ;
- ⇒ L'*entretien des étangs* avec le nettoyage et la lutte contre les prédateurs.

⇒ Le poisson peut être gardé vivant.

⇒ Pour le vendre, il faut bien le préparer. S'il n'est pas vendu frais, il peut être fumé, salé ou séché.

On a donc un schéma directeur d'un système permettant de produire des poissons consommables dans le temps le plus court possible et à moindre coût pour pallier à un manque de protéines animales.

Bibliographie

Ne sont citées ici que quelques références. Cette liste n'est pas, bien entendu, exhaustive. Le lecteur pourra trouver également sur le site de la FAO (www.fao.org) divers documents concernant les pêches et l'aquaculture.

Arrignon J., 1993. Aménagement piscicole des eaux douces, 4ème édition. Technique & documentation - Lavoisier - Paris. 631 p.

Bard J., de Kimpe P., Lemasson J. & Lessent P., 1974. Manuel de pisciculture tropicale, CTFT, PARIS.

Billard R. (ed), 1980. La pisciculture en étang, Paris, France : INRA, 434 p.

CIRAD - GRET, 2006. Mémento de l'agronome. 1691 p.

Coche A.G. & Van der Wal H., 1983. Méthode simple pour l'aquaculture Pisciculture continentale : l'EAU. FAO collection formation, 1 volumes 112 p.

Délinché G., 1992. The ecology of the fish pond ecosystem with special reference to Africa. Kluwer Academic (Publ.), Dordrecht, Netherlands : 230 p.

Egna H.S. & Boyd C.E., 1997. Dynamics of pond aquaculture, Boca Raton, USA : CRC Press, 437 p.

FAO, 1997. Review of the state of world aquaculture. FAO Fisheries Circular. N°886, Rev. 1. Rome, Italy. FAO Inland water resources and aquaculture service, Fishery Resources Division.

FAO, 2000. Simple methods for aquaculture. FAO Training Series.

FAO, 2006. Aquaculture production 1986-1992. FAO/FIDI/C815 (Rev. 6), 216 p.

FAO, 2007. Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. (SOFIA).

Froese, R. and D. Pauly. (Eds). 2008. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2008)

Jauncey K. & Ross B., 1982. A guide to tilapia feeds and feeding. Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland, 111 p.

Lazard J., 1990. L'élevage du tilapia en Afrique. Données techniques sur sa pisciculture en étang. p. 5-22. In : Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique, CTFT-CIRAD, 82 p.

Lazard J. & Legendre M., 1994. La pisciculture africaine : enjeux et problèmes de recherche. *Cahiers Agricultures*, 3 : 83-92.

Lazard J., Morissens P. & Parrel P., 1990. La pisciculture artisanale du tilapia en Afrique : analyse de différents systèmes d'élevage et de leur niveau de développement. p. 67-82. In : Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique, CTFT-CIRAD, 82 p.

Lazard J., Morissens P., Parrel P., Aglinglo C., Ali I. & Roche P., 1990. Méthodes artisanales d'aquaculture du tilapia en Afrique, Nogent sur Marne, France : CTFT-CIRAD, 82 p.



- Legendre M. & Jalabert B., 1988. Physiologie de la reproduction. In : C. Lévêque, M.N. Bruton & G.W. Ssentongo (eds). *Biologie et écologie des poissons africains d'eau douce*. ORSTOM, Travaux et Documents, 216 : 153-187.
- Oswald M., 1996. Les aménagements piscicoles du Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire. p 383-400 In LavigneDelville P. et Boucher L., 1996. *Les bas-fonds en Afrique Tropicale Humide*, GRET-CTA Coop. Française. 413 p.
- Oswald M., Glasser F. & Sanchez F., 1997. Reconsidering rural fishfarming development in Africa. p 499-511 vol II In *Tilapia Aquaculture, Proceedings from the Fourth International Symposium on Tilapia in Aquaculture Orlando (Floride- USA, ed Fitzsimmons K. Nraes, New York, USA*.
- Otémé J. Z., Hem S. & Legendre M., 1996. Nouvelles espèces de poissons chats pour le développement de la pisciculture africaine. In : M. Legendre & J. P. Proteau (eds). *The biology and culture of catfishes. Aquat. Living Resour.*, 9, Hors série, 207-217.
- Paugy P. & Lévêque D., 2006. *Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie, utilisation par l'homme*. 2nd édition. IRD. 521 p.
- Paugy D., Lévêque C. & Teugels G. G. (eds.), 2003. *Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest : tome 1 & 2 = The fresh and brackish water fishes of West Africa : volume 1 & 2*. Paris (FRA), Tervuren : IRD, MNHN, MRAC. 1/2, 457 p. + 815 p. (Faune et Flore Tropicales ; 40).
- Pouomogne V., 1998. *Pisciculture en milieu tropical africain : comment produire du poisson à coût modéré (des exemples du Cameroun)*. Presse universitaire d'Afrique, Yaoundé . 235 p.
- Pullin R.S.V. & Lowe-McConnell R. H., 1982. *The Biology and Culture of tilapia*. Proceedings of the International Conference Held 2-5 September 1980 at the Study and Conference Center of the Rockefeller Foundation, Bellagio, Italy, Sponsored by the International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila .
- Pullin R.S.V., Lazard J., Legendre M., Amonkothias J.B. & Pauly D., 1996. *Le troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture, Manila, Philippines : ICLARM/CIRAD-EMVT/ORSTOM/CRO*. Proceedings of the international symposium on tilapia in aquaculture, 630 pp.
- Scumberger O., 1997. *Mémento de pisciculture d'étangs*. 3ème édition, CEMAGREF, France, 238 p.
- Wilson R. P. & Moreau Y., 1996. Nutrien requirements of catfishes (Siluroidei). In : M. Legendre & J. P. Proteau (eds). *The biology and culture of catfishes. Aquat. Living Resour.*, 9, Hors série, 103-111.
- Wolfarth G. W. & Hulata G. I., 1981. Applied genetics of tilapias. *ICLARM Studies and Reviews*, 6, 26 p.

Sites internet utiles :

www.fao.org

www.fishbase.org

www.ird.fr/poissons-afrique/faunafri/

Glossaire

A

Abiotique : Facteur physique qui influence le développement et/ou la survie d'un organisme.

Abondance : Paramètre d'ordre quantitatif servant à décrire une population. Le dénombrement exhaustif d'une population animale ou végétale, est généralement impossible, d'où le recours à des indicateurs. Par extension, l'abondance désigne un nombre d'individus, rapporté à une unité de temps ou de surface, dans une catégorie donnée : population, recrutement, stock, rapportée à une unité de temps ou de surface.

Acide aminé : Catégorie de composés organiques contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène ; associés en grands nombres, ils constituent des protéines ; certains d'entre eux jouent un rôle essentiel pour la production de poisson.

Acide gras : Lipide formé d'une chaîne hydrocarbonée plus ou moins longue comportant un groupe carboxyl (-COOH) à une extrémité et un groupe méthyl (-CH₃) à l'autre extrémité.

Aérobic : Condition ou processus où de l'oxygène gazeux est présent ou nécessaire. Organismes aérobies obtiennent leur énergie de croissance d'une respiration aérobie.

Alevin : Tout jeune poisson, à partir du moment où il recherche de la nourriture exogène (après l'absorption des réserves vitellines).

Aliment complémentaire : Aliment distribué en plus de la nourriture présente naturellement.

Aliment composé : Aliment composé de plusieurs ingrédients d'origine végétale ou animale dans leur état naturel, frais ou conservés, ou de produits dérivés de leur transformation industrielle, ou encore de substances organiques ou inorganiques, contenant ou non des additifs, destiné à

une alimentation orale sous la forme d'un aliment complet.

Anaérobie : Se dit des conditions ou des processus où l'oxygène gazeux n'est pas présent ou n'est pas nécessaire.

Anoxique : Caractérisé par l'absence d'oxygène. Dans un milieu anoxique, le maintien de la respiration aérobie est impossible, par conséquent, la vie se limite à la présence d'organismes dont le métabolisme est assuré par d'autres mécanismes (fermentation, respiration anaérobie comme la sulfato-réduction, la photosynthèse bactérienne ...).

Aquaculture : Ensemble de toutes les activités de culture de plantes et d'élevage d'animaux d'eau continentale (douce) ou marine. Le vocable aquiculture autrefois utilisé est à considérer comme un synonyme désuet. Suivant l'espèce concernée on utilise les vocables suivants :

Algoculture pour la culture des algues.

Anguilliculture pour l'élevage des anguilles.

Astaciculture pour l'élevage des écrevisses.

Crevetticulture pour l'élevage des crevettes.

Conchyliculture pour l'élevage des coquillages.

Pisciculture pour l'élevage des poissons.

Salmoniculture pour l'élevage des salmonides (saumons et truites).

Aufwuchs : Terme allemand désignant la couche d'algues poussant sur des rochers.

Azote : Élément gazeux, sans odeur qui constitue 78 pour cent de l'atmosphère terrestre ; présent dans tous les tissus vivants. En forme gazeuse, il est presque inerte.

Azote ammoniacal : Terme spécifique se référant au poids total de l'azote sous forme ionisée NH₄⁺.



B

Bactérie : Très petit organisme unicellulaire se développant souvent en colonie importante et incapable de produire des composés du carbone par photosynthèse ; responsable principalement du pourrissement/ décomposition des matières végétales et animales mortes.

Benthos : Ensemble des organismes végétaux et animaux vivant dans ou sur la couche superficielle du fond d'un étang. Terme associé : **benthique**. Contraire : **pélagos**.

Bicarbonates : Sels acides d'acide carbonique (voir carbonate) ; en solution dans l'eau, ils contiennent l'ion HCO_3^- tel que le bicarbonate de calcium $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ par exemple.

Bioaccumulation : Catch of substances - e.g. heavy metals or chlorinated hydrocarbons - resulting in high concentrations of these substances in aquatic organisms.

Biocénose : Groupe de plantes et animaux formant une communauté naturelle, qui est déterminée par l'environnement ou l'écosystème local.

Biodiversité : Variation parmi les organismes vivants de toutes sources y compris, entre autres, milieu terrestre, milieu marin et autres écosystèmes aquatiques, ainsi que les complexes écologiques dont ils font partie ; ceci inclut la diversité chez les espèces, celle entre les espèces et celle des écosystèmes.

Bioéthique : Partie de la morale qui concerne la recherche sur le vivant et ses utilisations.

Biomasse : (a) Poids vif total d'un groupe (ou stock) d'organismes vivants (e.g. poissons, plancton) ou d'une partie définie de ce groupe (e.g. géniteurs) présent dans une surface d'eau, à un moment donné. [Syn : **stock présent**]. (b) Estimation quantitative de la masse des organismes constituant tout ou partie d'une population, ou d'une autre unité donnée, ou renfermée dans une surface donnée pendant une période donnée. Exprimée en termes de volume, de masse (poids vif, poids mort, poids sec ou poids hors cendres), ou d'énergie (joules, calories). [Syn. : **charge**].

Biotique : En relation avec la vie et la matière vivante.

Biotope : Zone ou habitat d'un type particulier,

défini par les organismes (plantes, animaux, microorganismes) qui typiquement y vivent, e.g. prairie, bois, etc. ; ou, à une plus petite échelle, un microhabitat.

C

Calcaire ou Pierre à chaux : Roche naturelle constituée principalement de carbonate de calcium CaCO_3 .

Carbonate : Sel d'acide carbonique, un composé formé de gaz carbonique (CO_2) en contact avec l'eau ; par exemple carbonate de calcium, CaCO_3 .

Cellulose : Composé organique qui constitue la partie essentielle de la structure solide des plantes ; elle est également présente dans le corps animal.

Chaîne alimentaire : Concept simpliste référant à la série séquentielle d'organismes, appartenant à des niveaux trophiques successifs d'une communauté, à travers lesquels de l'énergie est transférée par voie alimentaire. L'énergie entre dans la chaîne alimentaire grâce à la fixation par les producteurs primaires (plantes vertes pour la majeure partie). Elle passe ensuite aux herbivores (consommateurs primaires) puis aux carnivores (consommateurs secondaires et tertiaires). Les éléments nutritifs sont alors recyclés vers la production primaire par les détritivores.

Charge : Niveau auquel l'eau est maintenue ou peut être élevée, lui permettant par exemple de s'écouler vers des niveaux plus bas ou de parcourir des tuyaux.

Chaux éteinte : Pâte de chaux obtenue par addition d'eau à de la chaux vive.

Colloïde : Particule de très petite dimension (de 0,5 à 1 micron), soit minérale (par exemple argile colloïdale), soit organique (par exemple humus).

Conductivité : Mesure de la concentration en ions ou en sels de l'eau en relation directe avec la facilité avec laquelle elle conduit l'électricité. En général de l'eau avec une haute conductivité possède un bon pouvoir tampon. Elle varie avec la température et est exprimée en Siemens (S) par mètre à 25°C.

Conflit d'usage : Conflit naissant entre différents utilisateurs d'un même milieu susceptibles d'avoir des intérêts contraires ou concurrents.

Cote ou Élévation : Distance verticale ou hauteur au-dessus d'un plan «horizontal» de référence donné ; voir également élévation/niveau et niveau/plan de référence.

Courbe de niveau : (a) Ligne imaginaire reliant tous les points du sol de cote identique. (b) Ligne qui joint tous les points de même cote sur un plan ou une carte ; elle représente le parcours d'une courbe de niveau tel qu'il existe sur le terrain.

Cycle vital : La séquence des stades du développement d'un individu, depuis le stade zygote jusqu'à la mort.

Cyste : (a) Phase très résistante, non-mobile, déshydratée, inactive existant chez des organismes libres ou parasites, en réponse à des conditions de milieu défavorables. (b) Membrane non-vivante entourant une cellule ou un groupe de cellules.

D

Déblai : (a) Lieu où le niveau du sol doit être abaissé à une cote donnée en enlevant de la terre. (b) Terre elle-même ainsi enlevée.

Démersal : Animal vivant près du fond sans pour autant y vivre de façon permanente.

Détritus : Tout type de matière organique désintégrée, accumulée dans l'eau, sur le fonds ou sur le sol.

Digestibilité : Vitesse et degré relatifs auxquels une nourriture est digérée et absorbée.

Drêches : coproduits issus de la fabrication du bio éthanol. Par un procédé de fermentation industrielle, le sucre contenu dans les céréales ou dans les betteraves est transformé en éthanol puis en bioéthanol par concentration puis déshydratation. Les autres produits issus de la fermentation sont concentrés pour obtenir des drêches, riches en protéines.

E

Écologie : Branche des sciences concernée par les relations existant entre des organismes et leur environnement.

Écosystème : Ensemble (ou système) naturel possédant des structures et des relations distinctes qui relient les communautés biotiques (de plantes et d'animaux) l'une à l'autre ainsi qu'à leur environnement abiotique. L'étude d'un écosystème donne la

base méthodologique permettant de réaliser une synthèse complexe des relations existant entre des organismes et leur environnement.

Endémique : Spécifique ou indigène dans une région. Qualifie des agents pathogènes et des maladies qui, de tous temps, sont présents ou généralement prévalents dans une population ou une région géographique.

Élévation ou niveau : Termes généraux désignant la distance verticale ou hauteur au-dessus d'un plan de référence commun, tel que le niveau moyen des mers (voir altitude) ou un plan horizontal arbitrairement choisi (voir cote) ; calculée d'après des données topographiques.

Énergie : En aquaculture : concerne habituellement les besoins alimentaires des organismes aquatiques, exprimés par une quantité de joules/calories par jour nécessaires pour assurer les processus de vie essentiels, c'est-à-dire la croissance et la reproduction.

Équidistance des courbes de niveaux : Différence d'élévation entre deux courbes de niveau voisines.

Éthologie : Science du comportement animal.

Eutrophe : Riche en matières nutritives, photosynthétiquement productif et souvent déficient en oxygène par temps chaud.

Eutrophisation : L'enrichissement d'un plan d'eau d'eau en éléments nutritifs, de manière naturelle ou artificielle, caractérisé par des poussées planctoniques étendues et une diminution subséquente de la teneur en oxygène dissous.

Extrusion : Procédé de transformation des aliments : la matière est soumise pendant un temps très court (20 à 60 s) à de hautes températures (100 à 200°C), à de fortes pressions (50 à 150 bars), et à un cisaillement très intense.

F

Fécondité : En général, capacité de reproduction potentielle d'un organisme ou d'une population, exprimée par le nombre d'œufs (ou de descendants) produit au cours de chaque cycle de reproduction.

Fécondité relative : Nombre d'œufs par unité de poids vif.



Fécondité absolue : Nombre total d'œufs présent chez une femelle.

Fermentation : La dégradation anaérobie de substances organiques sous contrôle enzymatique.

Fingerling : Terme sans définition rigoureuse ; se dit de jeunes poissons à partir de l'alevin avancé jusqu'à l'âge d'un an à partir de l'éclosion (indépendamment de la taille).

Frai : Terme commun pour désigner des d'ovules, fertilisés ou devant être fertilisés ; aussi utilisée pour œufs fécondés, ainsi que de très jeunes poissons d'une même classe de recrutement, généralement nombreux.

G

Gabarit : Modèle en bois servant à donner la forme voulue, par exemple à un canal ou à une digue.

Gamète : Cellule reproductrice d'un organisme vivant mâle ou femelle.

Gène : Élément de base du patrimoine génétique contenu dans les chromosomes.

Génétique : Science ayant pour objet l'étude des questions relatives à la transmission des caractères des parents aux descendants chez les êtres vivants.

Généiteur : (a) Animal adulte servant à assurer la reproduction. (b) (Stock de) Stock de poissons destinés à la reproduction, faisant de préférence l'objet d'une gestion spéciale en étangs distincts.

Génotype : Structure génétique d'un organisme au locus ou aux loci contrôlant un phénotype donné. Un organisme est homozygote ou hétérozygote en chacun des loci.

H

Halieutique : Science de l'exploitation des ressources vivantes aquatiques.

Herbivore : Animal qui se nourrit principalement de végétaux.

Hormone : Substance chimique produite dans une partie d'un organisme et généralement acheminée par voie sanguine dans une autre partie de cet organisme, où elle a un effet spécifique.

Humus : Matière organique décomposée présente dans des engrais organiques, des composts ou des sols, dans laquelle la plu-

part des éléments nutritifs sont disponibles à des fins de fertilisation.

Hybridation : Fécondation de l'élément femelle d'une espèce par l'élément mâle d'une espèce différente.

Hydrate de Carbone : Composé organique constitué de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, tels que les sucres, l'amidon et la cellulose ; aliment énergétique généralement le moins coûteux, en particulier pour les poissons omnivores et herbivores.

Hydraulique : Relatif à l'eau, à l'action ou à l'utilisation de l'énergie liée à son déplacement.

I

Ichtyologie : L'étude des poissons.

Ichtyophage : Animal se nourrissant essentiellement de poisson. [Syn. : **piscivores**].

Indigène : Natif d'un pays ou d'un lieu.

J

Juvenile : Stade du jeune organisme avant l'état adulte.

K

L

Laitance : Masse de produits génitaux. Se dit pour le sperme des poissons.

Larve : État propre à différents embranchements du règne animal, qui se situe entre la sortie de l'œuf et le passage à la forme juvénile/adulte par métamorphose.

Lessivage : Migration en profondeur des substances solubles ou des colloïdes dans les interstices du sol.

Ligne de base (digue) : Voir **Pied d'une digue**.

Ligne de saturation : Limite supérieure de la zone humide à l'intérieur d'une digue en terre partiellement immergée.

Ligne de visée : Ligne imaginaire partant de l'œil de l'observateur et dirigée vers un point fixe ; il s'agit toujours d'une ligne droite ; appelée également «axe de visée».

Limnologie : L'étude des lacs, étangs et autres plans d'eau douce stagnante et de leurs associations biotiques.

Lipide : Une des grandes catégories de composés organiques (graisses et substances

analogues) largement présents dans les organismes vivants ; les lipides alimentaires ont deux fonctions principales : source d'énergie et source de certains composants alimentaires (acides gras) indispensables à la croissance et à la survie.

M

Macrophage : Organisme vivant qui se nourrit de proies ayant une taille plus grande que celle de sa bouche. Contraire : microphage.

Macrophyte : Plante vasculaire relativement grande par comparaison au phytoplankton microscopique et aux algues filamenteuses. La structure de base d'un macrophyte aquatique est visible à l'œil nu.

Maturation : Processus d'évolution des gonades vers la maturité.

Mésocosme : Écosystème isolé dans une enceinte plus ou moins grande d'un volume d'eau d'un à 10 000 m³. Principalement utilisé pour la production de proies vivantes en jarres, bassins, poches plastiques, étangs et enclos.

Métabolisme : Processus physiques et chimiques par lesquels les aliments sont transformés en de la matière complexe, les substances complexes sont décomposées en substances simples et de l'énergie est mise à la disposition d'un organisme.

Métamorphose : Ensemble des changements caractérisant le passage de l'état larvaire à l'état juvénile ou adulte pour certains embranchements animaux. Ces changements concernent à la fois la forme et la physiologie et s'accompagnent souvent d'un changement de type d'habitat.

Monoculture : Élevage ou culture d'une seule espèce d'organismes à la fois.

N

Necton : Ensemble animal dont les éléments nagent activement dans un étang ; capables d'une mobilité soutenue et dirigée, comme par exemple les insectes et les poissons.

Niche : Rôle écologique d'une espèce dans une communauté ; conceptualisée comme l'espace multidimensionnel dont les coordonnées sont les divers paramètres représentant la condition d'existence de l'espèce et auquel celle-ci est limitée par la présence

d'espèces compétitrices. Employé parfois improprement comme l'équivalent de microhabitat, faisant référence à l'espace physique occupé par une espèce.

Niche alimentaire : Rôle d'un poisson dans un système d'élevage en ce qui concerne la consommation de nourriture.

Niche écologique : Concept de l'espace occupé par une espèce qui comprend non seulement l'espace physique mais également le rôle fonctionnel joué par l'espèce. Une espèce donnée peut occuper différentes niches à des stades différents de son développement.

Nitrate : Produit terminal de la stabilisation aérobie de l'azote organique ; sa présence dans l'eau est indicative d'un enrichissement organique d'origine agricole ou industrielle. Souvent utilisé comme engrais en culture d'étang.

Nitrite : Première étape dans l'oxydation de l'ammonium excrété par les organismes aquatiques comme produit final de la dégradation métabolique. Le nitrite inhibe la fixation de l'oxygène par l'hémoglobine et devient ainsi toxique pour les poissons. Les crustacés sont moins affectés parce que l'hémocyanine n'est que partiellement inhibée. Pour une concentration donnée, le nitrite est toutefois plus toxique dans les eaux douces que dans les eaux marines ou saumâtres.

Niveau : Voir «Élévation».

Niveau ou Plan de référence : Niveau ou plan utilisé à plusieurs reprises au cours d'un levé topographique particulier et par rapport auquel les droites ou les points relevés sont définis.

Nivellement : Opération consistant à mesurer des différences d'élevation en divers points du terrain au moyen d'un levé topographique.

Nurserie : Lieu protégé destiné à l'élevage des jeunes, après la métamorphose réalisée en écloserie et avant passage dans le milieu extérieur.

Nyctéméral : Succession du jour et de la nuit en 24 heures qui rythme la variation périodique de la physiologie des végétaux et des animaux.



Nutrition : Ensemble des processus par lesquels un animal (ou une plante) absorbe et utilise la nourriture ou les éléments nutritifs ; l'acte ou le processus par lequel l'organisme est nourri.

O

Oligo-élément : Métal ou métalloïde, présent en faible quantité (= à l'état de trace) dans les tissus vivants et nécessaire au métabolisme de ces tissus.

Oligotrophe : Qualifie un milieu, une masse d'eau, où la concentration en éléments nutritifs (= nutriments) est faible.

Omnivore : Animal qui se nourrit à la fois de matières végétales et de matières animales.

Ontogénie : Histoire des premiers stades de la vie d'un organisme, c.à d. des stades qui séparent l'embryon de l'adulte. Terme associé : **ontogénétique**.

Oxydation : Réaction chimique par laquelle, par exemple, il y a un apport d'oxygène.

P

Paillage : Placement d'une couche de matière végétale, afin de protéger de jeunes plantations (voir **Paillis**).

Paillis : Couverture non dense faite de résidus organiques (par exemple herbe coupée, paille, feuilles) que l'on répand à la surface du sol, principalement pour conserver l'humidité et empêcher les mauvaises herbes de pousser.

Parthénogénèse : Reproduction au départ d'un gamète femelle, sans qu'il y ait fécondation par un gamète mâle (e.g. chez les rotifères).

Partiteur : Ouvrage de dérivation placé sur un canal d'alimentation pour détourner son débit en deux (type en T) ou en trois (type en X) parties, ou pour augmenter le niveau d'eau dans une section du canal, ou pour contrôler l'alimentation en eau à hauteur de la prise d'eau d'un étang.

Pélagos : Le pélagos est l'ensemble des organismes aquatiques qui occupent une «colonne d'eau». Il comprend donc le necton et le plancton. Terme associé : **pélagique**. Contraire : **Benthos**.

Pérenne : Se dit de la végétation terrestre qui pousse et survit plus d'une année et qui a habituellement des feuilles toute l'année.

Périphyton : Microalgues et microorganismes associés vivant attachés à toute surface immergée.

Perte de charge : La perte de charge est due par exemple à la friction ou au changement de vitesse apparaissant lorsque l'eau se déplace à travers un tuyau ou tout autre ouvrage hydraulique.

pH : Coefficient utilisé pour caractériser l'activité des ions d'hydrogène dans une solution ou dans un sol. Le pH de l'eau pure est égal à 7 et caractérise une solution neutre. Une solution ayant un pH inférieur à 7 est dite acide, tandis qu'une solution à pH supérieur à 7 est dite alcaline.

Phénotype : Apparence physique ou externe d'un organisme en contraste avec sa constitution génétique. Caractères d'un individu qui peuvent être mesurés et observés.

Photopériode : Période éclairée, naturellement ou artificiellement, et considérée du point de vue des phénomènes biologiques associés à la lumière.

Photosynthèse : (a) Processus par lequel les plantes vertes contenant de la chlorophylle transforment l'énergie solaire en énergie chimique, en produisant des matières organiques à partir de minéraux. (b) Principalement la production de composés de carbone à partir de gaz carbonique CO₂ et d'eau, avec libération d'oxygène.

Phylogénie : Caractérise l'histoire évolutive des groupes d'organismes vivants, par opposition à ontogénétique qui caractérise l'histoire du développement de l'individu. Terme associé : **phylogénétique**.

Phytobenthos : Flore benthique.

Phytoplancton : Algues unicellulaires vivant en suspension dans la masse d'eau. Composante végétale du plancton.

Piscivore : Animal qui se nourrit de poisson. [Syn. : **ichtyophage**].

Plan : Surface plane imaginaire ; toute ligne droite reliant deux points quelconques d'un plan est située entièrement dans ce plan.

Plan de référence : Voir «**Niveau de référence**»

Plancton : Ensemble des organismes de très petite taille, soit végétaux (phytoplancton), soit animaux (zooplancton), qui vivent en suspension dans l'eau.

Planctonophage : Animal se nourrissant de phyto- et/ou de zooplancton.

Plasticité : (a) Capacité qu'a un sol de se déformer sans casser et de rester déformé même quand la force déformante n'agit plus. (b) Possibilité qu'a un caractère chez un organisme, de s'adapter à un environnement donné.

Point de référence : Point fixe habituellement identifié sur le terrain par un repère placé à l'extrémité d'une ligne de visée.

Point de repère : Point fixe bien défini, d'élévation connue ou supposée, utilisé par exemple comme point de départ d'un levé topographique ou comme point de référence sur un chantier ; un point de repère temporaire (PRT) n'est utilisé que pendant une courte période et il n'est pas repéré de façon permanente comme un point de référence.

Point perdu : Point de référence topographique temporaire dont on effectue le levé entre deux points définis ; il n'est plus utilisé lorsque les relevés nécessaires ont été faits.

Polyculture : L'élevage d'au moins deux espèces non compétitives dans la même unité d'élevage.

Porosité : Espace laissé libre entre les particules ou les grumeaux dans le sol.

Post-larve : Stade qui suit immédiatement celui de la larve et présente certains caractères du juvénile.

Probiotique : Ensemble de bactéries, levures ou algues ajoutées à certains produits alimentaires et qui aident à la digestion des fibres, stimulent le système immunitaire et préviennent ou traitent la gastro-entérite.

Protéine : Composé organique dont la molécule est de taille importante et dont la structure est complexe, constitué d'une ou plusieurs chaînes d'acides aminés ; indispensable à l'organisation et au fonctionnement de tous les organismes vivants ; les protéines alimentaires sont essentielles pour tous les animaux, jouant un rôle de reconstruisant tissulaire ou de source énergétique.

Protozoaires : Très petits organismes animaux unicellulaires, vivant parfois en colonies.

Q

R

Raceway : Bac en forme de circuit utilisé pour l'élevage en éclosérie.

Rapport gonado-somatique (RGS) : Rapport du poids des gonades au poids vif total (ou du poids vif total au poids des gonades), exprimé habituellement comme un pourcentage.

Ration : Quantité totale d'aliments fournie à un animal au cours d'une période de 24 heures.

Recrutement : Processus d'intégration d'une nouvelle génération à la population globale. Par extension, la nouvelle classe de jeunes elle-même.

Remblai : (a) Zone dont il est nécessaire d'élever le niveau du terrain à une hauteur requise en apportant de la terre. (b) Terre elle-même ainsi rapportée.

Repeuplement : Action de relâcher en grand nombre dans le milieu naturel des organismes produits en éclosérie, dans un but de reconstitution des stocks appauvris.

Résilience : Réfère à l'aptitude d'un système écologique ou d'un système de subsistance à se rétablir après des tensions et des chocs.

Respiration : Processus par lequel un organisme vivant, plante ou animal, combine oxygène et matière organique, libérant de l'énergie, du gaz carbonique (CO₂) et d'autres produits.

Rhizome : Tige épaisse et horizontale, généralement souterraine, qui émet des pousses vers le haut et des racines vers le bas.

S

Sédentaire : Qui se déplace peu et reste dans son habitat.

Sélection (génétique) : Action de choisir les individus présentant des propriétés intéressantes pour l'utiliser comme reproducteur.

T

Taille marchande ou commerciale : Taille minimale que l'organisme doit atteindre pour avoir le droit d'être vendu.

Taille portion : Taille d'un organisme consommable par une seule personne, se dit généralement des poissons et des gros crustacés.



Taxinomie : Classification des organismes fossiles et vivants en fonction de leurs relations évolutives.

Tenure : Accords socialement définis, souvent décrit en termes «d'ensembles de droits» détenus par des individus ou groupes (reconnus soit légalement, soit coutumièrement), concernant les droits d'accès et les règles d'usage de terres ou de ressources qui y sont associées, telles que des arbres individuels, des espèces végétales, de l'eau ou des animaux.

Thermocline : Zone d'un plan d'eau thermiquement stratifié (e.g. mer, lac, retenue d'eau) située sous la couche de surface, où le gradient de température augmente abruptement (i.e. où la température diminue rapidement avec l'augmentation de la profondeur). Une thermocline constitue généralement une barrière écologique et ses oscillations influencent considérablement la distribution et la productivité des stocks.

Traçabilité : Capacité à retracer tout le parcours d'un produit ou d'un organisme depuis sa mise en élevage jusqu'à sa vente aux particuliers.

Trophique : Qui se rapporte à la nutrition des organes et des tissus.

Turbidité : Perturbation ou réduction de la pénétration de la lumière dans l'eau résultant de la présence de matière en suspension, colloïdale ou dissoute, ou de la présence d'organismes planctoniques.

U

V

Vessie natatoire : Organe rempli d'un mélange gazeux riche en oxygène et permettant la stabilisation des poissons osseux dans l'eau. Cet organe est relié à l'œsophage. Les poissons cartilagineux (groupe des sélagiens comme les raies et les requins) n'en possèdent pas.

Vitamine : Substance nécessaire en très petite quantité pour le bon développement du corps et de ses fonctions vitales.

Vitellin : Cellules, substances ou structures nutritives servant d'alimentation endogène d'œufs ou de larves.

Vitellus : Total des réserves nutritives incorporées dans le cytoplasme d'un œuf.

W

X

Y

Z

Zoobenthos : Faune benthique.

Zooplankton : Animaux microscopiques vivant en suspension dans la masse d'eau. Composante animale du plancton.

Zoosanitaire : Qui a trait à la santé des animaux

Zootchnie : Savoir faire technologique pour assurer la réussite d'un élevage.

Annexes



Contenu

- Exemples de fiches
- Tableaux de données
- Biologie des espèces
- Données biogéographiques
- Fiches espèces



TABLE DES MATIÈRES - ANNEXES

Annexe 01 - EXEMPLES DE FICHES	189
I. FICHES POUR LE SUIVI DES ÉTANGS	189
II. FICHE DE SUIVI POUR LES POISSONS	191
Annexe 02 - TABLEAUX DE DONNÉES	193
Annexe 03 - LA BIOLOGIE DES ESPÈCES	207
I. LA MORPHOLOGIE ET LA SYSTÉMATIQUE	207
II. LA BIOLOGIE DES CICHLIDAE	216
II.1. La systématique	216
II.2. L'alimentation	217
II.3. La reproduction et les soins aux jeunes	218
III. LA BIOLOGIE DES SILURIFORMES OU POISSONS-CHATS	226
III.1. Les Clariidae	226
III.2. Les Claroteidae et Auchenoglanididae	231
III.3. Les Schilbeidae	233
III.4. Les Mochokidae	233
IV. LES AUTRES FAMILLES	234
IV.1. Les Cyprinidae	234
IV.2. Les Citharinidae	234
IV.3. Les Distichodontidae	236
IV.4. Les Channidae	236
IV.5. Les Latidae	237
IV.6. Les Arapaimidae	237
Annexe 04 - DONNÉES BIOGÉOGRAPHIQUES	239
Annexe 05 - FICHES ESPÈCES	255

Photos d'en-tête :

⇒ Cichlidae, *Hemichromis fasciatus* en milieu naturel, Libéria, ASUR, 2006 - © Yves Fermon, Claire Gsegner



Bilan annuel par étang

Étang n°	Mois	Argent dépensé	Poissons morts	Poissons donnés			Poissons vendus	
				Travailleurs	Famille	Total	Quantité	Revenu
	Janvier							
	Février							
	Mars							
	Avril							
	Mai							
	Juin							
	Juillet							
	Août							
	Septembre							
	Octobre							
	Novembre							
	Décembre							
	Total							

- ✓ Date : Date de l'observation ;
- ✓ Activités et remarques : Les activités effectuées sur les étangs (Nourrissage, nettoyage des berges...) et les remarques (couleur de l'eau, débit de l'eau...) ;
- ✓ Argent dépensé : Somme d'argent dépensé pour une des activités (main d'oeuvre...)
- ✓ Poissons morts : Nombre, poids, espèces des poissons morts trouvés et enlevés ;
- ✓ Poissons donnés : Poissons donnés aux travailleurs intervenant sur les étangs ou pour la consommation familiale ;
- ✓ Poissons vendus : Poissons vendus au marché ou à l'extérieur pour obtenir de l'argent.

En fin d'année ou bien en fin de cycle, il est alors possible de faire un bilan général des activités, des revenus et de la consommation général pour, le cas échéant, améliorer le système d'exploitation pour les autres cycles.

II. FICHES DE SUIVI POUR LES POISSONS

Sont présentés ici deux types de fiches pour assurer le suivi des poissons :

1. Les deux premières correspondent aux aspects quantitatifs de la production. Elles permettront de connaître par étang et pour l'ensemble des étangs, la production en poissons.
2. La troisième est le suivi par espèce et par poisson ou lot de poissons pour estimer la croissance et l'évolution des rapports poids / taille des poissons.

L'ensemble de ces informations permettront d'apporter des éléments pour améliorer la production pour les cycles suivant (densité par espèce, apport supplémentaire d'aliments, temps de cycle...).

Fiche d'empoissonnement

Date	Étang n°	Surface ou volume (V)			
Espèce					
Date d'introduction	Di				
Date fin	Df				
Durée (jours)	Df - Di				
Nombre initial	Ni				
Biomasse initiale (g)	Bi				
Poids moyen initial (g)	Pmi				
Densité initiale	Ni / V				
Taille moyenne initiale (cm)	Tmi				
Poissons morts					
Nombre final	Nf				
Biomasse finale (g)	Bf				
Poids moyen final (g)	Pmf				
Taille moyenne finale (cm)	Tmf				
Ration totale distribuée (g)	RT				
Production totale (g)	Bf - Bi				
Taux de conversion	RT / (Bf - Bi)				
Croissance journalière (g)	(Pmf - Pmi) / jours				
Croissance journalière (cm)	(Tmf - Tmi) / jours				
Survie (%)	(Nf - Ni) x 100				



Fiche d'évaluation de la croissance et la production

Date

Étang					
Surface ou volume					
Contrôle n°					
Date début	Di				
Date fin	Df				
Durée (jours)	Df - Di				
Nombre initial	Ni				
Biomasse initiale (g)	Bi				
Poids moyen initial (g)	Pmi				
Poissons morts					
Nombre final	Nf				
Biomasse finale (g)	Bf				
Poids moyen final (g)	Pmf				
Ration totale distribuée (g)	RT				
Production totale (g)	Bf - Bi				
Taux de conversion	RT / (Bf - Bi)				
Croissance journalière (g)	(Pmf - Pmi) / jours				
Survie (%)	(Nf - Ni) x 100				

Suivi des poissons - Taille / Poids - en individuel ou moyen

Étang n°

Date

Espèce	Nombre	Sexe	Longueur standard (cm)	Poids (g)	Remarques

Annexe 02

TABLEAUX DE DONNÉES

Sont présentés ici une série de tableaux donnant des informations sur :

Tableau XXXVIII. Le tonnage des produits halieutes par pays pour l'Afrique.

Tableau XXXIX. La liste des espèces des eaux douces ayant fait l'objet d'une introduction en Afrique.

Tableau XL. Liste des espèces introduites par pays africain.

Tableau XLI. La liste des espèces utilisées en aquaculture en Afrique.

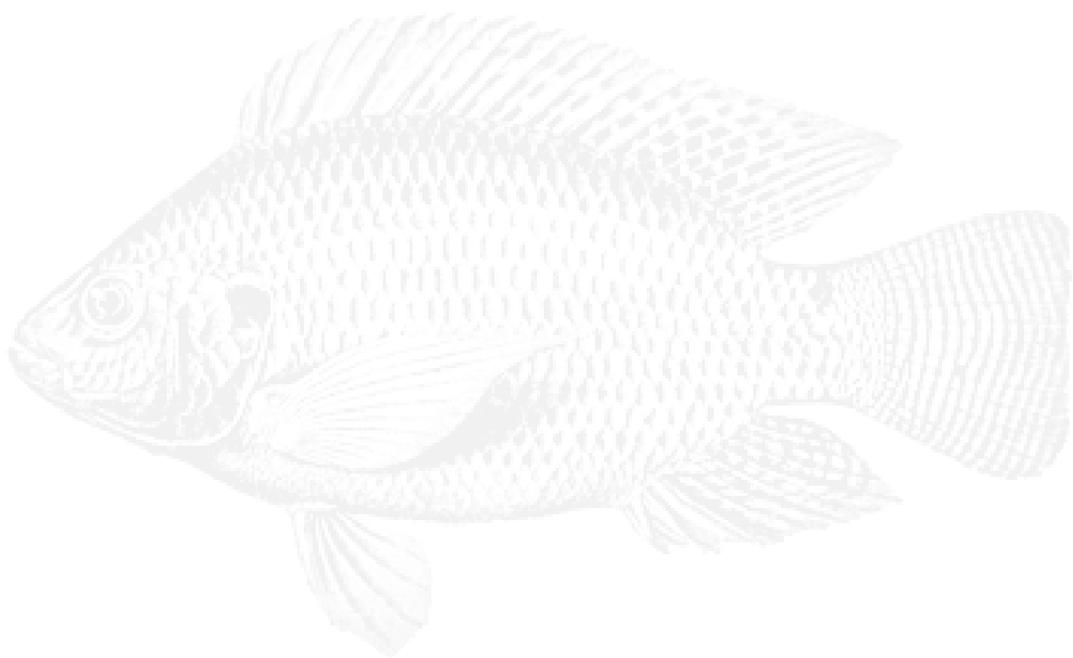




TABLEAU XXXVIII. Tonnage des produits halieutes en 2005 par pays pour l'Afrique (FAO, 2006).

Pays	Poissons, crustacés, Mollusques			Plantes aquatiques		
	Capture	Aquaculture	Total	Capture	Aquaculture	Total
Afrique du Sud	817608	3142	820750	6619	3000	9619
Algérie	126259	368 F	126627 F	-	-	-
Angola	240000 F	-	240000 F	-	-	-
Bénin	38035	372	38407	-	-	-
Botswana	132	-	132	-	-	-
Burkina Faso	9000	6 F	9006 F	-	-	-
Burundi	14000 F	200 F	14200 F	-	-	-
Cameroun	142345	337	142682	-	-	-
Centrafrique	15000 F	0	15000 F	-	-	-
Congo	58368	80	58448	-	-	-
Congo RD / Zaïre	220000 F	2965 F	222965 F	-	-	-
Côte d'Ivoire	55000 F	866 F	55866 F	-	-	-
Djibouti	260 F	-	260 F	-	-	-
Égypte	349553	539748	889301	-	-	-
Érythrée	4027	-	4027	-	-	-
Éthiopie	9450	0	9450	-	-	-
Gabon	43863	78	43941	-	-	-
Gambie	32000 F	0	32000 F	-	-	-
Ghana	392274	1154	393428	-	-	-
Guinée	96571 F	0	96571 F	-	-	-
Guinée Équatoriale	3500 F	-	4027	-	-	-
Guinée-Bissau	6200 F	-	6200 F	-	-	-
Kenya	148124	1047	149171	-	-	-
Lésotho	45	1	46	-	-	-
Libéria	10000 F	0	10000 F	-	-	-
Libye	46073 F	266 F	46339 F	-	-	-
Madagascar	136400	8500 F	144900 F	-	-	-
Malawi	58783	812	59595	-	-	-
Mali	100000 F	1008 F	101008 F	-	90 F	90 F
Maroc	932704	2257	934961	12813	-	12813
Mauritanie	247577	-	247577	-	-	-
Mozambique	42473	1222	43695	-	56	56
Namibie	552695	50 F	552745 F	0	67 F	67 F
Niger	50018	40	50058	-	-	-
Nigéria	523182	56355	579537	-	-	-
Ouganda	416758	10817	427575	-	-	-
Rwanda	7800 F	386 F	8186 F	-	-	-
Sénégal	405070	193 F	405263 F	0	1	1
Sierra Leone	145993	0	145993	-	-	-
Somalie	30000 F	-	30000 F	-	-	-
Soudan	62000	1600 F	63600 F	0	-	0
Swaziland	70 F	0	70 F	-	-	-
Tanzanie	347800 F	11 F	347811 F	240 F	6000 F	6240 F
Tchad	70000 F	-	70000 F	-	-	-
Togo	27732	1535	29267	-	-	-
Tunisie	109117	2665	111782	-	-	-
Zambie	65000 F	5125 F	70125 F	-	-	-
Zimbabwe	13000 F	2452	15452 F	-	-	-
Total	93253346	48149792	141403138	1305803	14789972	16095775

TABLEAU XXXIX. Liste des espèces des eaux douces ayant fait l'objet d'une introduction en Afrique (FAO, 2006 ; Fishbase, 2006).

Milieu (M) : Trouvées également en eaux : m = marines, s = saumâtres

Taille maximale (T) : LS = Longueur standard - LF = Longueur à la fourche - LT = Longueur totale ; m = mâle ; f = femelle ; ns = non sexé

Aquaculture (A) : 1 = élevées pour la consommation

Ordre	Famille	Espèce	Auteur	M	T	A
Osteoglossiformes (Poissons-couteaux, Mormyres)	Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>	(Cuvier, 1829)		100 LS m	1
Anguilliformes (Anguilles)	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	(Linnaeus, 1758)	m-s	200 LT ns	1
Clupeiformes (Clupes, sardines)	Clupeidae	<i>Limnothrissa miodon</i>	(Boulenger, 1906)		17.5 LT ns	
Cypriniformes (Carpes, Barbus, Characins)	Cyprinidae	<i>Aristichthys nobilis</i>	(Richardson, 1845)		146 LS ns	
		<i>Barbus anoplus</i>	Weber, 1897	s	10.1 LF f	
		<i>Barbus barbus</i>	(Linnaeus, 1758)		90 LS ns	
		<i>Carassius auratus auratus</i>	(Linnaeus, 1758)		41 LT ns	1
		<i>Carassius carassius</i>	(Linnaeus, 1758)		64 LT ns	1
		<i>Catla catla</i>	(Hamilton, 1822)		120 LT ns	
		<i>Ctenopharyngodon idella</i>	(Valenciennes, 1844)		150 LT ns	1
		<i>Cyprinus carpio carpio</i>	Linnaeus, 1758		120 LS ns	1
		<i>Gobio gobio gobio</i>	(Linnaeus, 1758)	s	13 LS ns	
		<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	(Valenciennes, 1844)		100 LT ns	1
		<i>Labeo rohita</i>	(Hamilton, 1822)		96 LT ns	
		<i>Labeobarbus aeneus</i>	(Burchell, 1822)		50 LF m	
		<i>Labeobarbus natalensis</i>	(Castelnau, 1861)		68.3 LT m	
		<i>Mylopharyngodon piceus</i>	(Richardson, 1846)		180 LS ns	
		<i>Rutilus rubilio</i>	(Bonaparte, 1837)		25.8 LF f	
		<i>Rutilus rutilus</i>	(Linnaeus, 1758)		45 LS ns	
		<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	(Linnaeus, 1758)	s	35 LS ns	1
<i>Tanichthys albonubes</i>	Lin, 1932		2.2 LS ns			
<i>Tinca tinca</i>	(Linnaeus, 1758)	s	64 LT ns			
Characiformes (Tétra)	Citharinidae	<i>Distichodus niloticus</i>	(Hasselquist, 1762)	s	83 LT m	
	Characidae	<i>Astyanax orthodus</i>	Eigenmann, 1907		10 LT m	
Siluriformes (Poissons-chat)	Bagridae	<i>Bagrus meridionalis</i>	Günther, 1894		97 LT f	
	Schilbeidae	<i>Schilbe mystus</i>	(Linnaeus, 1758)	s	34 LS ns	
	Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>	(Burchell, 1822)		150 LS ns	1
	Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>	(Rafinesque, 1818)		100 LS ns	
	Siluridae	<i>Silurus glanis</i>	Linnaeus, 1758		500 LT ns	1
Salmoniformes (Saumons, truites)	Salmonidae	<i>Hucho hucho</i>	(Linnaeus, 1758)		165 LS ns	
		<i>Oncorhynchus mykiss</i>	(Walbaum, 1792)	m-s	100 LS ns	1
		<i>Salvelinus fontinalis</i>	(Mitchill, 1814)		85 LS ns	
		<i>Salmo trutta fario</i>	Linnaeus, 1758		60 LT ns	
		<i>Salmo trutta trutta</i>	Linnaeus, 1758		140 LT ns	1
Esociformes (Brochets)	Esocidae	<i>Esox lucius</i>	Linnaeus, 1758	s	150 LT ns	1
Cyprinodontiformes (Killis, Poissons moustiques)	Aplocheilidae	<i>Pachypanchax playfairii</i>	(Günther, 1866)	s	10 LS m	
	Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>	(Valenciennes, 1821)	m-s	6 LS ns	
		<i>Gambusia affinis</i>	(Baird & Girard, 1853)	s	4.2 LS ns	
	Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i>	Girard, 1859	s	6 LS f	
		<i>Phalloceros caudimaculatus</i>	(Hensel, 1868)		5.2 LT ns	
		<i>Poecilia latipinna</i>	(Lesueur, 1821)		12 LS ns	
		<i>Poecilia reticulata</i>	Peters, 1859	s	5 LS f	
		<i>Xiphophorus hellerii</i>	Heckel, 1848	s	14 LT m 16 LT f	
		<i>Xiphophorus maculatus</i>	(Günther, 1866)		4 LS m	



TABLEAUX XXXIX (suite). Liste des espèces des eaux douces ayant fait l'objet d'une introduction en Afrique (FAO, 2006 ; Fishbase, 2006).

Milieu (M) : Trouvées également en eaux : m = marines, s = saumâtres

Taille maximale (T) : LS = Longueur standard - LF = Longueur à la fourche - LT = Longueur totale ; m = mâle ; f = femelle ; ns = non sexé

Aquaculture (A) : 1 = élevées pour la consommation

Ordre	Famille	Espèce	Auteur	M	T	A	
Perciformes (Perche, gobies, bars)	Moronidae	<i>Morone saxatilis</i>	(Walbaum, 1792)		200 LT m		
	Terapontidae	<i>Terapon puta</i>	Cuvier, 1829	m-s	30 LT ns	1	
		Latidae	<i>Lates niloticus</i>	(Linnaeus, 1758)	s	200 LT m	1
		Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>	Rafinesque, 1819		31 LT m	
			<i>Lepomis gibbosus</i>	(Linnaeus, 1758)		32 LS ns	
			<i>Lepomis macrochirus</i>	Rafinesque, 1819		41 LT m	
			<i>Lepomis microlophus</i>	(Günther, 1859)		43.2 LT m	
			<i>Micropterus dolomieu</i>	Lacepède, 1802		69 LT m	
			<i>Micropterus punctulatus</i>	(Rafinesque, 1819)		63.5 LT m	
			<i>Micropterus salmoides</i>	(Lacepède, 1802)		65 LS ns	1
		Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Linnaeus, 1758	s	60 LS ns	
			<i>Sander lucioperca</i>	(Linnaeus, 1758)	s	130 LT ns	1
		Cichlidae	<i>Amatitiana nigrofasciata</i>	(Günther, 1867)		10 LS	
			<i>Astatoreochromis alluaudi</i>	Pellegrin, 1904		19 LS ns	
			<i>Astronotus ocellatus</i>	(Agassiz, 1831)		45.7 LT m	
			<i>Oreochromis andersonii</i>	(Castelnau, 1861)	s	61 LT m	1
			<i>Oreochromis aureus</i>	(Steindachner, 1864)	s	45.7 LT m	1
			<i>Oreochromis esculentus</i>	(Graham, 1928)		50 LS m	
			<i>Oreochromis karongae</i>	(Trewavas, 1941)		38 LS f	1
			<i>Oreochromis leucostictus</i>	(Trewavas, 1933)		32 LT ns	
			<i>Oreochromis macrochir</i>	(Boulenger, 1912)		40.2 LT m	1
			<i>Oreochromis mortimeri</i>	(Trewavas, 1966)		48 LT ns	
			<i>Oreochromis mossambicus</i>	(Peters, 1852)	s	39 LS ns	1
			<i>Oreochromis niloticus eduardianus</i>	(Boulenger, 1912)		49 LT ns	
			<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	(Linnaeus, 1758)	s	64 LT ns	1
			<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>	Boulenger, 1897	s	39 LS ns	1
			<i>Oreochromis spilurus niger</i>	Günther, 1894		32 LS m 29 LS f	
			<i>Oreochromis spilurus spilurus</i>	(Günther, 1894)	s	19.2 LS m 16.3 LS f	
			<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>	(Trewavas, 1966)	s	24 LS m	
	<i>Serranochromis robustus jallae</i>		(Boulenger, 1896)		39.6 LS m		
	<i>Serranochromis robustus robustus</i>		(Günther, 1864)		56 LT m	1	
	<i>Tilapia guinasana</i>		Trewavas, 1936		14 LT m		
	<i>Tilapia rendalli</i>	(Boulenger, 1897)	s	45 LT ns	1		
	<i>Tilapia sparrmanii</i>	Smith, 1840		23.5 LT m			
	<i>Tilapia zillii</i>	(Gervais, 1848)	s	27 LS ns	1		
	Eleotridae	<i>Butis koilomatodon</i>	(Bleeker, 1849)	m-s	10.7 LT m		
	Anabantidae	<i>Microctenopoma ansorgii</i>	(Boulenger, 1912)		8 LT m		
	Osphronemidae	<i>Macropodus opercularis</i>	(Linnaeus, 1758)		5.3 LS ns		
		<i>Osphronemus goramy</i>	Lacepède, 1801		70 LS m		
		<i>Trichogaster trichopterus</i>	(Pallas, 1770)		15 LS m		
	Channidae	<i>Channa striata</i>	(Bloch, 1793)		91.5 ns		
		<i>Channa maculata</i>	(Lacepède, 1801)		25 LS ns		
Lepidostireniformes (Poissons poumons)	Protopteridae	<i>Protopterus aethiopicus aethiopicus</i>	Heckel, 1851		200 LT ns		

TABLEAU XI. Liste des espèces introduites par pays africain.

N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)

I = introduite - E = endémique

o = introduite mais non établie - q = à vérifier

Famille	Espèces	Pays																	
		Afrique du sud	Algérie	Angola	Bénin	Botswana	Burkina Faso	Burundi	Cameroun	Cap Vert	Centrafrique	Comores	Congo	Congo RD	Côte d'Ivoire	Djibouti	Égypte	Érythrée	Éthiopie
Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>				N		N		N		I	I	I						N
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>																N	o	
Clupeidae	<i>Limnothrissa miodon</i>								N				NI						
Cyprinidae	<i>Aristichthys nobilis</i>		I														o		
	<i>Barbus anoplus</i>		N																
	<i>Barbus barbuis</i>																		
	<i>Carassius auratus auratus</i>		I																I
	<i>Carassius carassius</i>																		I
	<i>Catla catla</i>																		
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		I	I											I		I		I
	<i>Cyprinus carpio carpio</i>		I	o			I			I		I			I		I		I
	<i>Gobio gobio gobio</i>																		
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		I	I														o	I
	<i>Labeo rohita</i>																		
	<i>Labeobarbus aeneus</i>			N															
	<i>Labeobarbus natalensis</i>			N															
	<i>Mylopharyngodon piceus</i>																		
	<i>Rutilus rubilio</i>																		
	<i>Rutilus rutilus</i>																		
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>																		
<i>Tanichthys albonubes</i>																			
<i>Tinca tinca</i>		I																	
Citharinidae	<i>Distichodus niloticus</i>								N			I				N		N	
Characidae	<i>Astyanax orthodus</i>																		
Bagridae	<i>Bagrus meridionalis</i>																		
Schilbeidae	<i>Schilbe mystus</i>			N	N	N			N			I		N		N		N	
Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>		N	N	N	N	N	N				N		I	N	N	N	N	
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>																		
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>		I																
Salmonidae	<i>Hucho hucho</i>																		
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>		I														I	I	
	<i>Salmo trutta fario</i>		I																
	<i>Salmo trutta trutta</i>		I															I	
	<i>Salvelinus fontinalis</i>		o																
Esocidae	<i>Esox lucius</i>			I														I	
Aplocheilidae	<i>Pachypanchax playfairii</i>																		
Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>			N												N			
Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>		I									I	I		I	I			
	<i>Gambusia holbrooki</i>																	I	
	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>																		
	<i>Poecilia latipinna</i>																		
	<i>Poecilia reticulata</i>		I									I							
	<i>Xiphophorus hellerii</i>		I																
	<i>Xiphophorus maculatus</i>																		



TABLEAU XL (suite). Liste des espèces introduites par pays africain.

N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)

I = introduite - E = endémique

o = introduite mais non établie - q = à vérifier

Famille	Espèces	Pays																	
		Afrique du sud	Algérie	Angola	Bénin	Botswana	Burkina Faso	Burundi	Cameroun	Cap Vert	Centrafricque	Comores	Congo	Congo RD	Côte d'Ivoire	Djibouti	Égypte	Érythée	Éthiopie
Moronidae	<i>Morone saxatilis</i>	I																	
Terapontidae	<i>Terapon puta</i>																	I	
Latidae	<i>Lates niloticus</i>				N				N			I		N		N		N	
Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>	I										I							
	<i>Lepomis gibbosus</i>											I							
	<i>Lepomis macrochirus</i>	I										I							
	<i>Lepomis microlophus</i>																		
	<i>Micropterus dolomieu</i>	I																	
	<i>Micropterus punctulatus</i>	I																	
Percidae	<i>Micropterus salmoides</i>	I	I		I				o			o					o		
	<i>Perca fluviatilis</i>	I																	
Sander lucioperca	<i>Sander lucioperca</i>		I																
	<i>Amatitiana nigrofasciata</i>																		
Cichlidae	<i>Astatoreochromis alluaudi</i>								I	I	I	I							
	<i>Astronotus ocellatus</i>														I				
	<i>Oreochromis andersonii</i>	I		N		N							I						
	<i>Oreochromis aureus</i>	I							N								N		
	<i>Oreochromis esculentus</i>																		
	<i>Oreochromis karongae</i>																		
	<i>Oreochromis leucostictus</i>							I					N						
	<i>Oreochromis macrochir</i>	o	I	N	o	N	I	I	I		I	o	N	I	I	I			
	<i>Oreochromis mortimeri</i>												I						
	<i>Oreochromis mossambicus</i>		I	I	I	N						I	I	o		I			
	<i>Oreochromis niloticus eduardianus</i>								N				N						
	<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	I				I	I			I	I	I	I					I	
	<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>																		
	<i>Oreochromis spilurus niger</i>																		N
	<i>Oreochromis spilurus spilurus</i>													I					N
	<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>														I				
	<i>Serranochromis robustus jallae</i>	I		N		N								N					
	<i>Serranochromis robustus robustus</i>																		
	<i>Tilapia guinasana</i>					I													
	<i>Tilapia rendalli</i>	N	N	N	N	I	N					N	N						I
<i>Tilapia sparmanii</i>	N	N	N																
<i>Tilapia zillii</i>				N				N	N			N	N	N	N	N	I	I	
Eleotridae	<i>Butis koilomatodon</i>																		
Anabantidae	<i>Microctenopoma ansorgii</i>											N	N						
Osphronemidae	<i>Macropodus opercularis</i>																		
	<i>Osphronemus goramy</i>			o											o				
	<i>Trichogaster trichopterus</i>																		
Channidae	<i>Channa maculata</i>																		
	<i>Channa striata</i>																		
Protopteridae	<i>Protopterus aethiopicus aethiopicus</i>							N				N				N		N	
Nombre d'introductions		24	11	1	2	4	1	4	4	0	6	3	12	8	9	0	9	4	11

TABLEAU XL (suite). Liste des espèces introduites par pays africain.

N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)

I = introduite - E = endémique

o = introduite mais non établie - q = à vérifier

Famille	Pays Espèces	Gabon	Gambie	Ghana	Guinée	Guinée Équatoriale	Guinée-Bissau	Kenya	Lésotho	Libéria	Libye	Madagascar	Malawi	Mali	Maroc	Maurice	Mauritanie	Mozambique	Namibie	
Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>	I					N	N				I								
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>							I			N						N			
Clupeidae	<i>Limnothrissa miodon</i>																		I	
Cyprinidae	<i>Aristichthys nobilis</i>														I				o	
	<i>Barbus anoplus</i>								N										I	
	<i>Barbus barbuis</i>														I					
	<i>Carassius auratus auratus</i>											I				I			I	
	<i>Carassius carassius</i>							I												
	<i>Catla catla</i>																I			
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>							I							I	I			o	
	<i>Cyprinus carpio carpio</i>			I				I	I			I	o		I	I			I	I
	<i>Gobio gobio gobio</i>															I				
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>												o	o		I	I		o	
	<i>Labeo rohita</i>											I				I				
	<i>Labeobarbus aeneus</i>								N											N
	<i>Labeobarbus natalensis</i>																			
	<i>Mylopharyngodon piceus</i>															I				
	<i>Rutilus rubilio</i>																			
	<i>Rutilus rutilus</i>												o		I					
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>												o		I					
<i>Tanichthys albonubes</i>												I								
<i>Tinca tinca</i>												o		I						
Citharinidae	<i>Distichodus niloticus</i>							N												
Characidae	<i>Astyanax orthodus</i>																		I	
Bagridae	<i>Bagrus meridionalis</i>												N					N		
Schilbeidae	<i>Schilbe mystus</i>			N	N	N	N		N										N	
Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>	I	N			N	N			N	N							N	N	
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>																			
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>																			
Salmonidae	<i>Hucho hucho</i>														I					
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>							I	I			I	I		I	o				
	<i>Salmo trutta fario</i>							I				I								
	<i>Salmo trutta trutta</i>							I	I			I	I		o					
	<i>Salvelinus fontinalis</i>							I								o				
Esocidae	<i>Esox lucius</i>											o		I						
Aplocheilidae	<i>Pachypanchax playfairii</i>											q								
Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>										N			I						
Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>			I				I				I		I	I					
	<i>Gambusia holbrooki</i>							I				I		I	I					
	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>												I							
	<i>Poecilia latipinna</i>							I												
	<i>Poecilia reticulata</i>							I				I			I				I	
	<i>Xiphophorus hellerii</i>											I			I				I	
	<i>Xiphophorus maculatus</i>											I		I						



TABLEAU XL. (suite) Liste des espèces introduites par pays africain.

N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)

I = introduite - E = endémique

o = introduite mais non établie - q = à vérifier

Familie	Espèces	Pays																	
		Gabon	Gambie	Ghana	Guinée	Guinée Equatoriale	Guinée-Bissau	Kenya	Lésoto	Libéria	Libye	Madagascar	Malawi	Mali	Maroc	Maurice	Mauritanie	Mozambique	Namibie
Moronidae	<i>Morone saxatilis</i>																		
Terapontidae	<i>Terapon puta</i>																		N
Latidae	<i>Lates niloticus</i>				N	N	NI		N				N	o		N			
Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>						q				o		I	I					
	<i>Lepomis gibbosus</i>												I	I					
	<i>Lepomis macrochirus</i>						q				I	I	I	I					
	<i>Lepomis microlophus</i>												I	I					
	<i>Micropterus dolomieu</i>													I					
	<i>Micropterus punctulatus</i>														I				
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>							I	I		I	I	I	I	o	I	I		
	<i>Sander lucioperca</i>													I					
Cichlidae	<i>Amatitiana nigrofasciata</i>																		
	<i>Astatoreochromis alluaudi</i>						N												
	<i>Astronotus ocellatus</i>																		
	<i>Oreochromis andersonii</i>						I										N		
	<i>Oreochromis aureus</i>						o		o	I		N							
	<i>Oreochromis esculentus</i>						N												
	<i>Oreochromis karongae</i>											NI					N		
	<i>Oreochromis leucostictus</i>						I												
	<i>Oreochromis macrochir</i>	I	I				I	I	I					I		N			
	<i>Oreochromis mortimeri</i>						q												
	<i>Oreochromis mossambicus</i>						I	N		I								I	
	<i>Oreochromis niloticus eduardianus</i>						I												
	<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	I	N				I		I					I					
	<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>										o							N	
	<i>Oreochromis spilurus niger</i>						N		N		I							I	
	<i>Oreochromis spilurus spilurus</i>						N												
	<i>Serranochromis robustus jallae</i>												N						N
	<i>Serranochromis robustus robustus</i>												N						N
	<i>Tilapia guinasana</i>																		E
	<i>Tilapia rendalli</i>	N						I			I				I		N		
<i>Tilapia sparmanii</i>										I	N					N	N		
<i>Tilapia zillii</i>		N	N	N	N	N	N		I	N	N	N	I	N					
Eleotridae	<i>Butis koilomatodon</i>										N						N		
Anabantidae	<i>Microctenopoma ansorgii</i>										I								
Osphronemidae	<i>Macropodus opercularis</i>										I								
	<i>Osphronemus goramy</i>										I			I					
	<i>Trichogaster trichopterus</i>																	I	
Channidae	<i>Channa maculata</i>										I								
	<i>Channa striata</i>										I			I					
Protopteridae	<i>Protopterus aethiopicus aethiopicus</i>						N												
Nombre d'introductions		4	0	3	0	0	0	22	4	1	1	35	8	0	25	23	1	7	9

TABLEAU XL. (suite) Liste des espèces introduites par pays africain.

N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)

I = introduite - E = endémique

o = introduite mais non établie - q = à vérifier

Familie	Espèces	Pays														Nombre de fois introduit	Nombre de fois native						
		Niger	Nigeria	Ouganda	Réunion La	Rwanda	Sao Tomé & Principe	Sénégal	Seychelles	Sierra Leone	Somalie	Soudan	Swaziland	Tanzanie	Tchad			Togo	Tunisie	Zambie	Zimbabwe		
Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>	N						N			N			N	I				6	10			
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>																		2	3			
Clupeidae	<i>Limnothrissa miodon</i>				I								N				NI	I	5	2			
Cyprinidae	<i>Aristichthys nobilis</i>																		4	0			
	<i>Barbus anoplus</i>										N								1	3			
	<i>Barbus barbatus</i>																		1	0			
	<i>Carassius auratus auratus</i>							I										I	7	0			
	<i>Carassius carassius</i>																		2	0			
	<i>Catla catla</i>																		I	2	0		
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>		I		I	I					I		I							15	0		
	<i>Cyprinus carpio carpio</i>		I	I	I	I					o	I	I		I	I	o	I		28	0		
	<i>Gobio gobio gobio</i>																				1	0	
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>					I															10	0	
	<i>Labeo rohita</i>		o																		I	4	0
	<i>Labeobarbus aeneus</i>																				I	1	3
	<i>Labeobarbus natalensis</i>																				I	1	1
	<i>Mylopharyngodon piceus</i>																					1	0
	<i>Rutilus rubilio</i>																				I	1	0
	<i>Rutilus rutilus</i>																					2	0
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>																				I	3	0	
<i>Tanichthys albonubes</i>																					1	0	
<i>Tinca tinca</i>																o	o	I		6	0		
Citharinidae	<i>Distichodus niloticus</i>										N			N							1	6	
Characidae	<i>Astyanax orthodus</i>																				1	0	
Bagridae	<i>Bagrus meridionalis</i>												N								I	1	3
Schilbeidae	<i>Schilbe mystus</i>						N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	1	23	
Clariidae	<i>Clarias gariepinus</i>	N	N				N	N	N	N				N	N						2	26	
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i>		I																		1	0	
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>																			I	2	0	
Salmonidae	<i>Hucho hucho</i>																				1	0	
	<i>Oncorhynchus mykiss</i>				I						I	I	I			o	o	I		16	0		
	<i>Salmo trutta fario</i>																				3	0	
	<i>Salmo trutta trutta</i>										I	I									I	10	0
	<i>Salvelinus fontinalis</i>																				I	4	0
Esocidae	<i>Esox lucius</i>			I																	6	0	
Aplocheilidae	<i>Pachypanchax playfairii</i>							E					I								1	0	
Cyprinodontidae	<i>Aphanius fasciatus</i>															N					1	4	
Poeciliidae	<i>Gambusia affinis</i>										I									o	I	13	0
	<i>Gambusia holbrooki</i>				I																	5	0
	<i>Phalloceros caudimaculatus</i>																					1	0
	<i>Poecilia latipinna</i>																					1	0
	<i>Poecilia reticulata</i>		I	I	I			I													I	11	0
	<i>Xiphophorus hellerii</i>				I																o	6	0
	<i>Xiphophorus maculatus</i>		I	I																	4	0	



TABLEAU XL (suite). Liste des espèces introduites par pays africain.

N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)

I = introduite - E = endémique

o = introduite mais non établie - q = à vérifier

Familie	Espèces	Pays														Nombre de fois introduit	Nombre de fois native				
		Niger	Nigéria	Ouganda	Réunion La	Rwanda	Sao Tomé & Príncipe	Sénégal	Seychelles	Sierra Leone	Somalie	Soudan	Swaziland	Tanzanie	Tchad			Togo	Tunisie	Zambie	Zimbabwe
Moronidae	<i>Morone saxatilis</i>																		1	0	
Terapontidae	<i>Terapon puta</i>									N			N						1	3	
Latidae	<i>Lates niloticus</i>	N		NI				N	N				I	N					5	14	
Centrarchidae	<i>Lepomis cyanellus</i>											I					I	o	8	0	
	<i>Lepomis gibbosus</i>																		2	0	
	<i>Lepomis macrochirus</i>											I					o	I	9	0	
	<i>Lepomis microlophus</i>																		2	0	
	<i>Micropterus dolomieu</i>												o	I				o	o	6	0
	<i>Micropterus punctulatus</i>												I						I	3	0
Percidae	<i>Micropterus salmoides</i>		o									I	I			I	I	I	21	0	
	<i>Perca fluviatilis</i>																		2	0	
Cichlidae	<i>Sander lucioperca</i>																I		3	0	
	<i>Amatitiana nigrofasciata</i>					I													1	0	
	<i>Astatoreochromis alluaudi</i>			N		N							N						4	4	
	<i>Astronotus ocellatus</i>																		1	0	
	<i>Oreochromis andersonii</i>													I				o	5	3	
	<i>Oreochromis aureus</i>	N	N	o				N						N			I	o	7	7	
	<i>Oreochromis esculentus</i>			N		I								NI					2	2	
	<i>Oreochromis karongae</i>													N					1	2	
	<i>Oreochromis leucostictus</i>			N		I								I					4	2	
	<i>Oreochromis macrochir</i>					I						I		I		I		N	20	5	
	<i>Oreochromis mortimeri</i>																	N	N	1	2
	<i>Oreochromis mossambicus</i>			I	I				I					I			I		15	2	
	<i>Oreochromis niloticus eduardianus</i>			N		N								I				N	2	5	
	<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>					I	I							I	N		I	I	18	2	
	<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>													N					1	2	
	<i>Oreochromis spilurus niger</i>																	I	3	2	
	<i>Oreochromis spilurus spilurus</i>			I							N			N					2	4	
	<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>			N										N					1	2	
	<i>Serranochromis robustus jallae</i>												I					N	N	2	7
	<i>Serranochromis robustus robustus</i>												I	N				N	1	4	
<i>Tilapia guinasana</i>																			1	0	
<i>Tilapia rendalli</i>		N		I		I		N						N				N	7	12	
<i>Tilapia sparrmanii</i>												N	N					N	1	10	
<i>Tilapia zillii</i>		N	N					N	N		N		I	N	N	N			5	22	
Eleotridae	<i>Butis koilomatodon</i>			I						N				N					1	4	
Anabantidae	<i>Microctenopoma ansorgii</i>																		1	2	
Osphronemidae	<i>Macropodus opercularis</i>																		1	0	
	<i>Osphronemus goramy</i>				o				I										6	0	
	<i>Trichogaster trichopterus</i>						I		I										3	0	
Channidae	<i>Channa maculata</i>																		1	0	
	<i>Channa striata</i>																		2	0	
Protopteridae	<i>Protopterus aethiopicus aethiopicus</i>			N		I							N		N			N	1	9	
Nombre d'introductions		0	8	9	10	11	0	0	5	0	0	5	10	16	0	3	12	14	21	381	217

TABLEAU XLI. Liste des espèces d'eaux douces utilisées en aquaculture par pays (FAO, 2006 ; Fishbase, 2008).

**N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)
 E = endémique - I = introduite - o = introduite mais non établie - q = à vérifier
 A = Production commerciale - X = Expérimental**

Familie	Espèces	Pays																			
		Afrique du sud	Algérie	Angola	Bénin	Botswana	Burkina Faso	Burundi	Cameroun	Cap Vert	Centrafricque	Comores	Congo	Congo RD	Côte d'Ivoire	Djibouti	Égypte	Érythée	Éthiopie	Gabon	Gambie
Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>				N	N		N		IA		IA	IA	A				N	IA	A	
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>		A													N	o				
Cyprinidae	<i>Carassius auratus auratus</i>	IA																	I		
	<i>Carassius carassius</i>																			IA	
	<i>Cirrhinus cirrhosus</i>																				IA
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	I	IA												I		IA		I		
	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	IA	oA		I			IA	I						I		IA		I		
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	I	I														oA		I		
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>																				
Alestidae	<i>Brycinus lateralis</i>	N	N	N									N								
Bagridae	<i>Bagrus bajad</i>				N	N	N	N									N	N			
Claroteidae	<i>Chrysichthys nigrodigitatus</i>			N	N			N						A					N	N	
Schilbeidae	<i>Schilbe intermedius</i>	N		N	N									N				N			
Clariidae	<i>Clarias anguillaris</i>		N	N	N	A	N							N		A	N	N	N		
	<i>Clarias gariepinus</i>	A	N	N	N	N	N	A	A		N	A	I	N	N	N	N	IA	N		
	<i>Clarias ngamensis</i>	N	N	N																	
	<i>Heterobranchus bidorsalis</i>					N	N										N	N	N		
	<i>Heterobranchus longifiliis</i>			N	N	N	N	N	N				N	N	X		N	N	N	N	
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>		I																		
Mochokidae	<i>Synodontis nigromaculata</i>	N	N	N	N	N							N								
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	IA																I	I		
	<i>Salmo trutta trutta</i>	I																	I		
Esocidae	<i>Esox lucius</i>		I																I		
Mugilidae	<i>Liza ramado</i>		N														N				
	<i>Mugil cephalus</i>	N	N	N				N	N	N				N		A			N	N	
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>		A																		
Terapontidae	<i>Terapon puta</i>																				
Latidae	<i>Lates niloticus</i>				N			N				I	N	N		N		N			
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>	IA	I		I			o					o					o			
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>		IA																		
Cichlidae	<i>Oreochromis andersonii</i>	I	N	N									I								
	<i>Oreochromis aureus</i>	I						N						A		N					
	<i>Oreochromis karongae</i>																				
	<i>Oreochromis macrochir</i>	o	I	N	o	N	I	I	I	I	I	o	N	I	I	I			I		
	<i>Oreochromis mossambicus</i>	A	I	I	I	N						I	I	o	I						
	<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	IA				I	A	IA	A	IA	I	IA	IA	A	A	I		IA	N		
	<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>																				
	<i>Sargochromis carlottae</i>			N	N																
	<i>Sargochromis giardi</i>			N	N																
	<i>Sarotherodo galileus galileus</i>				N			N				N	N	N	N		N		N		N
	<i>Sarotherodon melanotheron melanotheron</i>				N			N					N	X							N
	<i>Serranochromis robustus robustus</i>																				
	<i>Tilapia camerounensis</i>								EA												
	<i>Tilapia rendalli</i>	N	N	N	I	N						N	N						I	N	
	<i>Tilapia zillii</i>			N	N			N	N	N	N	N	N	N	N	I	I				N
Nombre d'espèces utilisées en aquaculture		7	5	0	0	0	2	1	4	0	3	0	2	3	6	0	8	0	1	3	1
Nombre d'espèces introduites pour l'aquaculture		5	3	0	0	0	0	1	1	0	2	0	2	2	0	0	4	0	1	3	0
Nombre d'espèces introduites		11	8	1	2	3	1	3	3	0	4	1	6	4	5	0	7	4	10	4	0
Nombre d'espèces natives		6	4	12	11	11	5	3	14	1	2	1	3	8	6	1	10	1	9	3	10



TABLEAU XLI (Suite). Liste des espèces d'eaux douces utilisées en aquaculture par pays (FAO, 2006 ; Fishbase, 2008).

N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)
E = endémique - I = introduite - o = introduite mais non établie - q = à vérifier
A = Production commerciale - X = Expérimental

Familie	Espèces	Pays																			
		Ghana	Guinée	Guinée Équatoriale	Guinée-Bissau	Kenya	Lesotho	Libéria	Libye	Madagascar	Malawi	Mali	Maroc	Maurice	Mauritanie	Mozambique	Namibie	Niger	Nigéria	Ouganda	Réunion La
Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>	A	A			N	N			IA		A						N	A		
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>						I		N				A		N						
Cyprinidae	<i>Carassius auratus auratus</i>									I				I			I				
	<i>Carassius carassius</i>						I														
	<i>Cirrhinus cirrhosus</i>													A							
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>						I						IA	I		oA			I		IA
	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	I			IA	IA				IA	oA	IA	I	IA	I	IA	I		I	IA	IA
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>									o	o	IA	I		o						
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>									o			I								
Alestidae	<i>Brycinus lateralis</i>															N	A				
Bagridae	<i>Bagrus bajad</i>		N			N												N	N	N	
Claroiteidae	<i>Chryschthys nigrodigitatus</i>	A	N	N				N						A						A	
Schilbeidae	<i>Schilbe intermedius</i>		N		N	N										N	A			N	
Clariidae	<i>Clarias anguillaris</i>	A			N						N			N				N	N		
	<i>Clarias gariepinus</i>	A	A	N	N	A	A	N	N		A	A		N	N	A	A	N	A	N	
	<i>Clarias ngamensis</i>										N				N	A					
	<i>Heterobranchus bidorsalis</i>	A	N					A			N							N	N		
	<i>Heterobranchus longifilis</i>	A	N			N		A			N					N		N	N		
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>																				
Mochokidae	<i>Synodontis nigromaculata</i>															N	A				
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>					IA	IA			IA	IA	IA	o								IA
	<i>Salmo trutta trutta</i>					IA	I			I	I	o									
Esocidae	<i>Esox lucius</i>									o		IA									IA
Mugilidae	<i>Liza ramado</i>				q			N				N									
	<i>Mugil cephalus</i>	N	N	N	N			N	N		N	N	N	N	N	N					
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>								A		A		N								
Terapontidae	<i>Terapon puta</i>																N				
Latidae	<i>Lates niloticus</i>	A	N		N	NI		N			N	o	N				N	A	NI		
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>					I	I			I	I	IA	I	o	IA	I		o			
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>												I								
Cichlidae	<i>Oreochromis andersonii</i>						I									N	A				
	<i>Oreochromis aureus</i>						o		o	I	N							N	N	o	
	<i>Oreochromis karongae</i>										NI				N						
	<i>Oreochromis macrochir</i>	IA				I		IA		I			I	N	A						
	<i>Oreochromis mossambicus</i>					I	N			I	A			A	IA					I	IA
	<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	A	A		IA	A		A		I	A		I	A		A	A	A	A	A	IA
	<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>									o	A				N						
	<i>Sargochromis carlottae</i>																A				
	<i>Sargochromis giardi</i>																A				
	<i>Sarotherodo galileus galileus</i>	N	N	N	N			A			N	N		N				N	N	N	
	<i>Sarotherodon melanotheron melanotheron</i>	A	N		N			N							N					N	
	<i>Serranochromis robustus robustus</i>											N						N			
	<i>Tilapia cameroneensis</i>																				
<i>Tilapia rendalli</i>						I				IA	A		I		N	A	N	A	I		
<i>Tilapia zillii</i>	N	N	N	N	A				I					N				N	A		
Nombre d'espèces utilisées en aquaculture		10	3	0	0	5	3	6	1	4	7	3	8	1	1	5	11	1	6	4	5
Nombre d'espèces introduites pour l'aquaculture		1	0	0	0	4	2	1	0	4	3	0	6	0	0	3	1	0	0	2	5
Nombre d'espèces introduites		2	0	0	0	13	4	1	1	16	5	0	10	10	1	4	4	0	3	5	5
Nombre d'espèces natives		5	8	2	9	8	1	4	4	1	4	6	4	1	9	13	2	11	9	4	0

TABLEAU XLI (Suite). Liste des espèces d'eaux douces utilisées en aquaculture par pays (FAO, 2006 ; Fishbase, 2008).

**N = native (si le nombre total est nul, l'espèce provient d'un autre continent)
E = endémique - I = introduite – o = introduite mais non établie - q = à vérifier
A = Production commerciale - X = Expérimental**

Famille	Espèces	Pays											Nombre de fois utilisé en aquaculture	Nombre de fois introduit pour l'aquaculture	Nombre de fois introduit	Nombre de fois natif			
		Rwanda	Sao Tomé & Príncipe	Sénégal	Seychelles	Sierra Leone	Somalie	Soudan	Swaziland	Tanzanie	Tchad	Togo					Tunisie	Zambie	Zimbabwe
Arapaimidae	<i>Heterotis niloticus</i>			N			N			N	I				11	5	6	10	
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>											A			3	0	2	3	
Cyprinidae	<i>Carassius auratus auratus</i>				I									I	1	1	7	0	
	<i>Carassius carassius</i>														1	1	2	0	
	<i>Cirrhinus cirrhosus</i>														1	0	0	0	
	<i>Ctenopharyngodon idella</i>	I					I	I			I				5	5	15	0	
	<i>Cyprinus carpio carpio</i>	IA					o	IA	I		I	IA	o	IA	16	16	27	0	
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	I												IA	2	2	10	0	
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>												IA	1	1	3	0		
Alestidae	<i>Brycinus lateralis</i>												N	N	1	0	0	7	
Bagridae	<i>Bagrus bajad</i>			N				A			N				1	0	0	12	
Claroteidae	<i>Chrysischthys nigrodigitatus</i>			N	N						N				4	0	0	11	
Schilbeidae	<i>Schilbe intermedius</i>	N			N	N		N	N	N		N	N	N	1	0	0	18	
Clariidae	<i>Clarias anguillaris</i>			N	N	N		N		N	N				3	0	0	16	
	<i>Clarias gariepinus</i>	A		N	N	N	N	A	A	N	N	A	A	A	18	1	2	26	
	<i>Clarias ngamensis</i>								N			N	N	N	1	0	0	8	
	<i>Heterobranchus bidorsalis</i>			N				N		N	N				2	0	0	13	
	<i>Heterobranchus longifilis</i>			N	N			N	N	N		N	N	N	3	0	0	24	
Siluridae	<i>Silurus glanis</i>											IA			1	1	2	0	
Mochokidae	<i>Synodontis nigromaculata</i>								N			N	N	N	1	0	0	9	
Salmonidae	<i>Oncorhynchus mykiss</i>						I	I	IA			o	o	IA	9	9	16	0	
	<i>Salmo trutta trutta</i>								I	I				I	1	1	10	0	
Esocidae	<i>Esox lucius</i>												I		2	2	6	0	
Mugilidae	<i>Liza ramado</i>											A			1	0	0	4	
	<i>Mugil cephalus</i>			N	N	N	N		N			A			2	0	0	26	
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>			N								A			5	0	0	2	
Terapontidae	<i>Terapon puta</i>						N		N						1	1	1	3	
Latidae	<i>Lates niloticus</i>			N	N		A		I	N	A				4	0	3	16	
Centrarchidae	<i>Micropterus salmoides</i>								I	I			I	I	I	3	3	21	0
Percidae	<i>Sander lucioperca</i>												IA		2	2	3	0	
Cichlidae	<i>Oreochromis andersonii</i>									IA			A	o	4	2	5	3	
	<i>Oreochromis aureus</i>			N						N			I	o	1	0	7	7	
	<i>Oreochromis karongae</i>									N					1	1	0	3	
	<i>Oreochromis macrochir</i>	I						I	IA	IA	I	A	N		5	3	20	5	
	<i>Oreochromis mossambicus</i>				I			A	I			I	A		7	2	15	2	
	<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	IA	A	A	A	A	A	IA	N	A	I	IA	I	I	27	11	18	2	
	<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>								N						1	0	1	2	
	<i>Sargochromis carlottae</i>												N	N	1	0	0	4	
	<i>Sargochromis giardi</i>												N	N	1	0	0	4	
	<i>Sarotherodo galileus galileus</i>			N			N			N	N				1	0	0	22	
	<i>Sarotherodon melanotheron melanotheron</i>			A	N						N				3	0	0	11	
	<i>Serranochromis robustus robustus</i>							IA	N				N		1	1	1	4	
	<i>Tilapia camerounensis</i>														1	0	0	1	
	<i>Tilapia rendalli</i>	I	N					A	A	N		A	N		7	1	7	12	
	<i>Tilapia zillii</i>		N	N		N		I	N	N	N				2	0	5	22	
Nombre d'espèces utilisées en aquaculture		0	3	2	0	1	0	3	5	6	0	2	8	6	4	170			
Nombre d'espèces introduites pour l'aquaculture		0	2	0	0	0	0	0	2	4	0	0	4	2	2		72		
Nombre d'espèces introduites		0	6	0	2	0	0	4	5	11	0	3	10	5	8			215	
Nombre d'espèces natives		1	1	14	1	9	3	8	0	9	13	9	1	8	9				317



Annexe 03

QUELQUES ÉLÉMENTS DE LA BIOLOGIE DES ESPÈCES

Sont présentées ici quelques généralités de la biologie des certaines espèces utilisées en aquaculture. Les aspects biogéographiques ont été abordés au chapitre III p. 28.

I. LA MORPHOLOGIE ET LA SYSTÉMATIQUE

La morphologie des poissons est un des éléments qui permettent de les déterminer. Elle est très variable et est à relier au mode de vie, aux comportements et habitudes. On trouvera les principales dénominations anatomiques externes d'un poisson sur la Figure 152 ci-dessous. Seront donnés ici les caractères morphologiques permettant de distinguer les différentes espèces. Les dessins et texte proviennent principalement de la Faune des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique de l'Ouest (IRD, 2004).

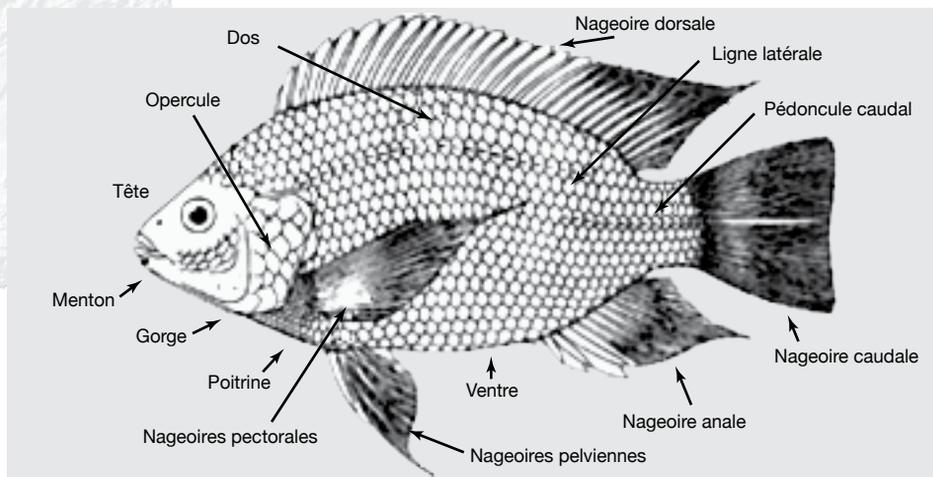


Figure 152. Principales dénominations anatomiques externes d'un poisson.

✓ Le rapport longueur du corps sur hauteur du corps (L/H) (Figure 153 ci-dessous)

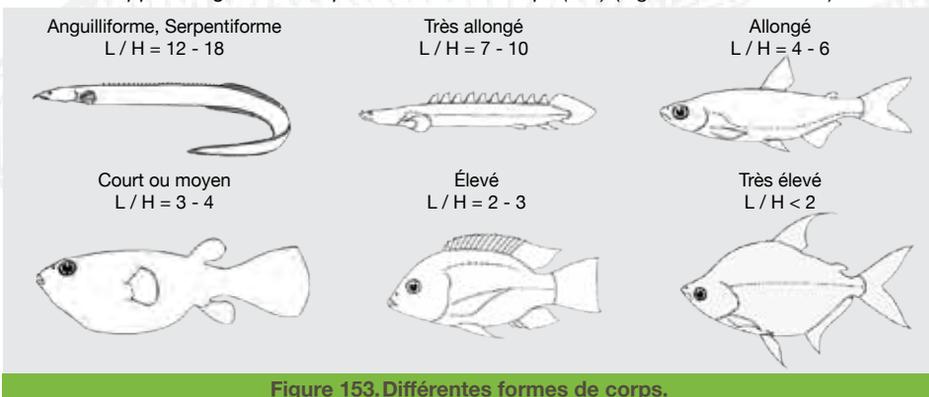


Figure 153. Différentes formes de corps.



✓ La forme du corps en section transversale (Figure 154 ci-dessous)

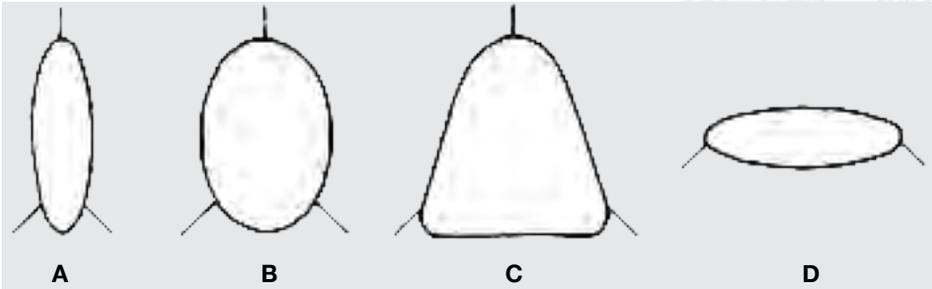


Figure 154. Corps en section transversale. A : comprimé latéralement ; B : plus ou moins rond ; C : déprimé dorso-ventralement ; D : très comprimé dorso-ventralement ou aplati.

✓ La tête

➤ Les mâchoires (Figure 143 ci-dessous)

On a coutume de distinguer le prémaxillaire, le maxillaire et chez certaines familles le(s) supramaxillaire(s), de la mandibule (mâchoire inférieure) (A). Selon les espèces ou les familles, les mâchoires sont plus ou moins égales et normalement développées (Alestidae, certains Cyprinidae) (B) ou très allongées en forme de bec (rostre) (Belonidae) (C) : dans les deux cas, on parlera de bouche terminale. Les mâchoires peuvent être aussi inégales. Dans certains cas, la bouche est en position supère (Aplocheilidae, Poeciliidae, Latidae) (D), en position subinfère (certains Mormyridae) (E) ou en position infère (Mochokidae) (F). Enfin, certaines espèces ont une bouche protractile (Seranidae) (G). Chez certains genres, la bouche possède des lèvres très développées formant parfois un disque adhésif (H) permettant aux poissons de se coller aux rochers et de se maintenir dans les eaux de fort courant.

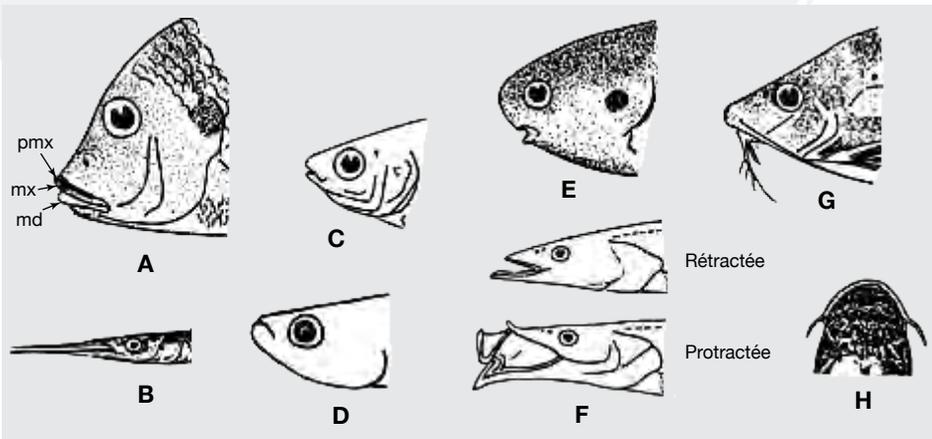


Figure 155. Mâchoires. A : Prémaxillaire (pmx), maxillaire (mx), mandibule (md) ; B : Égales en forme de rostre ; C : Mâchoires égales normalement développées ; D : Bouche supère ; E : Bouche subinfère ; F : Bouche protractile ; G : Bouche infère ; H : Bouche infère formant un disque adhésif.

➤ Les dents (Figure 156 ci-dessous)

Elles sont portées au bord des mâchoires par le prémaxillaire, le maxillaire, le dentaire (mandibulaire), le long de l'axe de la voûte buccale par le vomer et le parasphénoïde, sur les côtés de la voûte par les palatins et les ectoptérygoïdes et par les pharyngiens supérieurs et inférieurs. Enfin certaines espèces possèdent des dents linguales. Évidemment, pour un groupe de poissons donné tous les types de dents ne sont pas forcément toujours présents. On distinguera les dents en fonction du nombre de cuspides qu'elles possèdent. On parlera de dents monocuspides droites (*Marcusenius*) (A), coniques ou caniniformes (certains Cichlidae) (B et C), tranchantes (*Hydrocynus*) (D) ou recourbées (*Synodontis*) (E) ; de dents bicuspides (*Petrocephalus*, *Distichodus*) (F et G) ; de dents polycuspides dont les cuspides sont situées dans un même plan (certains Alestidae et Cichlidae) (H) et de dents polycuspides molariformes dont les cuspides forment une couronne (certains Alestidae) (I). D'autres types moins fréquents existent aussi.

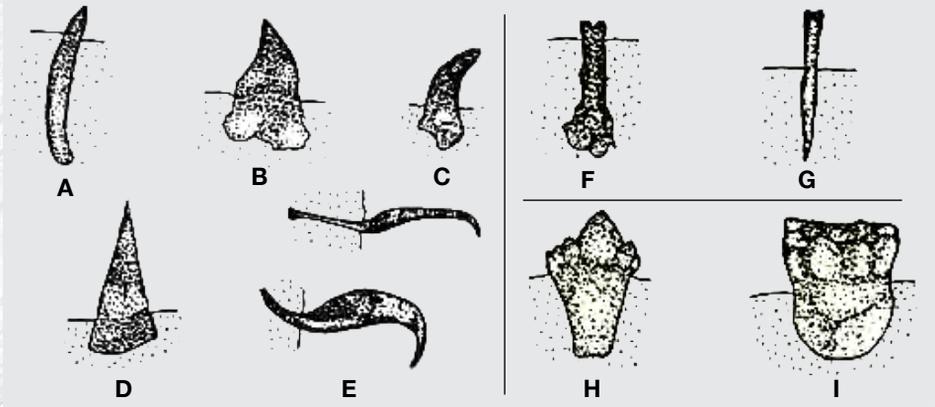


Figure 156. Forme des dents.

Monocuspides droites (A : *Marcusenius* sp.), coniques (B : *Brycinus* sp. et C : *Chromidotilapia* sp.), tranchantes (D : *Hydrocynus* sp.) et recourbées (E : *Synodontis* sp.).

Bicuspides (F : *Petrocephalus* sp. et G : *Distichodus* sp.).

Polycuspides dans un même plan (H : *Micralestes* sp.) et molariformes (I : *Brycinus* sp.).

➤ Les yeux

Suivant les familles, les yeux peuvent avoir des positions différentes. Ils sont la plupart du temps latéraux, mais peuvent être en position dorsale, notamment chez les Pleuronectiformes (poissons plats) (où ils sont en plus du même côté de la tête). Enfin, ils peuvent être saillants. Certaines espèces possèdent également des yeux en partie recouverts d'une paupière adipeuse, d'un repli nictitant ou d'une membrane nictitante.

➤ Les fontanelles
(Figure 157 ci-contre)

Les fontanelles crâniennes sont parfois utilisées comme critères de détermination : la fontanelle fronto-pariétale chez les Alestidae (A) ; frontale et occipitale chez les Clariidae (B).

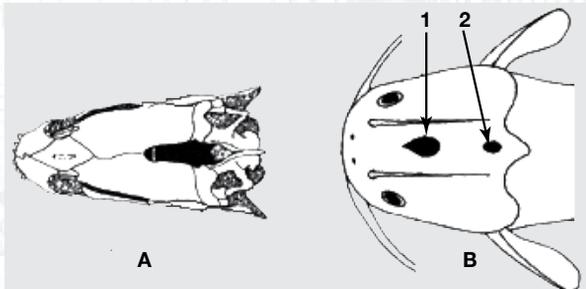


Figure 157. Fontanelles. A : *Alestes* sp. ; B : *Clarias* sp. : frontale (1) et occipitale (2).



➤ Les barbillons (Figure 158 ci-dessous)

Ils sont de trois types. Certaines familles possèdent une paire de barbillons nasaux situés juste derrière les narines postérieures (Bagridae, Clariidae) (A). Il peut également exister une paire de barbillons maxillaires pourvus (certains Mochokidae) (B) ou non (Cyprinidae et Mochokidae) d'une membrane basale. Enfin, il peut exister une (certains Cyprinidae) ou deux (Siluriformes) paires de barbillons mandibulaires. Chez certains groupes, les barbillons maxillaires et mandibulaires (*Synodontis*) peuvent porter des ramifications (C). Parfois enfin, les barbillons mandibulaires sont inclus dans les lèvres comme chez les *Chiloglanis* (D).

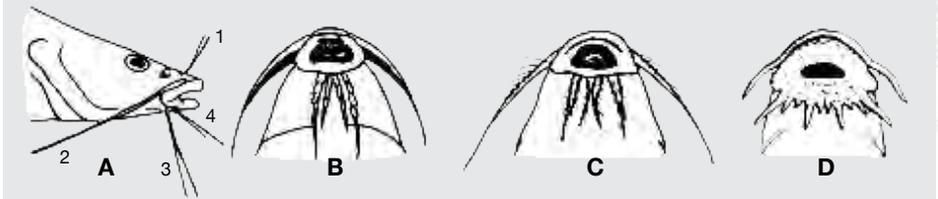


Figure 158. Barbillons.

- A :** Les types : nasaux (1), maxillaires (2), mandibulaires externes (3) et internes (4).
B : Barbillons maxillaires membraneux (*Synodontis* sp.) ;
C : Barbillons maxillaires avec ramifications (*Synodontis* sp.) ;
D : Barbillons mandibulaires inclus dans les lèvres (*Chiloglanis* sp.).

➤ L'opercule

Il recouvre les fentes branchiales chez les Osteichthyens (poissons osseux). Selon les groupes, la membrane branchiostège qui recouvre l'os operculaire est soudée ou non à l'isthme de la gorge. Cela peut être un critère de détermination chez certains Siluriformes. Il est, la plupart du temps, largement ouvert, mais il peut parfois laisser une ouverture assez réduite ou très réduite. Chez les Chondrichthyens (poissons cartilagineux) les fentes branchiales ne sont pas recouvertes par un opercule.

➤ L'arc branchial (Figure 159 ci-dessous)

Il se compose de trois os portant vers l'extérieur les lamelles branchiales et vers l'intérieur les branchiospines. L'os supérieur est l'épibranchial, les inférieurs le cératobranchial et l'hypobranchial. Chez certaines espèces (Polypteridae), les juvéniles possèdent une paire de branchies externes qui se résorbent par la suite. Il en est de même chez les embryons de *Protopterus* (poisson poumon) qui en possèdent trois ou quatre paires.

➤ L'appareil accessoire pour une respiration aérienne
(Figure 160, p. 211)

Certaines formes ont la possibilité, grâce à des organes spécialisés de survivre un certain temps hors de l'eau sans préjudice majeur. Ces organes sont de différents types : organe arborescent des Clariidae (A), poumons des Polypteridae (B1) et des Protopterae (B2), organe labyrinthiforme des Anabantidae (C), diverticule pharyngien des Channidae (D), vessie gazeuse des *Gymnarchus* (E) et des *Heterotis*.

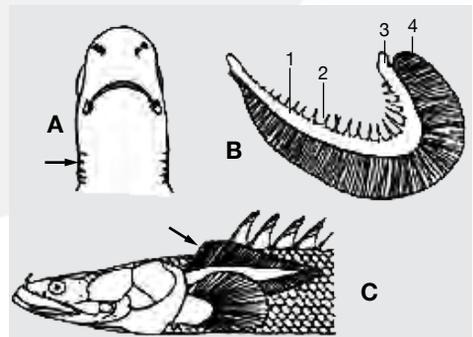


Figure 159. Fentes branchiales sans opercule (A : Requins) ; arc branchial composé d'un cératobranchial (1), de branchiospines (2), d'un hypobranchial et d'un épibranchial (3) et de lamelles branchiales (4) (B) ; branchies externes d'un jeune *Polypterus* sp. (C).

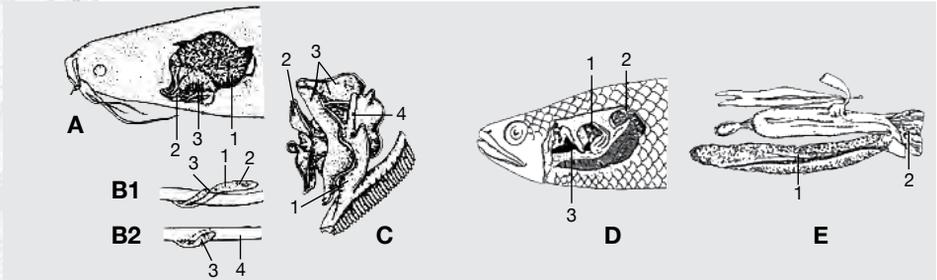


Figure 160. Organes respiratoires aériens. Organes respiratoires arborescents (A : *Clarias* sp.), arborescences (1), branchies (2), valvules branchiales (3) ; disposition de la vessie gazeuse (1) et des poumons (2 et 3) par rapport à l'intestin (4) (B1 : *Polypterus* sp. ; B2 : *Protopterus* sp.) ; lames du labyrinthe d'un Anabantidae (C), lames principales (1 à 3), stylet (4) ; diverticules pharyngiens (D : *Parachanna* sp.), chambre antérieure (1), chambre postérieure (2), communication avec le pharynx (3) ; tube digestif et vessie gazeuse (E : *Gymnarchus* sp.), vessie gazeuse (1), orifice du conduit pneumatique (2).

✓ *Le corps*

Les formes et constitutions des nageoires, les types d'écaillés et autres phanères différencient les espèces.

➤ *Les nageoires*

On distingue les nageoires paires (pectorales et ventrales ou pelviennes) qui sont l'équivalent des membres des Tétrapodes, des nageoires impaires (dorsale, caudale et anale) :

Les nageoires paires sont les **pelviennes** (ventrales) et les **pectorales** (Figure 161 ci-dessous).

Chez les Gobiidae, les pelviennes sont soit soudées pour former un disque ventral (A), soit unies par une membrane transversale. Ces mêmes nageoires sont également unies chez les *Periophthalmus*, et les pectorales leur permettent de progresser assez rapidement sur la terre ferme. Chez les Siluriformes, le premier rayon des pectorales est souvent épaissi formant une épine osseuse qui peut être denticulée sur un ou deux côtés (B), il faudra donc faire attention en les manipulant. Chez les Polypteridae, les nageoires pectorales sont de véritables palettes natatoires rattachées au tronc par un pédoncule (C), permettant au poisson d'effectuer de multiples mouvements.

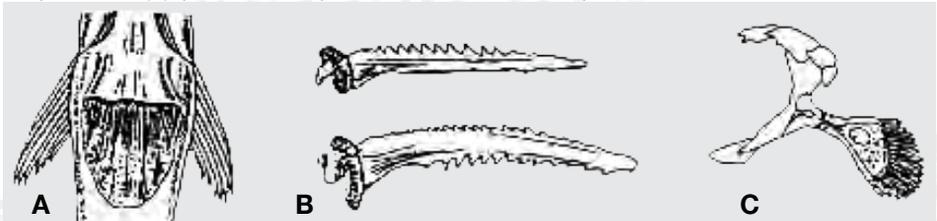


Figure 161. Nageoires paires. A : Pelviennes soudées d'un Gobiidae (A) ; B : Premier rayon des pectorales denticulé d'un seul côté (1) ou sur les deux faces (2) (B : *Clarias* sp.) ; C : Palette natatoire (pectorale) (C : *Polypterus* sp.).

Les nageoires impaires sont la dorsale, la caudale et l'anale.

Les **dorsales** sont de trois types (Figure 162, p. 212) : elles peuvent être supportées par des rayons simples épineux, des rayons mous généralement ramifiés, ou être adipeuse. La dorsale adipeuse est toujours située en arrière de la dorsale rayonnée (A). Il peut exister deux dorsales, l'une épineuse (en avant), l'autre molle ; ou une seule nageoire dorsale possédant des rayons antérieurs épineux suivis de rayons mous (B). Chez certaines espèces (la plupart des Siluriformes), le premier rayon est constitué d'une forte épine plus ou moins fortement denticulée. Selon les espèces, la nageoire dorsale a des formes différentes : bord droit, bord concave, bord rond, filamenteuse (C). Enfin quelques espèces sont dépourvues de nageoire dorsale (certains Schilbeidae).

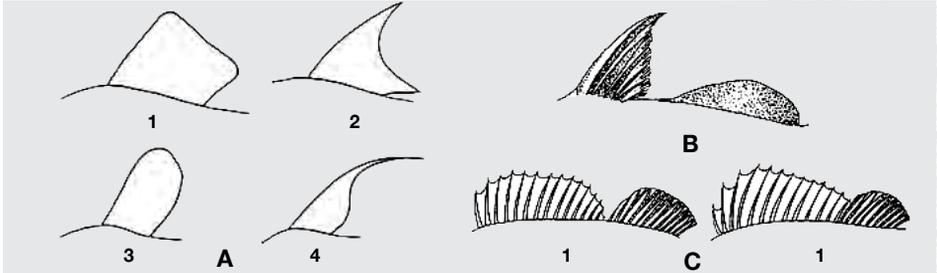


Figure 162. Nageoires dorsales. Nageoire dorsale molle (2) précédée d'un fort rayon épineux (1) et suivie d'une dorsale adipeuse (3) (A). Deux dorsales : rayons épineux (1), rayons mous simples et bifurqués (2), séparés (B1) et contigus (B2). Nageoire à bord droit (1), à bord concave (2), à bord rond (3) et filamenteuse (4) (C).

Selon la longueur respective de chacun de ses lobes, supérieur et inférieur, la nageoire **caudale** (Figure 163 ci-dessous) est qualifiée d'homocerque, lorsque les lobes sont symétriques (A) ; d'hétérocerque quand les lobes sont parfaitement dissymétriques : soit le lobe supérieur (Carcharhinidae) (B1), soit le lobe inférieur est plus développé (certains Amphiiliidae) (B2). Selon les espèces, la nageoire caudale peut avoir plusieurs formes : arrondie, fourchue, échancrée, émarginée. (C) : chez les Cyprinodontiformes, il existe de nombreuses formes différentes.

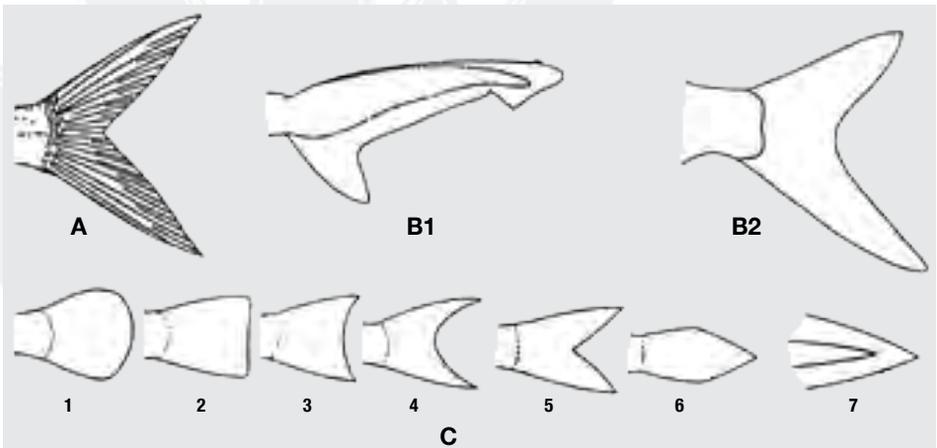


Figure 163. Nageoires caudales. Homocerque (A : *Citharinus* sp.). Hétérocerque (B1 : *Carcharhinus* sp.) et (B2 : Amphiiliidae). Différentes formes (C) : arrondie (1), tronquée ou émarginée (2), échancrée (3), en croissant (4), fourchue (5), pointue et séparée des nageoires dorsale et anale (6), pointue, absente ou fusionnée avec les nageoires dorsale et anale (7).

Les variations morphologiques de la nageoire **anale** peuvent servir à la détermination de certaines espèces, notamment chez les Cyprinodontiformes. Chez certains Alestidae adulte, elle est de forme différente chez le mâle et la femelle. Chez les Perciformes, les premiers rayons simples sont transformés en de véritables épines. Chez certains Siluriformes (Schilbeidae, Clariidae), elle est très développée. En revanche, elle est absente dans d'autres familles (Gymnarchidae).

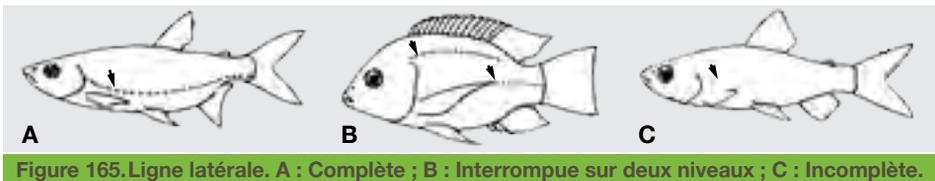
➤ Les écailles

Selon leur nature, on distingue deux types principaux : ganoïde et élasmoïde (Figure 164 ci-dessous). Les premières, épaisses et rhombiques, recouvertes d'une brillante couche de ganoïne sont particulières aux Polypteridae (A). Les secondes sont de deux types : elles sont soit cycloïdes c'est-à-dire fines et dépourvues d'épines (B), soit cténoïdes c'est-à-dire pourvues de petites épines sur leur bord postérieur (C). Chez les Tetraodontidae, les écailles se sont transformées et constituent des spicules (D). Les Siluriformes sont dépourvus d'écailles, à l'exception de certains Amphiliidae qui possèdent des plaques osseuses sur le corps. Enfin, chez les Chondrichthyens les écailles dites placoïdes sont de véritables petites dents, d'où leur nom de denticules cutanés, qui confèrent à la peau de ces poissons cette texture râpeuse particulière (E). Il existe chez quelques familles, certaines écailles durcies transformées en écusson (scutelles) formant une carène ventrale chez les Clupeidae par exemple.



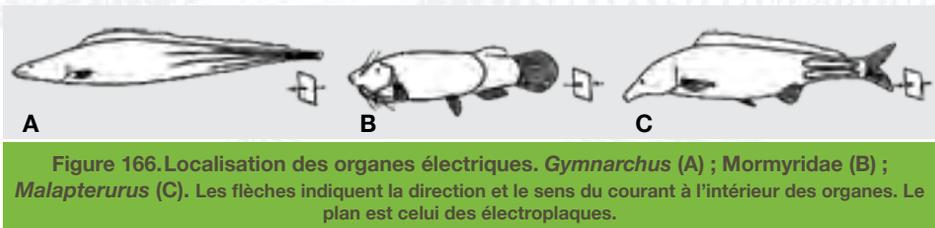
➤ La ligne latérale (Figure 165 ci-dessous)

Sur les poissons écailleux, elle est en communication avec l'extérieur par une série longitudinale de pores qui s'ouvrent au niveau des écailles percées de la ligne latérale. On distinguera quatre types : ligne latérale complète où toutes les écailles de la ligne latérale sont percées (Mormyridae et certains Alestidae) (A) ; ligne latérale interrompue, avec des écailles percées sur deux niveaux (Cichlidae, Anabantidae) (B) ; ligne latérale incomplète où seules les écailles antérieures sont percées (certains Alestidae et Mugilidae) (C) ; ligne latérale absente (certains Mugilidae et Nandidae).



➤ Les organes électriques

Certaines familles possèdent de tels organes qui ont différentes formes, localisations, puissances et fonctions (Figure 166 ci-dessous). Nous citerons les *Gymnarchus* et les Mormyridae dont les décharges faibles paraissent servir essentiellement à la reconnaissance des congénères et des obstacles. Les *Malapterurus* produisent des décharges beaucoup plus importantes utilisées pour la défense et l'attaque.





✓ *Principales mensurations et comptages*

Ces mesures sont importantes pour déterminer les espèces mais également pour suivre l'évolution des poissons dans un étang. Les mensurations sont présentées Figure 153 p. 175. Les numéros entre parenthèses correspondent à ceux indiqués sur les figures.

- **Longueur totale** (1) : distance horizontale de l'extrémité antérieure du museau à l'extrémité postérieure de la nageoire caudale.
 - **Longueur standard** (2) : distance horizontale de l'extrémité antérieure du museau à la base (ou articulation) de la nageoire caudale.
 - **Hauteur du corps** (3) : hauteur verticale maximale du poisson, nageoires non comprises.
 - **Longueur de la tête** (4) : selon les familles, elle peut être la distance horizontale de l'extrémité antérieure du museau au bord postérieur de l'opercule ou la distance horizontale de l'extrémité antérieure du museau à la pointe postérieure de l'occiput ou au bord osseux de l'encoche formée derrière la tête par la ceinture scapulaire.
 - **Longueur du museau** (5) : distance horizontale de l'extrémité antérieure de la mâchoire supérieure au bord antérieur de l'œil.
 - **Diamètre de l'œil** (6) : diamètre horizontal de l'œil.
 - **Largeur interorbitaire** : largeur minimale entre les orbites.
 - **Longueur prédorsale** (7) : distance horizontale de l'extrémité antérieure du museau à l'articulation du premier rayon de la nageoire dorsale.
 - **Longueur préanale** (8) : distance horizontale de l'extrémité antérieure du museau à l'articulation du premier rayon de la nageoire anale.
 - **Longueur prépectorale** (9) : distance horizontale de l'extrémité antérieure du museau à l'articulation du premier rayon de la nageoire pectorale.
 - **Longueur prépelvienne (préventrale)** (10) : distance horizontale de l'extrémité antérieure du museau à l'articulation du premier rayon de la nageoire pelvienne (ventrale).
 - **Longueur de la base de la nageoire dorsale** (11) : distance horizontale maximale mesurée entre les deux extrémités.
 - **Longueur de la base de la nageoire anale** (12) : voir nageoire dorsale (11).
 - **Longueur de la nageoire pectorale** (13) : longueur depuis l'articulation du premier rayon jusqu'à l'extrémité du plus long rayon.
 - **Longueur de la nageoire pelvienne (ventrale)** (14) : voir nageoire pectorale (13).
 - **Longueur du pédoncule caudal** (15) : distance horizontale prise du bord postérieur de la nageoire anale (ou dorsale si celle-ci s'étend plus en arrière) à la base de la nageoire caudale.
 - **Hauteur du pédoncule caudal** (16) : hauteur verticale minimale du pédoncule caudal.
- On procède également à un certain nombre de comptages.
- **Formule des nageoires** : le nombre d'épines ou de rayons simples est indiqué en chiffres romains, celui des rayons mous bifurqués (branchus) en chiffres arabes (exemple : III-7).
 - **Nombre d'écailles en ligne latérale et/ou longitudinale.**
 - **Nombre d'écailles en ligne transversale.**
 - **Nombre d'écailles prédorsales.**
 - **Nombre d'écailles autour du pédoncule caudal.**
 - **Nombre de branchiospines sur le premier arc branchial.**
 - **Nombre de dents des rangées externes et internes des mâchoires supérieure et inférieure.**

⇒ **L'ensemble de ces caractéristiques sont importantes pour déterminer à quelle famille, genre, espèce appartient les espèces cultivées.**

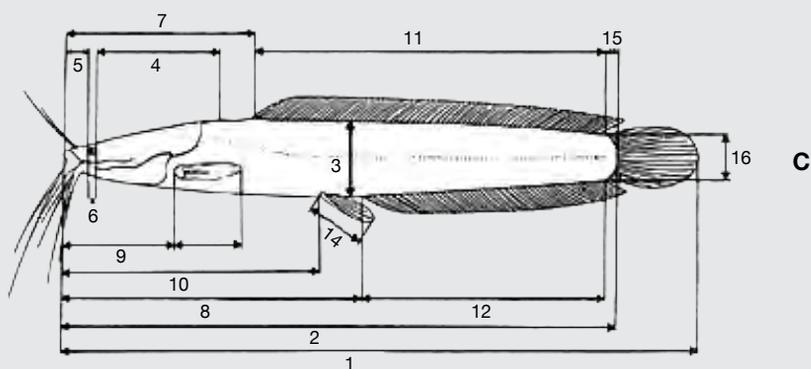
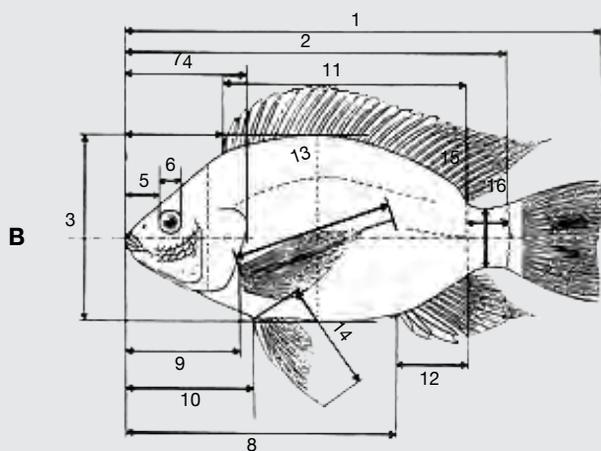
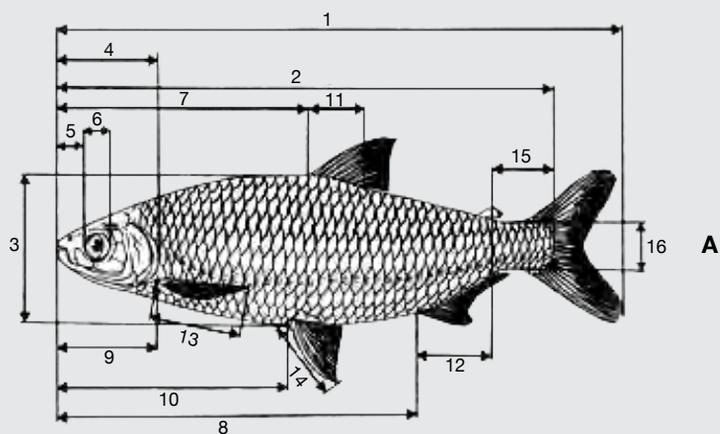


Figure 167. Principales mensurations effectuées sur un poisson. A : Characiforme ; B : Perciforme ; C : Siluriforme. Se reporter au texte pour la définition de la numérotation.



II. LA BIOLOGIE DES CICHLIDAE

Les Cichlidae appartiennent à l'ordre des Perciformes. Cette famille de poissons d'eau douce, ou parfois saumâtre, est répandue principalement en Amérique tropicale et en Afrique tropicale, mais aussi en Asie mineure, en Asie tropicale, à Madagascar et au Sri Lanka. Les Cichlidae ne possèdent qu'une seule narine de chaque côté (Figure 168 ci-dessous). Le corps, de forme variable, mais jamais très allongé, est plus ou moins comprimé et recouvert d'écaillures cycloïdes ou cténoïdes. Toutes les nageoires sont présentes. Les os pharyngiens inférieurs, unis l'un à l'autre, forment un triangle denté. Le lecteur pourra trouver plusieurs fiches de présentation d'espèces de Cichlidae en Annexe 05 p. 255.

En Afrique où certaines espèces ont un intérêt piscicole important. Plus de cent genres ont été décrits de ce continent. Comme nous l'avons vu auparavant (Chapitre 03, paragraphe II.1, p. 22), trois genres représentent les espèces principales pour la pisciculture africaine. D'autres espèces, prédatrices, sont utilisées pour le contrôle des reproductions.

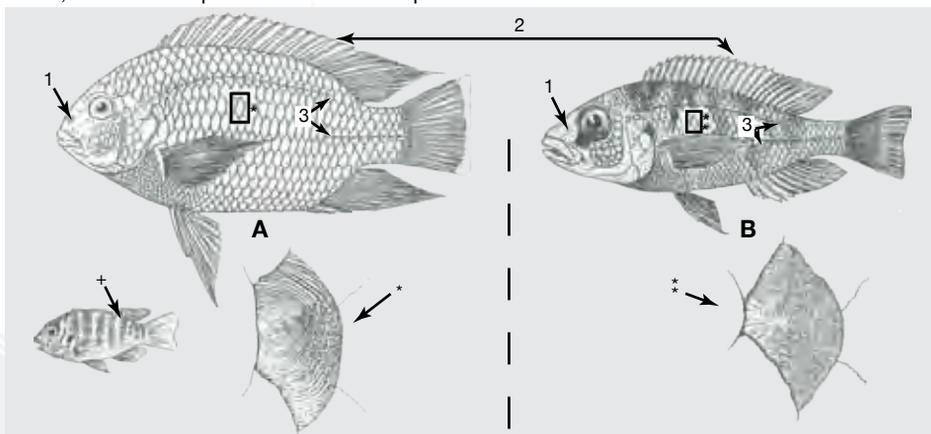


Figure 168. Diagnose externe des Cichlidae. A : *Tilapia zillii* ; B : *Haplochromis* spp.
 Caractères de famille : 1 : Une seule paire de narines ; 2 : Dorsale en 2 parties continues, rayons durs et mous ; 3 : Ligne latérale interrompue.
 Caractères intra-familial : + : Marque tilapienne bien visible chez les juvéniles ;
 * : Écaille cycloïde ; ** : Écaille cténoïde.

II.1. LA SYSTÉMATIQUE

On peut, globalement, séparer les Tilapiines des autres Cichlidae africains par la présence de la marque tilapienne sur la dorsale, bien visible chez les juvéniles et des écaillures cycloïdes (Figure 154 ci-dessus).

Trewavas (1983) a divisé les tilapia *sensu lato* en trois principaux genres, *Sarotherodon*, *Oreochromis* et *Tilapia sensu stricto*. Un des critères de différenciation a été le mode de reproduction. Parfois en liaison, d'autres critères ont été utilisés.

✓ Le genre *Tilapia* ne comprend que les espèces qui fixent leurs œufs sur un substrat, contrairement aux autres qui pratiquent l'incubation buccale. Outre ce caractère éthologique, les espèces de *Tilapia* diffèrent de celles des deux autres genres par l'os pharyngien inférieur, qui est aussi long que large, avec la pointe antérieure plus courte que la partie dentée ; les dents pharyngiennes postérieures sont bicuspidées ou tricuspidées (parfois quadricuspidées). Il y a au maximum 17 branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial (contre 28 chez les autres genres).

✓ La plupart des espèces du genre *Oreochromis* ont d'abord été décrites dans le genre *Tilapia*. Trewavas (1983), se basant sur des caractères éthologiques, a classé dans ce genre les espèces à incubation buccale exclusivement pratiquée par les femelles. Autres critères diagnostiques du genre *Oreochromis* : la taille réduite des écaillures sur le ventre, comparée à celles des écaillures sur les flancs ;

la papille génitale bien développée chez les deux sexes ; l'os pharyngien inférieur plus long que large ou aussi long que large ; la partie dentée de l'os pharyngien inférieur aussi longue ou un peu plus longue que la partie antérieure ; les dents pharyngiennes postérieures bicuspidées ou avec la cuspide inférieure réduite ou sans cuspide nette.

✓ Comme pour le genre *Oreochromis*, la plupart des espèces du genre *Sarotherodon* ont d'abord été décrites dans le genre *Tilapia*. Trewavas (1983), se basant sur des caractères éthologiques, a transféré dans le genre *Sarotherodon* les espèces chez lesquelles les mâles et les femelles pratiquent l'incubation buccale. Outre ce caractère éthologique, le genre *Sarotherodon* se distingue par les écailles sur le ventre qui ont presque la même taille que celles des flancs ; la papille génitale du mâle qui est petite ; l'os pharyngien inférieur qui est plus long que large ou aussi long que large et sa partie dentée qui est plus courte que la partie antérieure ; les dents pharyngiennes postérieures qui sont bicuspidées ou dont la cuspide inférieure est réduite ou sans cuspide nette.

II.2. L'ALIMENTATION

Parmi les nombreux exemples de régimes alimentaires et des adaptations trophiques qui y sont associés, les plus remarquables sont celles observées chez les Cichlidae des Grands lacs africains. Tous les types de nourriture existant dans ces lacs ont été utilisés par ces poissons et souvent avec des adaptations morphologiques et des comportements adéquats. Il existe, par exemple, chez les poissons molluscivores des espèces extractrices et des espèces broyeuses. De même, les brouteurs d'algues épilithiques ont des stratégies différentes, certains arrachant les algues des rochers, les autres les coupant à ras. On notera aussi certaines adaptations particulières comme les mangeurs d'écailles et les poissons nettoyeurs qui se nourrissent de parasites d'autres poissons.

Les tilapia sont, en général, des poissons microphages et / ou herbivores (Tableau XLII ci-dessous). Cependant, comme pour la grande majorité des Cichlidae, ce sont des **opportunistes**, c'est-à-dire qu'ils sont capables de se nourrir d'une grande variété d'items. Par exemple, *Oreochromis niloticus* est un phytoplanctonophage, c'est-à-dire qui se nourrit principalement de phytoplancton et qui peut aussi ingérer des algues bleues, du zooplancton, des sédiments riches en bactéries et en diatomées, ainsi que des aliments artificiels.

Tilapia guineensis possède une bouche infère (en position basse). Son régime alimentaire est non spécialisé à tendance herbivore, c'est-à-dire qu'il mange de tout, surtout des herbes. *Sarotherodon melanotheron* est un microphage, planctonophage et benthophage, c'est-à-dire qu'il mange principalement du plancton et des organismes vivant au fond ou à proximité du fonds (le benthos).

Tableau XLII. Régime alimentaire des plusieurs espèces de tilapia en milieu naturel.

Espèce	Phyto-plancton	Zoo-plancton	Algues	Macro-phytes	Périphy-ton	Détritus	Inver-tébrés	Larves et œufs de poissons
<i>O. aureus</i>	X	X						
<i>O. esculentus</i>	X							
<i>O. jipe</i>					X			
<i>O. leucostictus</i>	X					X		
<i>O. mossambicus</i>	X	X	X	X	X	X		X
<i>O. niloticus</i>	X							
<i>O. pangani</i>					X			
<i>O. shiranus</i>		X	X	X				
<i>O. variabilis</i>			X					
<i>S. galileus</i>	X							
<i>S. melanotheron</i>			X			X	X	
<i>T. guineensis</i>			X			X	X	
<i>T. kottae</i>	X					X	X	
<i>T. mariae</i>	X						X	
<i>T. rendalli</i>		X	X	X				
<i>T. sparrmanii</i>					X			
<i>T. zillii</i>				X			X	



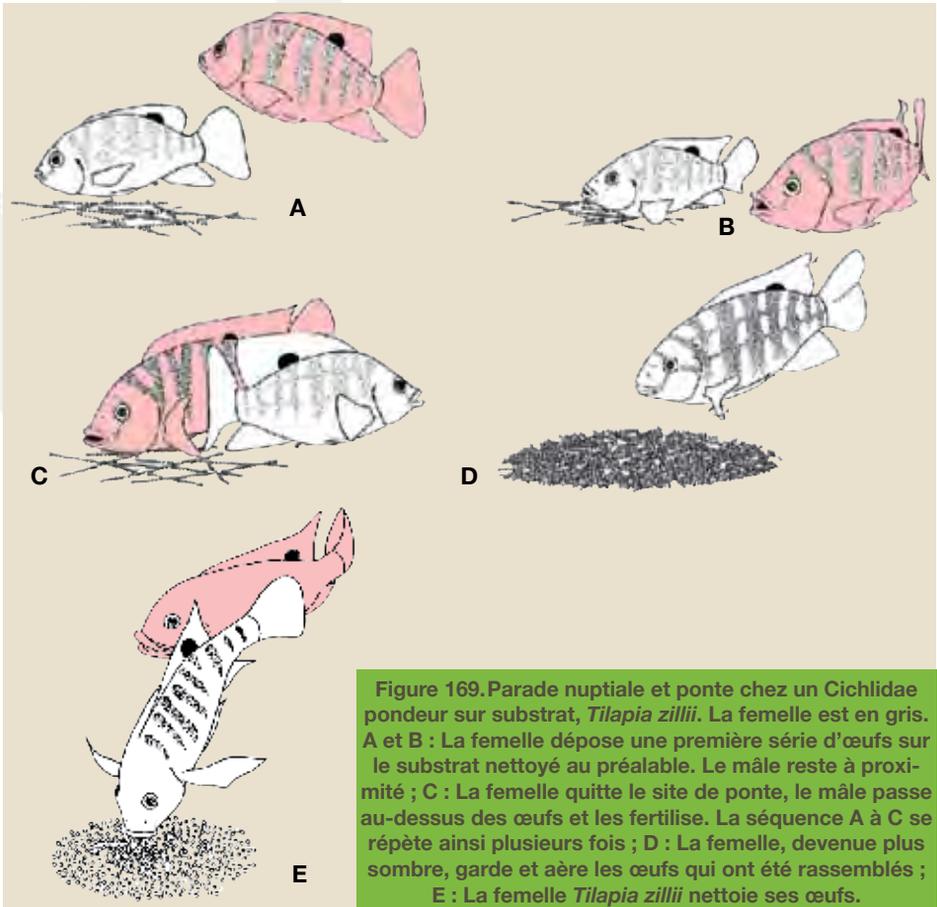
II.3. LA REPRODUCTION ET LES SOINS AUX JEUNES

Les Cichlidae présentent des parades nuptiales élaborées et qui sont en liaison avec les soins qu'ils prodiguent à leurs jeunes. Le mode de soins aux jeunes est un des critères de différenciation des genres de tilapia. Il en existe deux principaux chez les Cichlidae qui sont énumérés ci-dessous.

II.3.1. L'INCUBATION SUR SUBSTRATS

Les tilapia pratiquant ce mode de reproduction ont été placés dans le genre *Tilapia*. Une bonne partie sont monogames. Les œufs adhésifs sont déposés sur une surface dure. En fonction des espèces, il peut s'agir soit d'un substrat caché (anfractuosités de rocher, coquilles d'escargots), soit d'un substrat ouvert (cuvettes aménagées le plus souvent sur le sable ou le sol meuble vaseux) (Photo W, p. 219), puis fertilisés. Les œufs sont fertilisés et éclosent après quelques jours durant lesquels les deux parents assurent en général une garde vigilante. Lorsque les larves peuvent nager librement, elles restent en groupe près du substrat sous la surveillance des parents.

Les œufs de couleur jaunâtre sont collés sur un support, pierre ou morceau de bois à l'intérieur du nid chez *Tilapia zillii*, comme le montrent la Figure 169 ci-dessous. Sur un fond argilo-sableux ou vaseux, les nids sont des excavations peu profondes et les œufs sont déposés dans une petite cavité. Plus il y a de cavités, plus il y a de pontes. Un des géniteurs reste constamment au-dessus du nid, à surveiller la ponte et les jeunes alevins quittent le nid lorsqu'ils ont atteint 8 mm de long.



II.3.2. L'INCUBATION BUCCALE

Les œufs sont plus gros mais relativement moins nombreux que chez les incubateurs sur substrats. La plupart du temps, la ponte s'effectue sur un substrat, souvent préparé par le mâle. Cependant, chez certaines espèces pélagiques, la ponte peut avoir lieu en pleine eau. En général, ce sont des espèces polygames. Les mâles forment un territoire que les femelles viennent visiter. On distingue trois grandes catégories d'incubation buccale :

✓ L'**incubation maternelle** est le système le plus fréquent. La ponte a lieu sur un substrat, et les œufs non adhésifs, pondus seuls ou par petits groupes, sont pris rapidement en bouche par la femelle. Le mâle dépose son sperme au moment où la femelle ramasse les œufs ou alors les fertilise dans la bouche. L'incubation se poursuit jusqu'à ce que les jeunes soient entièrement indépendants. Dans certains cas, la femelle les abandonne périodiquement pour se nourrir puis les reprend ensuite dans la bouche. C'est le cas de tous les Haplochromines et du genre *Oreochromis*. Les femelles peuvent incuber en même temps des œufs fécondés par plusieurs partenaires.

✓ L'**incubation paternelle** est pratiquée par quelques espèces seulement. C'est le cas pour *Sarotherodon melanotheron*.

✓ L'**incubation biparentale** est également un cas rare chez les Cichlidae. Chez la plupart des Chromidotilapines les deux parents se partagent le frai. Il existe également des espèces chez lesquelles la femelle commence l'incubation puis le mâle prend le relais : c'est le cas des Cichlidae gobie du lac Tanganyika.

Chez les incubateurs buccaux, souvent, les mâles se réunissent sur une zone de nidification à faible profondeur et sur un substrat meuble (gravier, sable, argile). Chaque mâle porteur d'une coloration caractéristique délimite et défend un territoire et aménage un nid, où il tentera d'attirer et de retenir une femelle mûre. La forme et la taille du nid varient selon les espèces et même selon les populations au sein d'une même espèce (Figure 170 ci-dessous). Il s'agit souvent d'une organisation sociale en arène de reproduction. Les femelles qui vivent en bande à proximité de l'aire de reproduction n'effectuent que de brefs séjours sur les arènes. Allant d'un territoire à l'autre, elles sont courtisées par des mâles successifs jusqu'au moment où, s'arrêtant au-dessus de la cuvette d'un nid, elles forment un couple éphémère. Après une parade de synchronisation sexuelle (Figure 171, p. 220), la femelle dépose un lot d'ovules, le mâle les féconde immédiatement en injectant son sperme sur les œufs en suspension dans l'eau, puis la femelle se retourne et les prend dans la bouche pour les incuber. Cette opération très brève peut être recommencée, soit avec le même mâle, soit avec un autre mâle dans un territoire voisin. Chez les Haplochromines, les nageoires anales présentent un leurre mimant un œuf pour leurrer les femelles. Il s'agit de polygynie et polyandrie successives. Finalement, la femelle s'éloigne de l'arène où les mâles demeurent cantonnés et emporte en bouche les œufs fécondés qu'elle va incuber dans des zones abritées.



Photo W. Nids de *Tilapia zillii* (Libéria)
[© Y. Fermon].

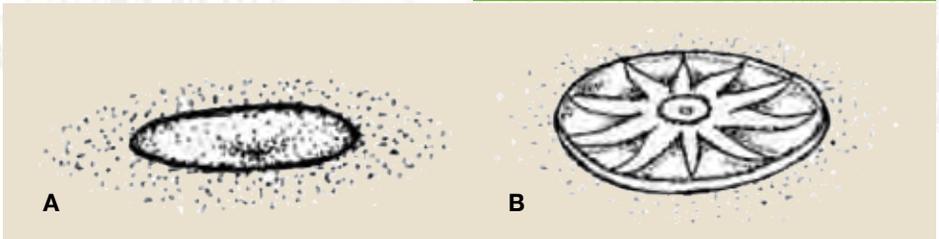


Figure 170. Nids de A : *Oreochromis niloticus* ; B : *Oreochromis macrochir*.

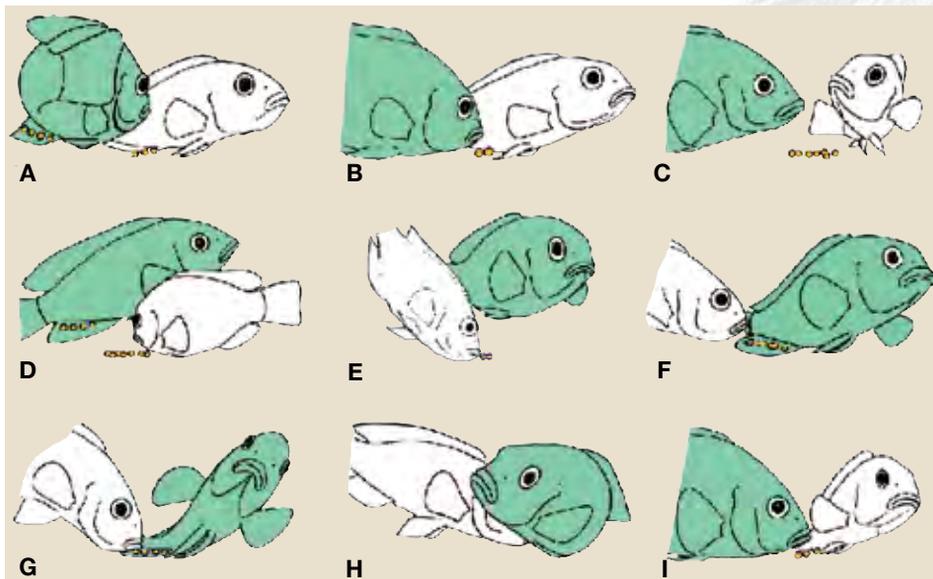


Figure 171. Parade nuptiale et ponte chez un Cichlidae incubateur buccal, *Haplochromis burtoni* du lac Tanganyika. Le mâle est en gris. A et B : La femelle pond les oeufs alors que le mâle reste à proximité ; C : Après avoir pondu quelques oeufs, la femelle se retourne rapidement ; D : La femelle se prépare à ramasser les oeufs avant que le mâle ait eu le temps de les fertiliser ; E : Collecte des oeufs par la femelle ; F : Le mâle déploie sa nageoire anale devant la femelle et lui montre ainsi les ocelles ; G et H : La femelle, les oeufs en bouche, essaie alors de collecter ces ocelles et se rapproche ainsi de l'orifice génital du mâle qui éjacule à ce moment là ; I : La femelle commence à pondre un nouveau chapelet d'œufs. L'ensemble de la séquence se répète ainsi plusieurs fois de suite.

L'éclosion a lieu dans la bouche de la femelle 4 à 5 jours après la fécondation, et la vésicule vitelline est complètement résorbée à l'âge de 11 à 12 jours (Figure 174, p. 222). La durée de cette phase dépend principalement de la température. Dès que la vésicule vitelline est résorbée et que les alevins sont capables de prendre de la nourriture exogène, la femelle laisse s'échapper de la bouche un nuage d'alevins qui s'oriente par rapport à la mère et se réfugie dans sa bouche au moindre danger

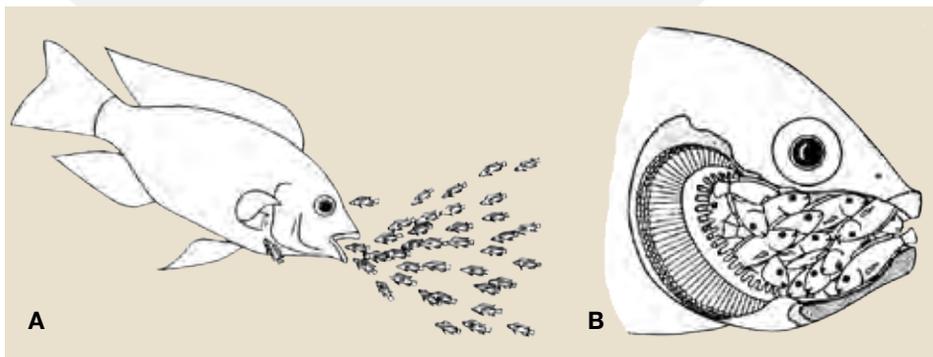


Figure 172. Incubation buccale. A : Les alevins rentrent dans la bouche de leur mère à la moindre alerte. B : Les alevins dans la bouche de leur mère.

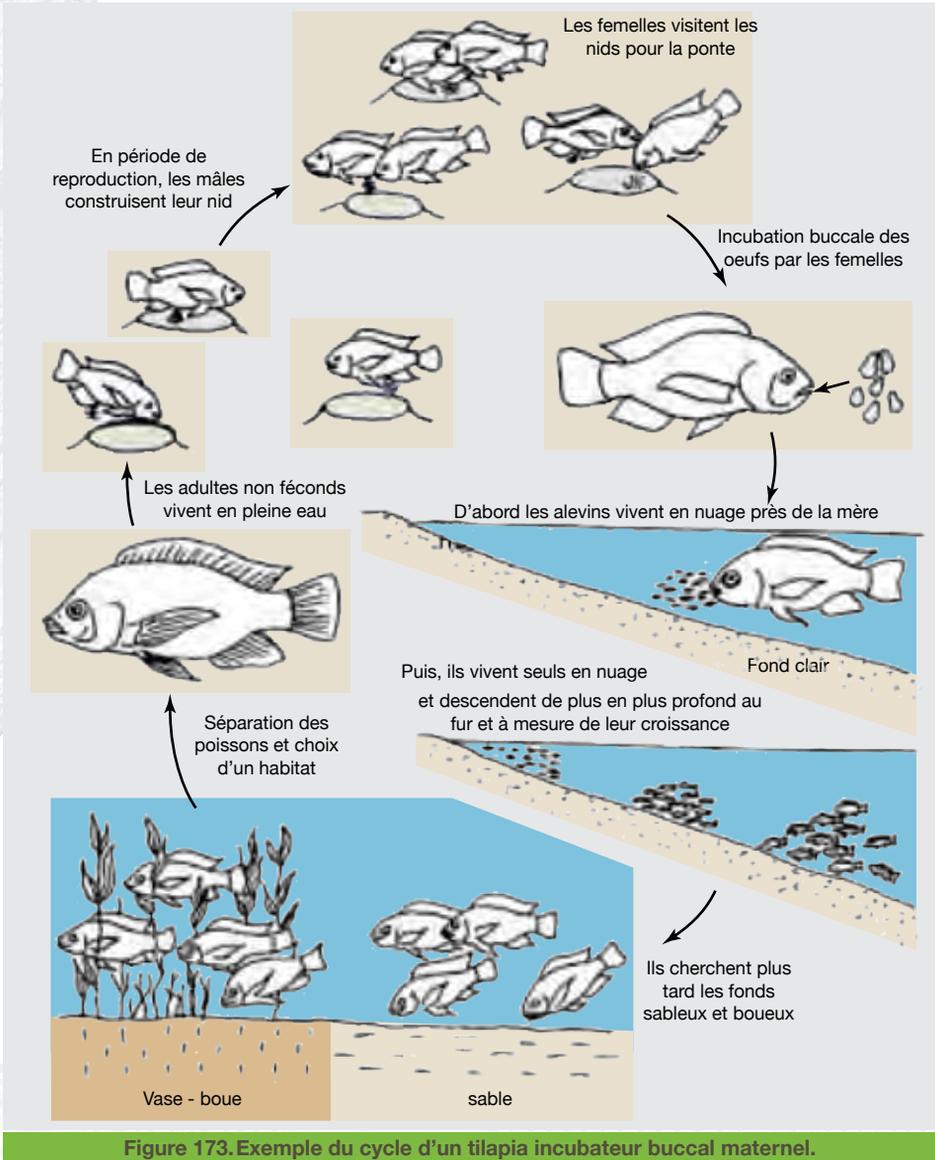


Figure 173. Exemple du cycle d'un tilapia incubateur buccal maternel.

et à l'appel de ses mouvements (Figure 172, p. 220).

Lorsque les alevins atteignent une taille de 9 - 10 mm, ils s'affranchissent définitivement de leur mère. Celle-ci les libère en eau peu profonde, sur les bords, où ils s'organisent en banc et continuent leur croissance. L'ensemble du cycle est résumé dans la Figure 173, p. 221.

Une femelle en bonne condition peut se reproduire avec une périodicité de 30 à 40 jours quand la température est de 25 à 28°C. Une même femelle peut produire 7 à 8 pontes par an, mais toutes les femelles d'un lot sont loin de se reproduire aussi fréquemment.

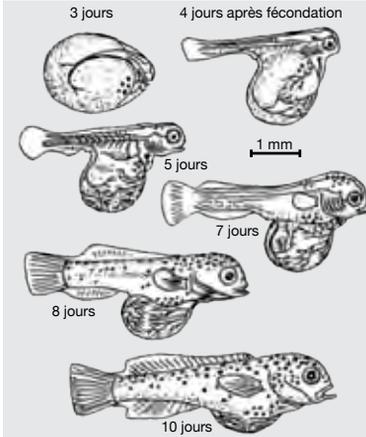


Figure 174. Différents stades chez les incubateurs buccaux.

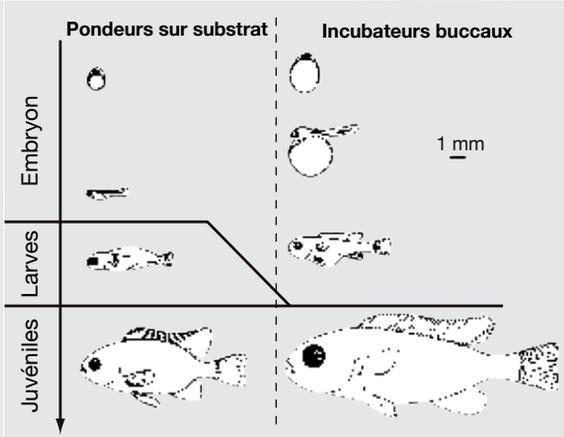


Figure 175. Comparaison entre embryons de pondeurs sur substrat et incubateurs buccaux.

Le nombre d'œufs et d'alevins qu'une femelle peut contenir dans sa bouche varie selon sa taille et l'espèce. Le record est sans doute détenu par *Oreochromis mossambicus* qui a atteint la taille respectable de 35 cm avec 4 000 œufs.

Chez *Sarotherodon melanotheron*, les œufs de teinte jaune ocre et légèrement piriformes (en forme de poires), atteignent 3 mm de diamètre. Ils sont incubés par le mâle. Les alevins à l'éclosion mesurent 5 mm de long et 9 mm lorsque la vésicule vitelline est résorbée.

II.3.3. LA CROISSANCE

Le mode de reproduction et de soins parentaux a une influence sur la taille des embryons et leur développement. En général, de par la contrainte physique, les incubateurs buccaux ne peuvent accueillir qu'un nombre limité d'œufs dans la cavité buccale (Figure 175 ci-dessus).

Selon les espèces, on peut noter que la taille maximale et la taille de maturation sexuelle varient : les poissons des grands lacs mûrissent à une longueur plus grande et grandissent jusqu'à une taille plus importante que ceux des lagons, étangs ou rivières (Tableau XLIII, p. 223, Figure 176 et Figure 177, p. 224). En lac, la taille de maturation et la longueur maximale des mâles et des femelles ne diffèrent pas. Par contre, dans les petites étendues d'eau ou les milieux surpeuplés, les mâles grandissent plus vite que les femelles dont la taille de maturation est inférieure à celle des mâles. Ce dimorphisme sexuel de croissance peut être relié au mode de soins parentaux. Dès que les individus atteignent l'âge de maturité (1 à 3 ans selon le sexe et le milieu), les individus mâles présentent une croissance nettement plus rapide que les femelles et atteignent une taille nettement supérieure. Cela peut se comprendre dans la mesure où les mâles doivent établir un territoire de reproduction et le défendre. Chez les pondeurs sur substrat, cette différence est, comme cela s'entend, moins importante. Chez les incubateurs buccaux, le mâle est généralement d'autant plus dominant que sa longueur est grande. Chaque fois que l'on introduit un nouveau mâle dans le milieu, les mâles se hiérarchisent et conservent cette hiérarchie jusqu'à la venue du nouvel intrus. Que fait le dominant ? Il prend le territoire le mieux placé et le surveille vivement, agressant tout mâle passant à proximité et courtisant les femelles. Il investira donc de l'énergie dans la défense de son territoire aux dépens de sa croissance par rapport aux autres mâles. Cependant, la croissance des mâles restera supérieure à celle des femelles.

Les poissons en mauvaise condition environnementale mûrissent à une taille plus petite que ceux qui sont en bonne condition. Si on trouve des individus en état de reproduction toute l'année, il existe néanmoins des pics de reproduction qui coïncident avec les deux saisons des pluies en milieu équatorial ou à l'unique saison des pluies sous d'autres latitudes. De plus, la croissance d'*Oreochromis niloticus* est extrêmement variable d'un milieu à l'autre, ce qui suggère que **la taille maximale**

Tableau XLIII. Taille à maturité sexuelle, taille maximale et longévité chez différentes espèces de tilapia.

Espèce	Lieu	Typique / Nain	Taille à maturation (mm)	Taille maximale (mm)	Longévité (Années)
<i>Alcolapia grahami</i>	Lac Magadi	N	25	100	
<i>Oreochromis aureus</i>	Lac Kinneret	T	190	315	5
<i>Oreochromis esculentus</i>	Lac Victoria	T	230	375	10
	Lac Victoria, Kavirondo Gulf	T	230	330	7
	Lac Victoria, Jinja	T	225	340	7
	Lac Victoria, Mwanza	T	240	325	7
	Aquarium	N	105		
	Étang	N	164		
<i>Oreochromis leucostictus</i>	Lac Naivasha	T	180	250	
	Lac Édouard	T	210	240	
	Lac George	T	140	280	
	Lac Albert	T	260	280	
	Lagon, lac Albert	N	100		
	Étang en Ouganda	N	120		
	Étang au Kenya	N	70		
<i>Oreochromis lidole</i>	Lac Malawi	T	285	390	5
<i>Oreochromis mortimeri</i>	Lac Kariba	T	300	390	8
	Bas Malolo	T	180		
	Haute Malolo	N	90		
<i>Oreochromis mossambicus</i>	Égypte	T		300	7
	Lac Sibaya	N	100		
	Afrique du Sud	T		390	11
	Aquarium	N	45		
<i>Oreochromis niloticus</i>	Égypte	T	200	330	9
	Lac George	T		400	
	Lac Rudolf	T	390	640	
	Cratère, lac Rudolf	N	250		
	Lac Édouard	T	170		
	Lac Baringo	T	260	360	
	Lac Albert	T	280	500	
	Lagon, lac Albert	N	100		
<i>Oreochromis rukwaensis</i>	Lac Rukwa	N	280		
<i>Oreochromis saka</i>	Lac Malawi	T	275	340	5
<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>	Lac Malawi	T	220	290	5
<i>Oreochromis shiranus chilwae</i>	Lac Chilwa	T	200	290	5
<i>Oreochromis squamipinnis</i>	Lac Malawi	T	240	330	5
<i>Oreochromis variabilis</i>	Lac Victoria	T	220	300	7
<i>Sarotherodon galileus</i>	Lac Kinneret	T	220	345	7
	Rivière Sokoto	N	110		
<i>Tilapia mariae</i>	Nigéria, rivière Osse	T	165	300	
	Rivière Jamieson	N	100		
	Lac Kariba	T		450	5
<i>Tilapia zillii</i>	Lac Kinneret	T	135	270	7
	Étang en Égypte	T	130	250	
	Lac Naivasha	N	90		
	Aquarium	N	70		

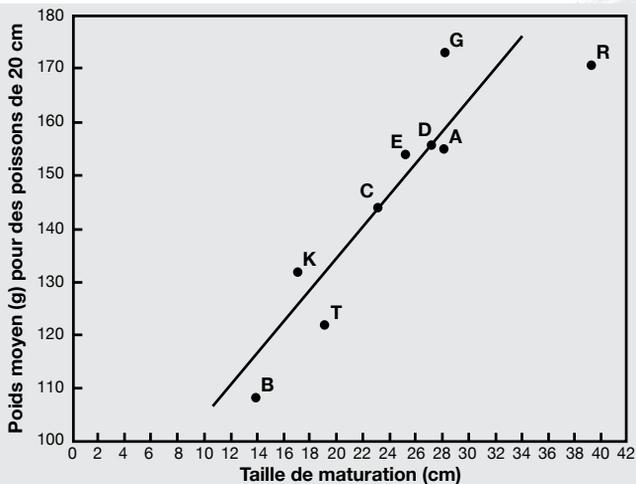


Figure 176. Relation entre le poids de poissons de 20 cm et la taille de maturation chez *Oreochromis niloticus* pour différentes origines géographiques. R : Lac Turkana ; A : Lac Albert ; G : Lac George ; E : Lac Édouard ; D : Lac Katinda ; C : Lac Chanagwora ; K : Lac Kijanebalola ; T : Lagune Tonya du lac Albert ; B : Lagune Buhuku du lac Albert.

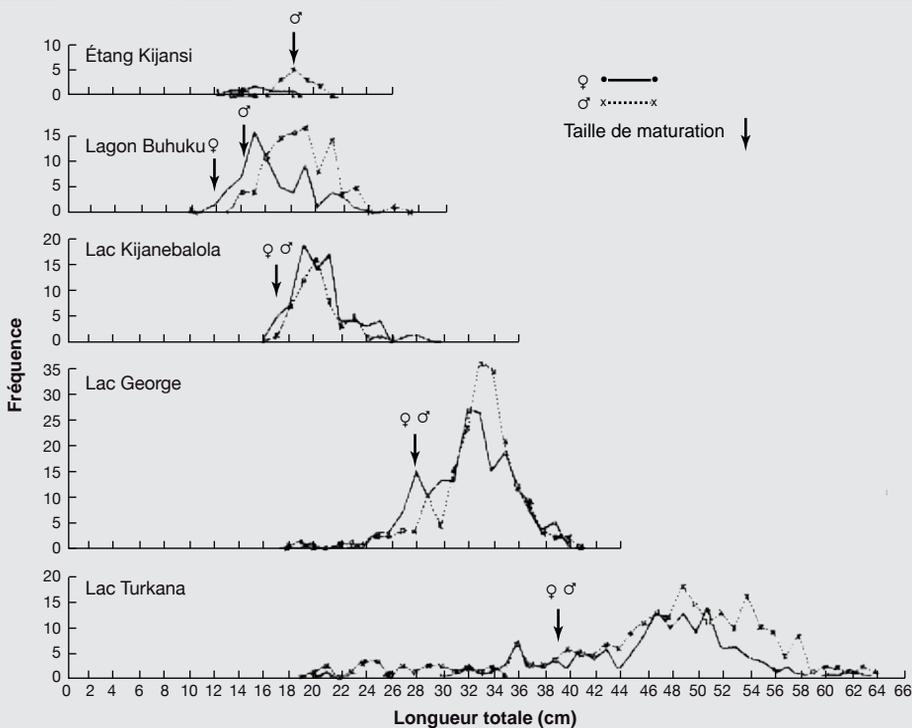


Figure 177. Classe de taille chez *Oreochromis niloticus* selon différentes localisations géographiques.

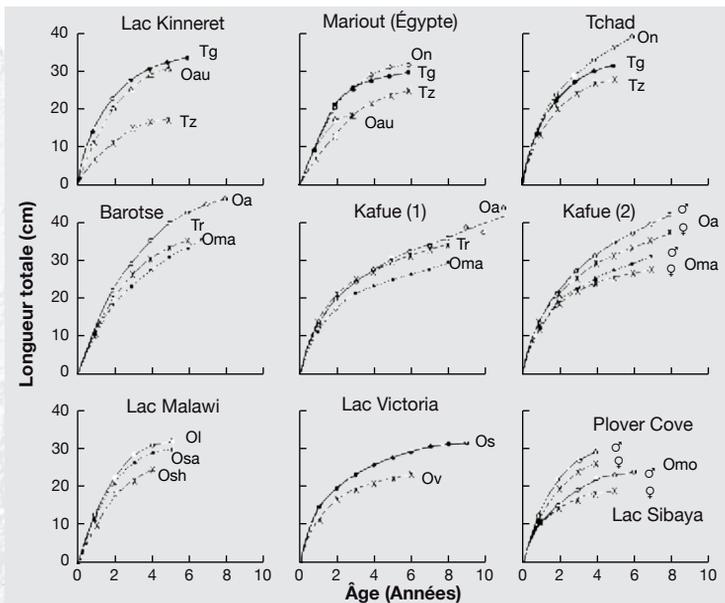


Figure 178. Comparaison du taux de croissance de différentes espèces en milieu naturel par localité. Oa : *Oreochromis andersonii* ; Oau : *O. aureus* ; Oe : *O. esculentus* ; Ol : *O. lidole* ; Oma : *O. macrochir* ; Omo : *O. mossambicus* ; On : *O. niloticus* ; Osa : *O. saka* ; Osh : *O. shiranus* ; Ov : *O. variabilis* ; Sg : *Sarotherodon galileus* ; Tr : *Tilapia rendalli* ; Tz : *T. zillii*.

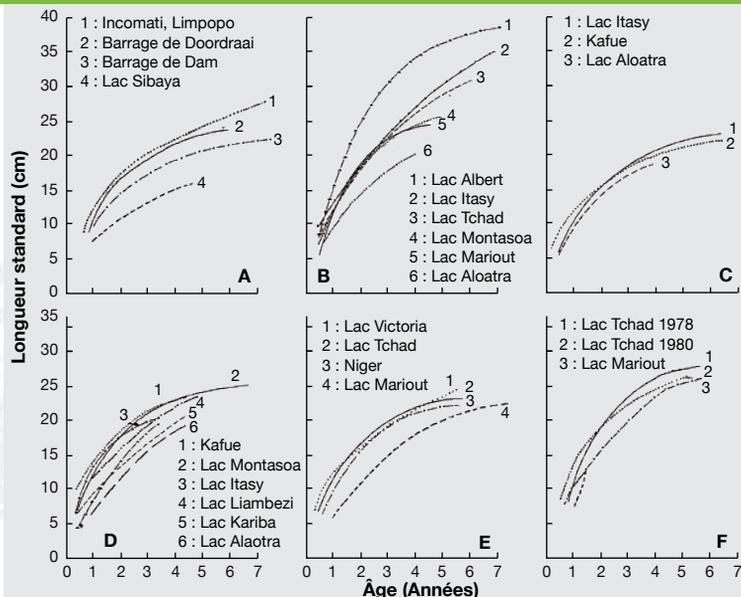


Figure 179. Comparaison du taux de croissance de différentes espèces en milieu naturel par espèce. A : *Oreochromis mossambicus* ; B : *O. niloticus* ; C : *O. macrochir* ; D : *Tilapia rendalli* ; E : *T. zillii* ; F : *Sarotherodon galileus*.



est plus dépendante des conditions environnementales que d'éventuelles différences génétiques. Par exemple dans le lac Tchad en Ouganda, *O. niloticus* atteint 30 cm au bout de 3 ans alors que dans le lac Mariout en Égypte, 5 ans sont nécessaires pour arriver à la même taille. On note que, dans les mêmes milieux, la croissance d'*O. niloticus* est supérieure à celle d'autres espèces de tilapia sur un temps long (Figure 178 et Figure 179, p. 225). **Il atteint 300 à 500 g en 8 mois, *O. leucostictus* 300 g, *Tilapia zillii* 250 à 400 g. Elle est d'un maximum de 3 g/jour dans des conditions optimales.**

Il existe d'autres espèces de Cichlidae, piscivores, qui sont utilisés en polyculture pour le contrôle des populations de tilapia.

⇒ Le groupe des *Hemichromis* « vert ». Il s'agit d'un complexe d'espèces avec deux espèces majeures : *H. elongatus* et *H. fasciatus*. Les autres espèces du genre appartenant au groupe des *Hemichromis* « rouges » ont été testées également mais sans succès en raison de leur régime alimentaire plutôt omnivore que piscivore.

⇒ Les poissons du genre *Serranochromis*, qui sont de grands prédateurs d'Afrique australe et de l'Est.

- ⇒ **Les tilapia sont :**
 - ⇒ **Des poissons robustes,**
 - ⇒ **Fortement plastiques et s'adaptant aux conditions environnementales,**
 - ⇒ **Avec des soins parentaux élaborés,**
 - ⇒ **Ce sont des opportunistes d'un point de vue alimentaire.**

III. LA BIOLOGIE DES SILURIFORMES OU POISSONS-CHATS

Plus connus sous l'appellation de poissons-chats, les Siluriformes (Siluroidei plus précisément) constituent un groupe important en matière de pisciculture. Leur production mondiale (plus de 300 000 tonnes / an) se situe actuellement au quatrième rang des espèces cultivées en eau douce après les carpes et autres Cyprinidae, les Salmonidae et les tilapia. Grâce à leur grande diversité de formes et de caractéristiques biologiques, les Siluriformes, représentés par plus de 2500 espèces décrites, peuvent contribuer à la valorisation des ressources aquatiques au travers de systèmes de production diversifiés. Aujourd'hui, si l'élevage de quelques espèces de Siluriformes a déjà émergé à un niveau économiquement significatif de production aquacole, le potentiel offert par la diversité biologique de ce groupe pour l'aquaculture reste encore largement méconnu et mérite un effort de recherche soutenu. En Afrique, ce ne sont que quelques espèces qui ont été utilisées, principalement de la famille des Clariidae. Cependant, les connaissances de la biologie de ces espèces restent encore éparses pour la plupart. Mais, beaucoup peuvent être utilisées comme espèces d'appoints et de contrôle des populations en apportant une plus value de poids produit dans les étangs.

III.1. LES CLARIIDAE

Peu d'études ont été entreprises sur la biologie des Clariidae africains utilisés en pisciculture. Les données restent donc éparses.

III.1.1. LA SYSTÉMATIQUE

Les Clariidae se distinguent des autres Siluriformes par l'absence d'épine à la nageoire dorsale, par des nageoires dorsale et anale très longues, par un corps de type anguilliforme, par la présence de quatre paires de barbillons et d'un organe suprabranchial, formé par des évaginations du deuxième et du quatrième arc branchial, permettant aux poissons de pratiquer une **respiration aérienne**.

Plusieurs espèces, notamment celles des genres *Clarias* et *Heterobranchus*, jouent un rôle important dans la pêche et la pisciculture. Deux espèces sont présentées en Annexe 05 p. 255.

Le genre *Clarias* est caractérisé par la présence d'une **seule nageoire dorsale** s'étendant

jusqu'à la caudale, l'adipeuse étant absente (à l'exception d'une espèce possédant une adipeuse réduite). Les nageoires verticales ne sont pas confluentes. Le corps est plus ou moins allongé. La tête est aplatie. Les os céphaliques latéraux sont contigus. Les yeux, à bord libre, sont très petits. Il existe plus de 35 espèces décrites de *Clarias* en Afrique.

Le genre *Heterobranchus* est caractérisé par la présence d'une **grande nageoire adipeuse** entre la dorsale rayonnée et la nageoire caudale soutenue par des épines neurales prolongées. La tête est aplatie. Les os céphaliques latéraux sont contigus. Les yeux, à bords libres, sont petits. Seules, 5 espèces sont connues.

III.1.2. L'ALIMENTATION

Peu d'études ont porté sur les besoins nutritionnels des Clariidae, en particulier de *Clarias gariepinus* et dans une moindre mesure encore de *Heterobranchus longifilis* en milieu naturel. Les rares études effectuées montrent une similitude dans la couverture des besoins généraux des deux espèces.

Clarias gariepinus se nourrit sur le fond et sont omnivore. Il mange des insectes, des crabes, du plancton, des escargots et des poissons mais également de jeunes oiseaux, des cadavres, des plantes et des fruits, le régime variant en fonction de la taille.

Les autres Clariidae sont tous, généralement, selon les connaissances que l'on a sur leur alimentation, des omnivores. Plusieurs espèces ont, cependant, une tendance à se nourrir de poissons principalement.

Chez *Heterobranchus longifilis*, la première prise d'aliments des alevins s'effectue dès l'âge de 2 jours, alors que la vésicule vitelline n'est pas encore entièrement résorbée. À ce stade, les alevins, dont la largeur de la bouche est d'environ 1 mm, sont déjà capables d'ingérer des proies planctoniques de grande taille. Le régime alimentaire, essentiellement zooplanctonophage jusqu'à l'âge de 5-6 jours, tend par la suite à se diversifier progressivement avec l'incorporation d'insectes de taille croissante, principalement de larves de chironomides. À ce stade, on trouve également, dans les estomac, des coquilles de gastéropodes, des détritits organiques, des débris de végétaux, et des graines, qui traduisent l'évolution du régime vers celui de l'adulte, considéré comme un omnivore à tendance carnassière. Les alevins se nourrissent de façon continue de jour et de nuit, sans qu'un rythme quelconque dans la prise d'aliments ne soit mis en évidence.

Les Clariidae sont des poissons essentiellement nocturnes.

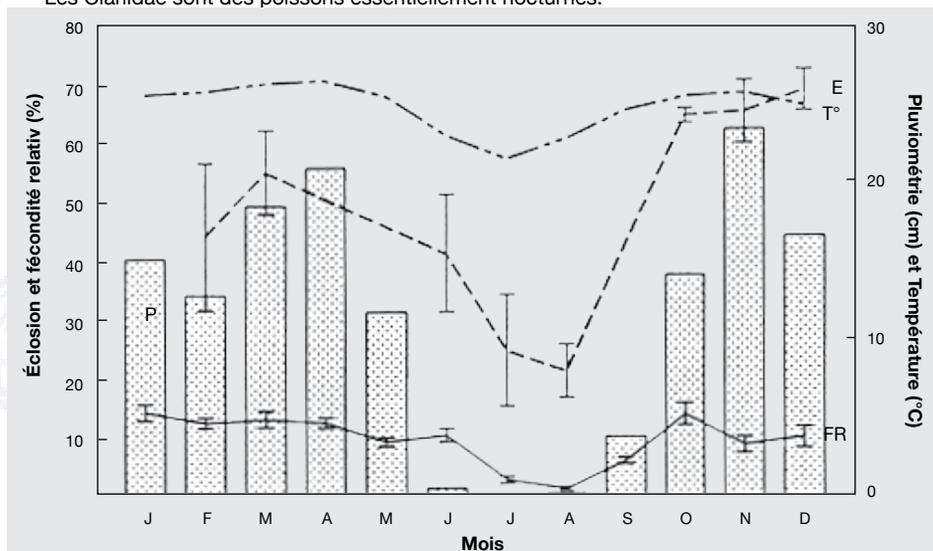


Figure 180. Fécondité relative (% du poids total), % d'écllosion (% du total d'œufs) de *Clarias gariepinus*, pluviométrie moyenne mensuelle et température moyenne. Brazzaville.



III.1.3. LA REPRODUCTION

La taille de première maturation se situe entre 40 et 45 cm pour les femelles entre 35 et 40 cm pour les mâles chez *Clarias gariepinus*. Les œufs sont verdâtres. L'incubation est d'environ 33 heures à 25°C.

Ovipares, la reproduction s'effectue pendant la saison des pluies (Figure 180 ci-dessous). Les poissons font des migrations latérales dans les plaines inondées pour se reproduire puis retournent dans les lacs ou lits majeurs des rivières.

Dans la plupart des pays africains, le cycle de reproduction du poisson-chat débute au commencement de la saison des pluies. Le stimulus final de la fraie semble être associé à la montée des eaux et l'inondation des zones marginales. Au cours de la fraie, de grands bancs de poissons-chats mâles et femelles adultes se concentrent au même endroit, dans des eaux d'une profondeur souvent inférieure à 10 cm, en bordure de lacs ou d'eaux calmes. Le poisson-chat africain fraie en captivité sur une grande variété de substrats, incluant des fibres de sisal, des feuilles de palmier et des pierres.

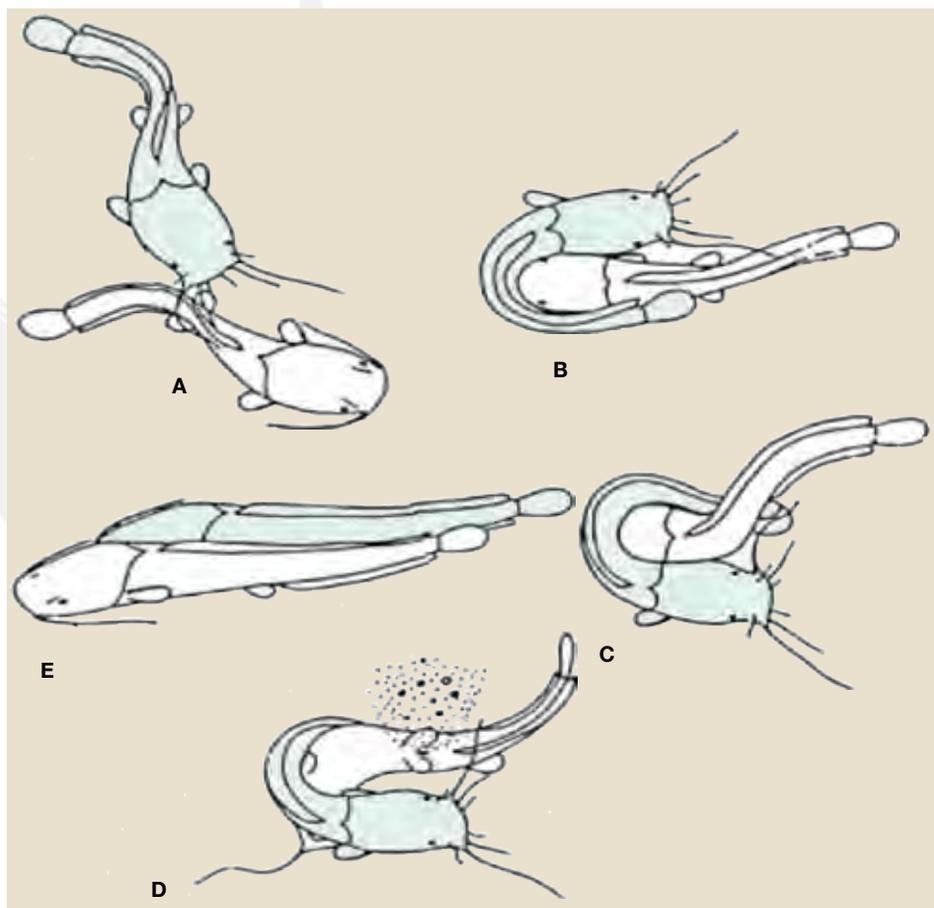


Figure 181. Parade nuptiale chez *Clarias gariepinus*. A : Le mâle (en gris) approche la femelle ; B et C : Le mâle enserre la tête de la femelle et la tient solidement ; D : Le sperme et les ovocytes sont relâchés dans le milieu et la femelle les disperse par des mouvements de queue ; E : Le couple se repose.

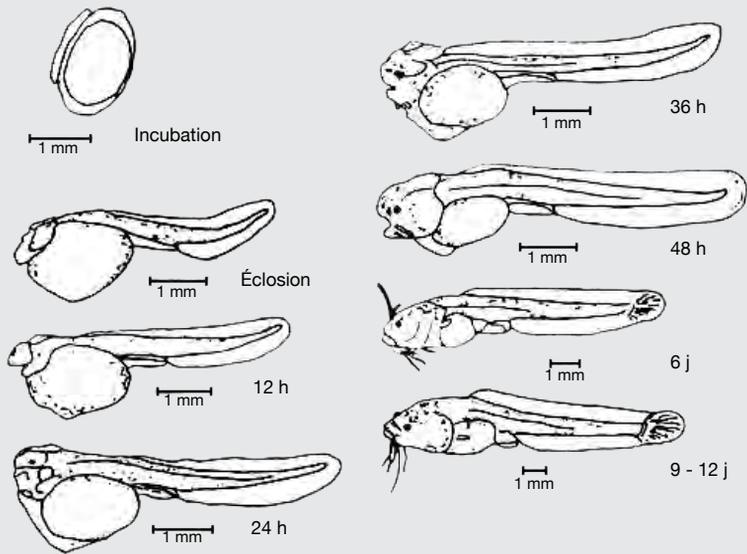


Figure 182. Premiers stades de développement chez *Clarias gariepinus*.

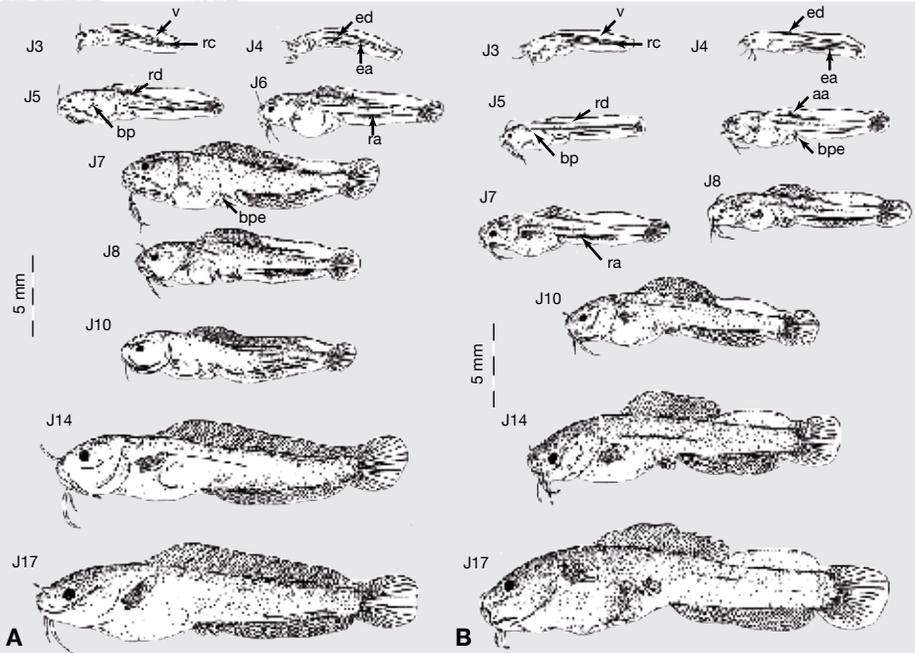


Figure 183. Plusieurs stades du développement larvaire jusqu'à 17 jours.

A : *Clarias gariepinus* ; B : *Heterobranchus longifilis*.

aa : amorce de la nageoire adipeuse ; bp : bourgeon de la pectorale ; bpe : bourgeon de la pelvienne ; ea : ébauche des rayons de l'anale ; ed : ébauche des rayons de la dorsale ; ra : rayons de l'anale ; rc : rayon de la caudale ; rd : rayons de la dorsale ; v : vésicules.



Durant la parade, qui peut durer plusieurs heures, la femelle du poisson-chat dépose ses œufs par petits groupes. La parade nuptiale est précédée par des combats de mâles. Les couples s'isolent. Le mâle se met en U autour de la tête de la femelle. Les œufs et le sperme sont relâchés ; puis, suivi par des mouvements de sa queue, la femelle disperse les œufs sur une surface importante. Le couple se repose plusieurs minutes après la ponte (Figure 181, p. 228). Le partenaire fertilise en même temps chaque groupe d'œufs en lâchant un nuage de laitance au-dessus des œufs. Les œufs adhèrent finalement à la végétation submergée. En captivité, beaucoup d'œufs sont détruits par la violence des coups de queue. Après la fraie, le banc de poissons-chats retourne en eau plus profonde. Il n'y a pas de protection parentale pour les œufs. Après quelques semaines, le poisson-chat produit à nouveau un groupe d'œufs et se prépare à une nouvelle fraie.

Une seconde fraie sera provoquée par les pluies ou par une nouvelle crue. Plusieurs fraies peuvent se succéder ainsi la même année. Les œufs éclosent après 24 à 36 heures, suivant la température de l'eau. Les larves, appelées à ce stade larves vésiculées, se cachent dans la végétation. Les alevins et les juvéniles de poisson-chat africain sont difficiles à trouver dans la nature. C'est probablement dû à la forte mortalité des œufs et des larves.

Il n'y a pas de soins parentaux si ce n'est le choix du site de ponte. Le développement des œufs et des larves est rapide et les jeunes sont en nage libre 48 à 72 heures après la fécondation (Figure 182 et Figure 183, p. 229). Les jeunes restent dans les zones inondées et vont migrer quand ils atteignent 1,5 à 2,5 cm de long.

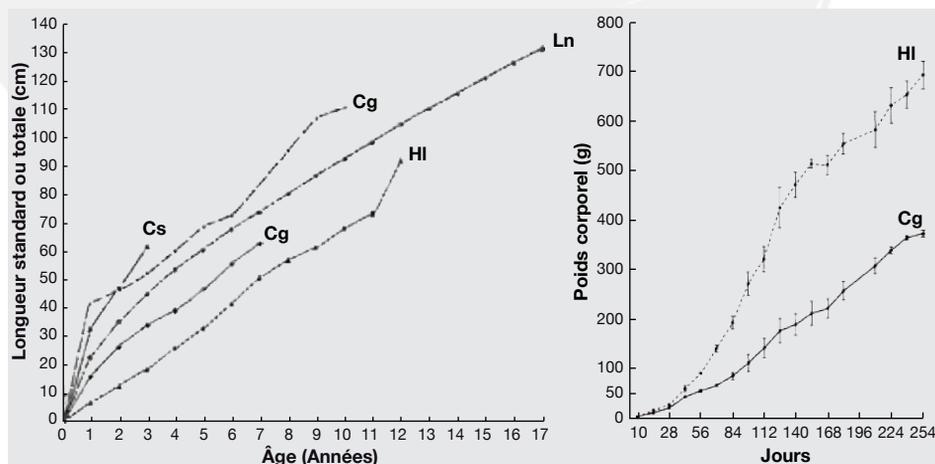
Chez *Heterobranchus longifilis*, les œufs sont munis d'un large disque adhésif. Leur incubation est effectuée en eau stagnante et à l'obscurité. À 27 - 29°C, l'éclosion intervient 24 à 28 h après la fécondation.

III.1.4. LA CROISSANCE

Les taux de croissance se sont révélés très prometteurs. C'est ainsi que toutes les études sur des grands *Clarias* et *Heterobranchus* font état de croissance presque linéaire au-delà de l'âge d'un an (Figure 184 ci-dessous).

Pour *Heterobranchus longifilis*, les poissons ont atteint en moyenne 900 g en 6 mois à partir d'un poids moyen de 25 g, lors d'essais de grossissement en étangs d'eau douce. Entre 100 et 500 g, la vitesse de croissance dépasse 5 g/j.

Pour *Clarias gariepinus*, les poissons atteignent 500 à 1000 g en 8 mois.



III.2. LES CLAROTEIDAE ET AUCHENOGLANIDAE

Ces poissons-chats caractérisés par la présence de deux à quatre paires de barbillons, d'épines pectorales bien développées, d'une nageoire adipeuse moyennement ou fortement développée, d'une nageoire anale moyennement développée. L'ouverture de la bouche est soutenue du côté supérieur par l'os prémaxillaire et par une partie de l'os maxillaire.

Parmi les autres poissons-chats utilisés en pisciculture, on pourra noter les poissons du genre *Chrysichthys* et l'espèce *Auchenoglanis occidentalis* (Photo X, p. 232). Autrefois dans la même famille, ces genres ont été récemment mis en deux genres bien distincts.

III.2.1. LE GENRE CHRYSICHTHYS

De la famille des Claroteidae, le genre *Chrysichthys* est caractérisé par la présence de quatre paires de barbillons ; une nageoire dorsale à 6 (rarement 5 ou 7) rayons mous, précédés par une épine très courte et par une épine fortement développée et faiblement denticulée à son bord postérieur ; une nageoire adipeuse de taille moyenne ou petite (la base étant moins grande que la largeur de la tête) ; une paire de nageoires pectorales à 8-11 rayons mous, précédés par une épine forte, bien denticulée sur le bord postérieur ; une paire de nageoires ventrales, implantées environ au milieu du corps, à 1,5 rayons ; une nageoire anale de taille moyenne à III-VI, 6-12 rayons ; une nageoire caudale bien bifurquée. Les yeux, à bord libre, sont latéraux et grands. Le corps est moyennement allongé, 4-6 fois aussi long que haut.

Le *Chrysichthys*, plus connu sous le nom local de « mâchoiron », est un poisson très apprécié en Côte d'Ivoire et en Afrique de l'Ouest en général. Les nombreuses recettes traditionnelles à base de mâchoiron dans la restauration locale (maquis) illustrent l'attachement au caractère festif de cette espèce. Il est d'ailleurs facile d'observer que les plus grosses ventes ont lieu à la veille des grandes fêtes. L'appellation de « mâchoiron » regroupe l'ensemble des trois espèces du genre *Chrysichthys* : *C. maurus*, *C. nigrodigitatus* et *C. auratus*. La distinction entre *Chrysichthys maurus* et *C. auratus* n'est pas toujours aisée car, pour des individus de taille comparable, les différences morphologiques interspécifiques sont minimales alors que la variabilité intraspécifique peut être très grande en particulier selon les saisons. En revanche, la distinction de ces deux espèces avec *C. nigrodigitatus* est aisée du fait de la plus grande taille de celui-ci et de sa coloration plutôt gris argenté, alors qu'elle tend au jaunâtre chez *C. maurus* et *C. auratus*.

Les mâchoirons, poissons benthiques, se nourrissent principalement, au stade adulte, de détritus organiques et d'invertébrés : larves d'insectes (chironomes, diptères), de crustacés planctoniques, de mollusques. En revanche les juvéniles, jusqu'à la taille de 15 cm, semblent se nourrir essentiellement de zooplancton. Les *Chrysichthys* sont des espèces robustes résistant bien aux manipulations et capables de supporter momentanément de faibles teneurs partielles en oxygène.

■ CHRYSICHTHYS MAURUS

En milieu naturel, *C. maurus* a une croissance relativement lente, il atteint environ 12 cm (soit 25 g) en un an. Lorsqu'il est élevé en étang à une densité de 3 poissons au m² et nourri avec un aliment artificiel à 33 % de protéines brutes, *C. maurus* passe de 11 g à 200 g en 12 mois.

C. maurus peut se reproduire à partir de l'âge de 10 mois. La taille des petits individus matures est de 9 à 11 cm dans les cours d'eau ivoiriens.

En milieu naturel, la reproduction de *C. maurus* est saisonnière. Des ovocytes de petit diamètre (100 - 150 µm) peuvent être observés dès le début de la grande saison des pluies (soit en avril - mai). L'arrivée des eaux douces continentales et la baisse de la température de l'eau (passant alors à 26 - 29°C) semblent avoir une influence sur le début du processus de reproduction de cette espèce. L'activité de ponte commence en juin et s'étale jusqu'en novembre - décembre. Pendant la saison sèche, à partir de janvier, les couples encore en reproduction sont rares. Pour l'accouplement et le dépôt des œufs, cette espèce recherche des anfractuosités (rochers, bois morts, bambous...). Les parents restent généralement dans le nid avec les alevins jusqu'à la résorption de leur vésicule vitelline. Le dimorphisme sexuel est très marqué : le mâle mature se reconnaît par une tête plus large et la femelle par un embonpoint de l'abdomen et un renflement de la papille urogénitale. La fécondité relative est de l'ordre de 15 à 20 ovocytes par gramme de poids de femelle. Une même femelle ne produit qu'une seule ponte chaque année.



■ CHRYSICTHYS AURATUS

La biologie de *C. auratus* semble très proche de celle de *C. maurus* mais avec une croissance nettement inférieure. Cette espèce ne présente donc aucun intérêt aquacole.

■ CHRYSICTHYS NIGRODIGITATUS

En milieu naturel, *C. nigrodigitatus* atteint 18 cm (longueur à la fourche) en un an, 24 cm en deux ans et 30 cm en trois ans. Des études ont montré qu'élevé en bassin, il mettait onze mois pour passer de 15 g (11 cm) à 250 g (26 cm). À l'état sauvage, *C. nigrodigitatus* se reproduit en général à partir de la taille de 33 cm (3 ans d'âge) avec un comportement analogue à celui de *C. maurus* (recherche de réceptacle de ponte par le couple). La fécondité relative de cette espèce est voisine de celle de *C. maurus*. Il est donné, en moyenne, une valeur de 15 ovocytes par gramme de poids de femelle, avec des valeurs extrêmes de 6 et 24.

L'éclosion intervient 4 à 5 jours après à la température de 29 – 30°C en donnant des larves de 25 à 30 mg dotées d'un important sac vitellin qui se résorbe progressivement en une dizaine de jours. Ils atteignent 350 - 400 g en 8 à 10 mois.

Il existe chez les femelles adultes un développement progressif et synchrone des gonades correspondant à l'existence d'une saison de reproduction bien marquée. Les pontes débutent fin août et leur fréquence est maximale entre septembre et octobre (plus de 50 %). On observe ensuite une baisse vers fin novembre et l'activité de ponte s'achève en décembre. Toutefois, il faut noter que si la majorité des pontes se situe régulièrement entre septembre et novembre, le maximum annuel se déplace sensiblement selon les années.

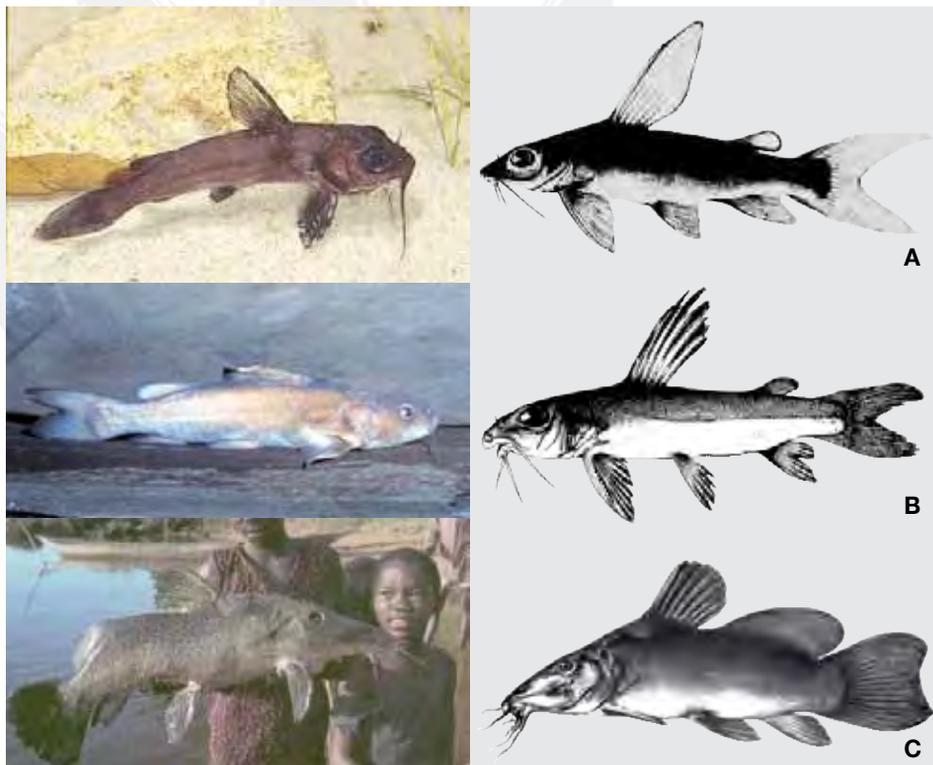


Photo X. Claroteidae. A : *Chrysiichthys nigrodigitatus* [© Planet Catfish] ; B : *C. maurus* [© Teigler - Fishbase] ; Auchenoglanididae. C : *Auchenoglanis occidentalis* [© Planet Catfish].

III.2. LE GENRE *AUCHENOGLANIS*

De la famille des Auchenoglanididae, le genre *Auchenoglanis* est caractérisé par un corps peu allongé, trois paires de barbillons (une paire maxillaire et deux paires mandibulaires) et la position de la narine antérieure qui se trouve sur la lèvre supérieure ; nageoire dorsale à 7 rayons branchus, précédée par deux épines : une petite et une forte denticulée ; nageoire adipeuse débutant à proximité de la nageoire dorsale ; pectorales à 9 rayons branchus, précédées par une épine forte ; nageoires ventrales bien développées à 6 rayons dont 5 branchus ; nageoire anale moyenne à 6-8 rayons branchus et nageoire caudale émarginée.

Cette espèce a été testé en Côte d'Ivoire à Bouaké. Les taux de croissance se sont révélés assez faible et l'essai n'a pas été renouvelé.

III.3. LES SCHILBEIDAE

Les Schilbeidae (famille de poissons-chats se rencontrant en Afrique et en Asie) se caractérisent par une tête aplatie dorso-ventralement, un abdomen assez court, un aplatissement latéral de la partie caudale du corps et une nageoire anale allongée (Photo Y ci-dessous). Les nageoires dorsales sont courtes et parfois absentes. Les nageoires pectorales, comme la nageoire dorsale chez la plupart des espèces, sont pourvues d'une épine. Selon l'espèce, trois ou quatre paires de barbillons sont présentes autour de la bouche. Les Schilbeidae sont des poissons plus ou moins bons nageurs dont le corps est aplati latéralement à l'inverse de la majorité des silures vivant sur le fond qui ont un corps anguilliforme ou aplati dorso-ventralement. En Afrique, cinq genres de Schilbeidae sont actuellement reconnus : *Parailia*, *Pareutropius*, *Siluranodon*, *Irvineia* et *Schilbe*. Les trois premiers genres ont peu de valeur économique en raison de leur petite taille. En revanche, certaines espèces des genres *Irvineia* et *Schilbe* qui peuvent atteindre une taille assez importante (50 cm ou plus) sont très appréciées.

Chez *Schilbe mandibularis*, la taille de première maturité sexuelle présente une variation le long du cours d'eau (amont, lac et aval) pour les deux sexes. Elle est légèrement plus faible chez les mâles que chez les femelles (12,3 cm contre 14,8 en amont et 14,8 contre 18,1 cm en aval). Les données relatives à l'évolution de la maturité sexuelle et au rapport gonado-somatique révèlent un cycle de reproduction saisonnier bien distinct. L'espèce se reproduit en saison des pluies d'avril à juin puis d'août à octobre. L'activité maximale de reproduction survient d'avril à juin, correspondant au pic de la pluviométrie. Le repos sexuel survient pendant la saison sèche, de décembre à mars. La fécondité relative moyenne atteint 163600 ovocytes par kg de poids corporel, avec un minimum de 15308 ovocytes et un maximum de 584593. Le diamètre de l'ovocyte à la ponte est environ de 1 mm. Un effet négatif du milieu lacustre sur certains indicateurs biologiques de la reproduction (taille de première maturité sexuelle, sex-ratio, poids corporel moyen et fécondité) a été mis en évidence. Cette influence du milieu lacustre pourrait être dû à la forte pression de pêche qui y est exercée.

Les poissons du genre *Schilbe* deviennent piscivores vers 13 - 14 cm LT. Ce sont des poissons utilisables pour le contrôle des populations de tilapia.

III.4. LES MOCHOKIDAE

Tous les poissons appartenant à cette famille possèdent trois paires de barbillons, une paire maxillaire et deux paires mandibulaires, sauf chez certaines formes rhéophiles dont les lèvres sont transformées en disque adhésif. Il n'y a pas de barbillons nasaux. La première dorsale, rayonnée,



Photo Y. Schilbeidae. *Schilbe intermedius* [© Luc De Vos].

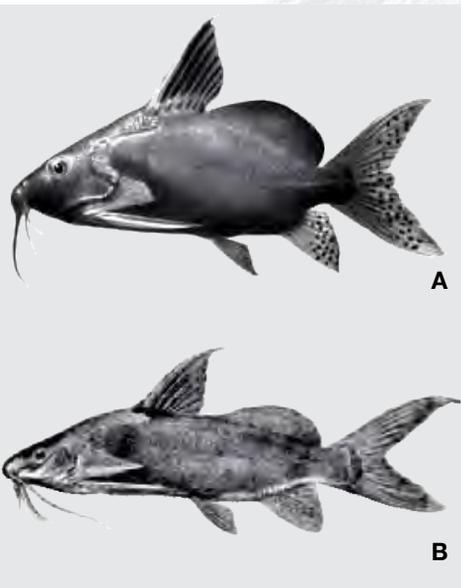


Photo Z. Mochokidae. A : *Synodontis batensoda* [© Mody - Fishbase]
 B : *Synodontis schall* [© Payne - Fishbase].

possède un rayon antérieur épineux. La seconde dorsale adipeuse est grande et parfois rayonnée. Le premier rayon des pectorales est épineux et denticulé. Il existe un fort bouclier céphalo-nucal. Près de 180 espèces réparties en 11 genres sont connues pour cette famille (Photo Z ci-dessus).

Plusieurs espèces du genre *Synodontis* peuvent atteindre une grande taille (plus de 72 cm) et représentent un intérêt commercial certain. Certains pourraient être utilisées comme espèces d'appoints en polyculture.

IV. LES AUTRES FAMILLES

D'autres poissons ont été testés et méritent des essais en pisciculture.

IV.1. LES CYPRINIDAE

C'est la famille des Carpes qui sont utilisées couramment en pisciculture.

Les poissons appartenant à la famille des Cyprinidae ont le corps recouvert d'écaillies cycloïdes et la tête nue. Les nageoires rayonnées sont présentes et bien développées, mais il n'y a pas de nageoire adipeuse. La bouche protractile est dépourvue de dents, et il peut exister une ou deux paires de barbillons plus ou moins développés. Les os pharyngiens inférieurs, très développés, portent des dents peu nombreuses disposées sur 1, 2 ou 3 rangées.

Malgré des poissons de grande taille observés en Afrique, comme par exemple des genres *Labeo*, *Varicorhinus* et *Barbus*, peu d'entre eux ont fait l'objet d'utilisation en pisciculture. On pourra citer *Labeo victorianus* en Afrique de l'Est et *Labeo coubie* en Côte d'Ivoire. La plupart des grandes espèces sont, cependant, des espèces d'eaux courantes (Photo AA, p. 235).

IV.2. LES CITHARINIDAE

Les Citharinidae possèdent un corps très élevé, comprimé latéralement et couvert d'écaillies cycloïdes (*Citharinops* et *Citharinus*) ou cténoïdes (*Citharidium*). La bouche, terminale, possède une rangée de petites dents monocuspides sur le bord des lèvres. En revanche, le maxillaire, très réduit, est dépourvu de dents. Toutes les espèces ont, en arrière de la nageoire dorsale rayonnée (16 à 24 rayons mous branchus), une seconde nageoire dorsale adipeuse assez grande. La nageoire anale

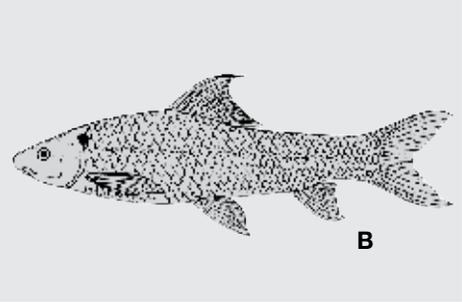
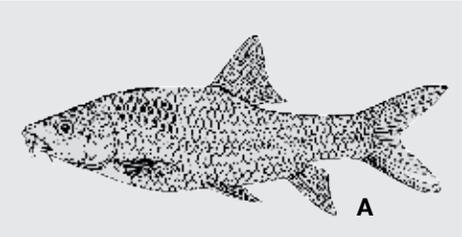


Photo AA. Cyprinidae. A : *Barbus altianalis* ; B : *Labeo victorinus*
 [© Luc De Vos, © FAO (dessins)].

possède 19 à 24 rayons mous branchus. La ligne latérale est complète, droite et médiane (47-92 écailles). Enfin, on note, comme chez tous les Characiformes, la présence d'un appendice écailleux à la base des nageoires ventrales. Toutes les espèces, microphages hautement spécialisées, possèdent de très nombreuses branchiospines fines et très serrées. La particularité la plus remarquable est la présence d'un organe suprabranchial complexe qui agit comme une pompe aspirante et foulante pour concentrer et essorer les particules alimentaires avant de les diriger vers l'œsophage.

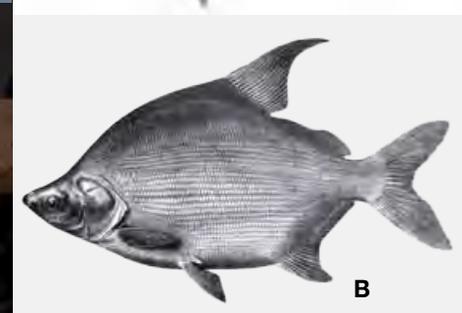
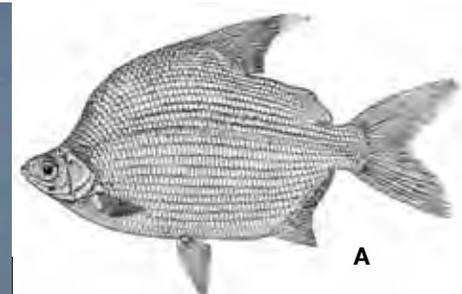


Photo AB. Citharinidae. A : *Citharinus gibbosus* ; B : *C. citharus* [© Luc De Vos].

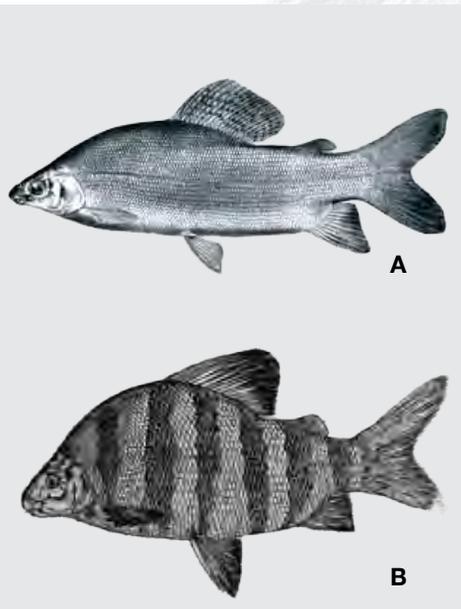


Photo AC. Distichodontidae. A : *Distichodus rostratus* ; B : *D. sexfasciatus* [© Fishbase].

Les Citharinidae ne sont jamais très abondants dans les captures, mais ils sont d'un grand intérêt économique. Toutes les espèces de cette famille sont d'assez grande taille. La taille maximale observée est celle d'un *Citharinops distichodoides* de 84 cm LS pour un poids de 18 kg, capturé dans le bassin tchadien. L'élevage de *Citharinus citharus* a été testé mais sans suite actuellement. C'est un herbivore (Photo AB, p. 235).

IV.3. LES DISTICHODONTIDAE

Les Distichodontidae appartiennent à l'ordre des Characiformes. Cette famille, qui n'est représentée qu'en Afrique, se distingue par l'ensemble des caractères suivants : corps allongé (plus haut chez *Distichodus*), écailles cténoïdes, nageoire adipeuse généralement présente, ligne latérale médiane, et dents bien développées.

Les poissons du genre *Distichodus* peuvent atteindre une grande taille (80 cm LS). *D. rostratus* (76 cm LT, poids de 6 kg) a été utilisée en pisciculture (Photo AC ci-dessus). Ce sont principalement des espèces herbivores.

IV.4. LES CHANNIDAE

Les Channidae (antérieurement Ophiocephalidae) constituent une famille de poissons d'eau douce présente en Afrique et en Asie. Leur corps est allongé et cylindrique, couvert d'écailles cycloïdes. Les nageoires impaires sont longues et rayonnées, sans épines. Un organe de respiration accessoire est présent sous forme de deux cavités pharyngiennes suprabranchiales, permettant de respirer directement l'air atmosphérique. Ces poissons peuvent ainsi survivre longtemps hors de l'eau.



Photo AD. Channidae. *Parachanna obscura* (RDC) [© Y. Fermon].

Un seul genre, *Parachanna*, est présent en Afrique, comprenant trois espèces. *Parachanna obscura* peut atteindre 34 cm LS et est un prédateur piscivore qui convient parfaitement pour le contrôle des populations de tilapia dans les étangs (Photo AD, p. 236).

IV.5. LES LATIDAE

Les Latidae ont la forme du deuxième suborbitaire non soudé au préopercule et portant une lame sous-oculaire prolongée en pointe vers l'arrière. Cette famille possède également un processus écaillé à la base des ventrales. Une forte échancrure sépare les deux dorsales.

Dans cette famille, c'est la fameuse Perche du Nil appelé également « Capitaine » en Afrique de l'Ouest, *Lates niloticus*, qui a fait l'objet d'essai en étang piscicole (Photo AE ci-dessous). C'est cette espèce qui a été introduite dans le lac Victoria dans les années 60. Des problèmes se sont cependant fait jour, à cause du cannibalisme et de la tolérance à la teneur en oxygène.

Cette espèce peut atteindre 200 cm pour un poids de 200 kg. Sa croissance est quasi-linéaire (Figure 185, p. 238). Piscivore, elle peut être utilisée en prédateur pour le contrôle des tilapia.

IV.6. LES ARAPAIMIDAE

Cette famille, qui possède la caractéristique d'avoir des ovaires sans oviductes, est très ancienne. Elle n'est plus représentée, aujourd'hui dans le monde que par quatre genres monospécifiques : un en Australie, Sumatra et Bornéo (*Scleropages*), deux en Guyane et au Brésil dont le célèbre *Arapaima gigas* qui peut atteindre 200 cm et peser 200 kg, et un genre, *Heterotis*, en Afrique.

Le corps, comprimé latéralement, est recouvert de grandes écailles osseuses. La ligne latérale est complète. Les nageoires ne sont composées que de rayons mous. Il existe des dents maxillaires et prémaxillaires, mais pas de dents pharyngiennes. Une seule espèce de cette famille est présente en Afrique, *Heterotis niloticus*. Une fiche de présentation peut être consultée en Annexe 05 p. 255.

Ses caractéristiques principales sont :

✓ Une croissance rapide : 3 g /individu /jour et plus. Grande taille, supérieure à 100 cm de long (Figure 185, p. 238).



Photo AE. Latidae. *Lates niloticus* [© Luc De Vos].

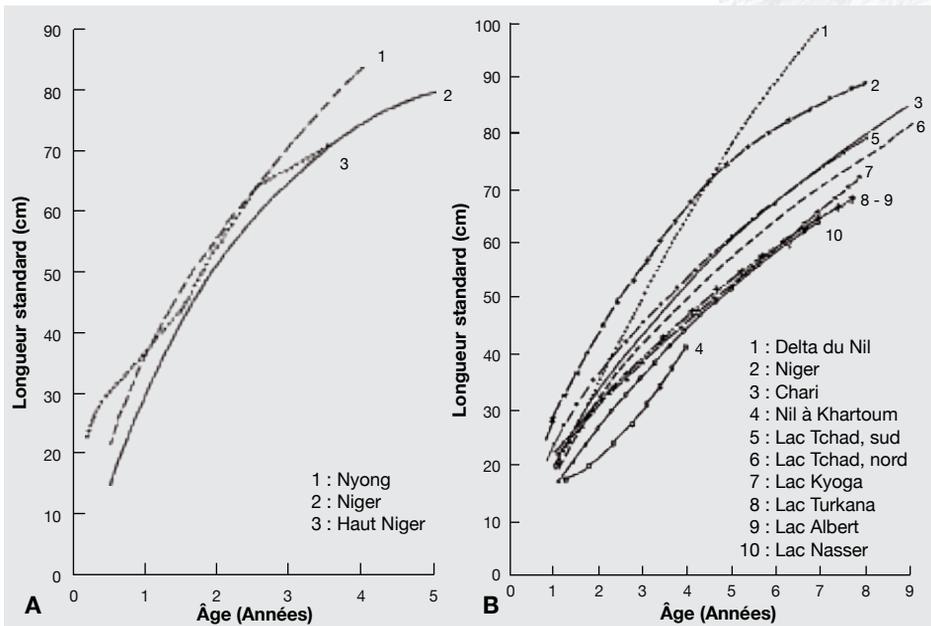


Figure 185. Croissance d'*Heterotis niloticus* (A) et de *Lates niloticus* (B).

✓ Une reproduction délicate. Il nécessite une faible profondeur et de la végétation herbacée. Il aime l'espace.

Les nids d'*Heterotis niloticus* sont construits dans la végétation herbacée. Ils sont comparables à de petites cuvettes mesurant environ 1,2 m de diamètre, le centre légèrement excavé situé à environ 30 cm de profondeur. Le fond est nu et généralement bien aplati. Les bords compacts ont 20 cm d'épaisseur au sommet et dépassent légèrement de l'eau. Ils sont construits avec les tiges des plantes qui ont été ôtées du centre du nid. Les parents restent à proximité du nid lorsque les œufs sont pondus.

Les œufs sont assez petits (2,5 mm de diamètre) et de couleur orange. Ils éclosent environ deux jours après la ponte. Les alevins ont de longs filaments branchiaux, de couleur rouge foncé, qui se prolongent à l'extérieur de l'opercule. Ils forment rapidement un essaim d'environ 30 cm de diamètre occupant le centre du nid. Le 5ème ou le 6ème jour, les alevins quittent le nid, toujours en essaim dense, et sous la protection des parents.

Les jeunes *Heterotis niloticus* vivent en essaim, puis en bancs dont les effectifs diminuent au fur et à mesure de la croissance.

✓ C'est un microphage – planctonophage mais à tendance omnivore.

⇒ Les espèces africaines sont nombreuses et beaucoup sont utilisables en pisciculture. Cependant, dans le cadre de la subsistance, on choisira :

⇒ Un tilapia pour la production principale ; avec

⇒ Une espèce piscivore.

⇒ On pourra également utiliser d'autres espèces dans l'étang comme une espèce omnivore et / ou une espèce herbivore.

⇒ Le choix des espèces se fera en fonction de la localisation géographique des étangs (ichtyorégions).

Annexe 04

DONNÉES BIOGÉOGRAPHIQUES

Afin de compléter le chapitre 03 p. 21, le lecteur pourra trouver ici des informations sur :

Tableau XLIV. Quelques caractéristiques des pays africains.

Tableau XLV. Les caractéristiques des ichtyorégions et des lacs en Afrique.

Figure 186. Reprise de la carte des ichtyorégions et des pays.

Tableau XLVI. Les ichtyorégions et leur répartition par pays en Afrique.

Tableau XLVII. Les genres et espèces de tilapias présents par pays en Afrique.

L'utilisateur sur le terrain pourra donc, par croisement, savoir dans quelle ichtyorégion il se trouve et quelle(s) espèce(s) de tilapia est (sont) présentes(s) dans sa zone d'intervention.

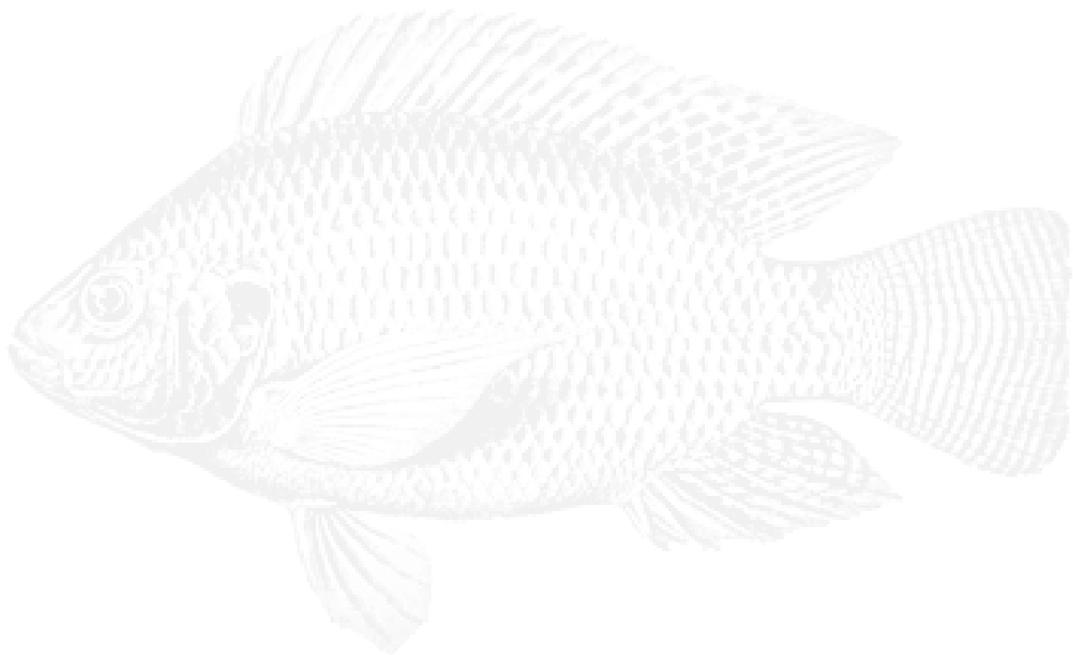




TABLEAU XLIV. Caractéristiques des pays africains.

Région : Région dans laquelle se trouve le pays

Population en habitants - Surface en km² - Densité en habitant / km²

H = Habitats possibles pour la pêche en km²

HS = % d'habitats possibles / surface du pays

PM = Production moyenne entre 2000 et 2004 en tonnes - Prod = Productivité

icht = Nombre d'Ichtyorégions dont une partie est incluse dans le pays

Familles, Genres, Espèces : Nombre de famille, genres et espèces de poissons connus du pays

Pays	Région	Population	Surface	Densité	H	HS
Afrique du Sud	Australe	44187637	1219090	36,2	13386	1,1
Algérie	Nord	33333216	2381741	14,0		
Angola	Australe	13115606	1246700	10,5	22976	1,8
Bénin	Sub-Sahara	7862944	112622	69,8	2958	2,6
Botswana	Australe	1639833	581730	2,8	36390	6,3
Burkina Faso	Sub-Sahara	13902972	274200	50,7	1901	0,7
Burundi	Sub-Sahara	8691005	27834	312,2	2559	9,2
Cameroun	Sub-Sahara	17340702	475442	36,5	19638	4,1
Cap-Vert	Sub-Sahara	455294	4033	112,9		
Centrafrique	Sub-Sahara	4303356	622984	6,9	11771	1,9
Comores	Orientale	690948	1862	371,1		
Congo	Sub-Sahara	3702314	341999	10,8	59212	17,3
Congo (RD) / Zaïre	Sub-Sahara	62660551	2344798	26,7	113724	4,9
Côte d'Ivoire	Sub-Sahara	17654843	322461	54,8	4928	1,5
Djibouti	Orientale	768900	23200	33,1		
Égypte	Nord	78887007	995450	79,2	20989	2,1
Érythrée	Orientale	4786994	121320	39,5		
Éthiopie	Orientale	74777981	1127127	66,3	22048	2,0
Gabon	Sub-Sahara	1424906	267667	5,3	8524	3,2
Gambie	Sub-Sahara	1641564	11295	145,3	2290	20,3
Ghana	Sub-Sahara	22409572	238538	93,9	13871	5,8
Guinée	Sub-Sahara	9690222	245857	39,4	5090	2,1
Guinée Équatoriale	Sub-Sahara	540109	28051	19,3	222	0,8
Guinée-Bissau	Sub-Sahara	1442029	36125	39,9	3756	10,4
Kenya	Orientale	34707817	581787	59,7	30576	5,3
Lésotbo	Australe	2022331	30355	66,6	6	0,0
Libéria	Sub-Sahara	3631318	111370	32,6	342	0,3
Libye	Nord	5900754	1759540	3,4		

TABLEAU XLIV (suite). Caractéristiques des pays africains.

Région : Région dans laquelle se trouve le pays

Population en habitants - Surface en km² - Densité en habitant / km²

H = Habitats possibles pour la pêche en km²

HS = % d'habitats possibles / surface du pays

PM = Production moyenne entre 2000 et 2004 en tonnes - Prod = Productivité

Icht = Nombre d'Ichtyorégions dont une partie est incluse dans le pays

Familles, Genres, Espèces : Nombre de famille, genres et espèces de poissons connus du pays

Pays	PM	Prod	Icht	Familles	Genres	Espèces
Afrique du Sud	900	0,7	3	47	113	224
Algérie			3	10	16	23
Angola	8800	3,8	3	42	112	294
Bénin	28919	97,8	1	46	108	182
Botswana	141	0,0	2	13	37	96
Burkina Faso	8700	45,8	2	29	67	140
Burundi	13081	51,1	2	15	30	57
Cameroun	56500	28,8	3	55	163	498
Cap-Vert				1	1	1
Centrafrique	15000	12,7	2	31	98	320
Comores				12	23	28
Congo	25765	4,4	2	50	160	409
Congo (RD) / Zaïre	212000	18,6	6	65	265	1104
Côte d'Ivoire	14366	29,2	2	49	113	241
Djibouti			1	5	5	5
Égypte	287387	136,9	4	46	146	230
Érythrée			2	8	9	10
Éthiopie	12518	5,7	3	3	3	3
Gabon	9493	11,1	1	43	106	249
Gambie	2500	10,9	1	36	57	86
Ghana	74700	53,9	2	56	137	262
Guinée	4000	7,9	3	35	91	266
Guinée Équatoriale	1015	45,8	2	22	30	38
Guinée-Bissau	150	0,4	1	27	47	78
Kenya	147442	48,2	6	34	75	193
Lésoto	37	63,4	1	5	11	15
Libéria	4000	116,8	2	37	75	178
Libye			3	4	5	8



TABLEAU XLIV (suite). Caractéristiques des pays africains.

Région : Région dans laquelle se trouve le pays

Population en habitants - Surface en km² - Densité en habitant / km²

H = Habitats possibles pour la pêche en km²

HS = % d'habitats possibles / surface du pays

PM = Production moyenne entre 2000 et 2004 en tonnes - Prod = Productivité

lcht = Nombre d'Ichtyorégions dont une partie est incluse dans le pays

Familles, Genres, Espèces : Nombre de famille, genres et espèces de poissons connus du pays

Pays	Région	Population	Surface	Densité	H	HS
Madagascar	Orientale	18595469	587041	31,7	10555	1,8
Malawi	Australe	13013926	118484	109,8	27526	23,2
Mali	Sub-Sahara	11956788	1240198	9,6	54034	4,4
Maroc	Nord	33757175	458730	73,6	4777	1,0
Maurice	Orientale	1248592	2040	612,1		
Mauritanie	Sub-Sahara	3177388	1030700	3,1	21284	2,1
Mayotte (France)	Orientale	201234	375	536,6		
Mozambique	Australe	19686505	799380	24,6	46763	5,8
Namibie	Australe	2044147	825112	2,5	16353	2,0
Niger	Sub-Sahara	12525094	1186408	10,6	44249	3,7
Nigéria	Sub-Sahara	131859731	923768	142,7	58480	6,3
Ouganda	Orientale	30262610	241548	125,3	50078	20,7
Réunion La (France)	Orientale	787584	2504	314,5		
Rwanda	Sub-Sahara	8648248	26338	328,4	2416	9,2
Sahara Occidental	Nord	300905	266000	1,1		
Sainte-Hélène	Australe	7502	410	18,3		
Sao Tomé & Príncipe	Sub-Sahara	193413	1001	193,2		
Sénégal	Sub-Sahara	11987121	196722	60,9	13965	7,1
Seychelles	Orientale	83688	455	183,9		
Sierra Leone	Sub-Sahara	6005250	71740	83,7	4771	6,7
Somalie	Orientale	8863338	637657	13,9	12903	2,0
Soudan	Orientale	41236378	2505810	16,5	71237	2,8
Swaziland	Australe	1136334	17365	65,4	33	0,2
Tanzanie	Orientale	37979417	945088	40,2	101015	10,7
Tchad	Sub-Sahara	10542141	1284200	8,2	152252	11,9
Togo	Sub-Sahara	5681519	56785	100,1	1401	2,5
Tunisie	Nord	10175014	163610	62,2	10366	6,3
Zambie	Australe	11502010	752612	15,3	73065	9,7
Zimbabwe	Australe	12382920	390757	31,7	3927	1,0

TABLEAU XLIV (suite). Caractéristiques des pays africains.

Région : Région dans laquelle se trouve le pays

Population en habitants - Surface en km² - Densité en habitant / km²

H = Habitats possibles pour la pêche en km²

HS = % d'habitats possibles / surface du pays

PM = Production moyenne entre 2000 et 2004 en tonnes - Prod = Productivité

Icht = Nombre d'Ichthyorégions dont une partie est incluse dans le pays

Familles, Genres, Espèces : Nombre de famille, genres et espèces de poissons connus du pays

Pays	PM	Prod	Icht	Familles	Genres	Espèces
Madagascar	30000	28,4	1	24	39	52
Malawi	48391	17,6	5	17	99	402
Mali	101974	18,9	3	31	76	172
Maroc	1577	3,3	2	14	17	23
Maurice				20	41	59
Mauritanie	5000	2,3	3	35	68	109
Mayotte (France)				7	12	13
Mozambique	11792	2,5	5	38	117	229
Namibie	1500	0,9	5	14	38	82
Niger	33587	7,6	2	24	52	91
Nigéria	166193	28,4	1	57	147	362
Ouganda	255116	50,9	5	20	54	226
Réunion La (France)				19	34	50
Rwanda	7071	29,3	3	10	24	68
Sahara Occidental			1	6	7	7
Sainte-Hélène				0	0	0
Sao Tomé & Príncipe				5	6	6
Sénégal	50431	36,1	2	49	98	175
Seychelles				18	26	33
Sierra Leone	14000	29,3	1	34	81	185
Somalie	200	0,2	2	12	20	33
Soudan	52200	7,3	3	27	60	116
Swaziland	70	21,4	1	10	18	35
Tanzanie	287443	28,5	6	30	129	449
Tchad	75640	5,0	2	31	67	139
Togo	5000	35,7	1	40	79	150
Tunisie	894	0,9	2	10	14	18
Zambie	65334	8,9	4	23	117	352
Zimbabwe	13023	33,2	1	18	42	91



TABLEAU XLV. Caractéristiques des ichtyorégions et des lacs en Afrique.

N° : Ces lettres sont reprises dans la figure

Bassins hydrographiques : Nombre de bassins hydrographiques se trouvant dans l'ichtyorégion

Familles, Genres, Espèces : Nombre de famille, genres et espèces des poissons connus de l'ichtyorégion

N°	Ichtyorégion	Superficie (km ²)	Bassins hydrographiques	Familles	Genres	Espèces
A	Angolaise	520 000	131	34	78	184
B	Basse Guinée	622 000	116	56	176	511
C	Cap	232 000	158	27	49	78
D	Congolaise	3 453 000	3	66	228	983
E	Haute Guinée	261 000	116	43	105	286
F	Karroid	1 087 000	77	32	64	107
G	Maghreb	1 588 000	438	22	40	60
H	Malgache	596 000	364	24	39	52
I	Nilo-soudanienne	9 668 000	74	70	218	653
J	Nilo-soudanienne (Éburnéo-ghanéenne)	425 000	108	57	148	320
K	Orientale	1 905 000	249	41	88	214
L	Sherbro Island	1 900	24	7	7	9
M	Zambèze	2 949 000	115	46	27	303
N	Zanzibar Island	23 000	1	4	6	12
O	Non définie 1 (Mer Rouge)	61 000	48	15	34	46
P	Non définie 2 (Abyssinie)	956 000	425	31	72	99
Q	Non définie 3 (Namibie 1)	176 000	33	1	1	1
R	Non définie 4 (Namibie 2)	71 000	23	0	0	0
S	Non définie 5 (Sahara)	4 462 000	58	8	10	13
a	Lac Amaramba	3 100	1	7	10	17
b	Lac Chilwa / Lago Chiuta	9 800	1	10	23	39
c	Lac Edward / Édouard	24 000	1	12	24	62
d	Lac Georges	25 000	1	10	20	50
e	Lac Kivu	7 300	1	7	12	38
f	Lac Malombe	2 000	1	8	31	48
g	Lac Naivasha	3 500	1	3	3	3
h	Lac Natron	22 000	1	2	3	9
i	Lac Malawi / Nyasa	128 000	1	13	88	375
j	Lac Ruhondo	1 700	2	4	5	8
k	Lac Rukwa	75 000	1	14	27	60
l	Lac Tanganyika	233 000	1	25	112	371
m	Lac Victoria	309 000	2	16	45	205

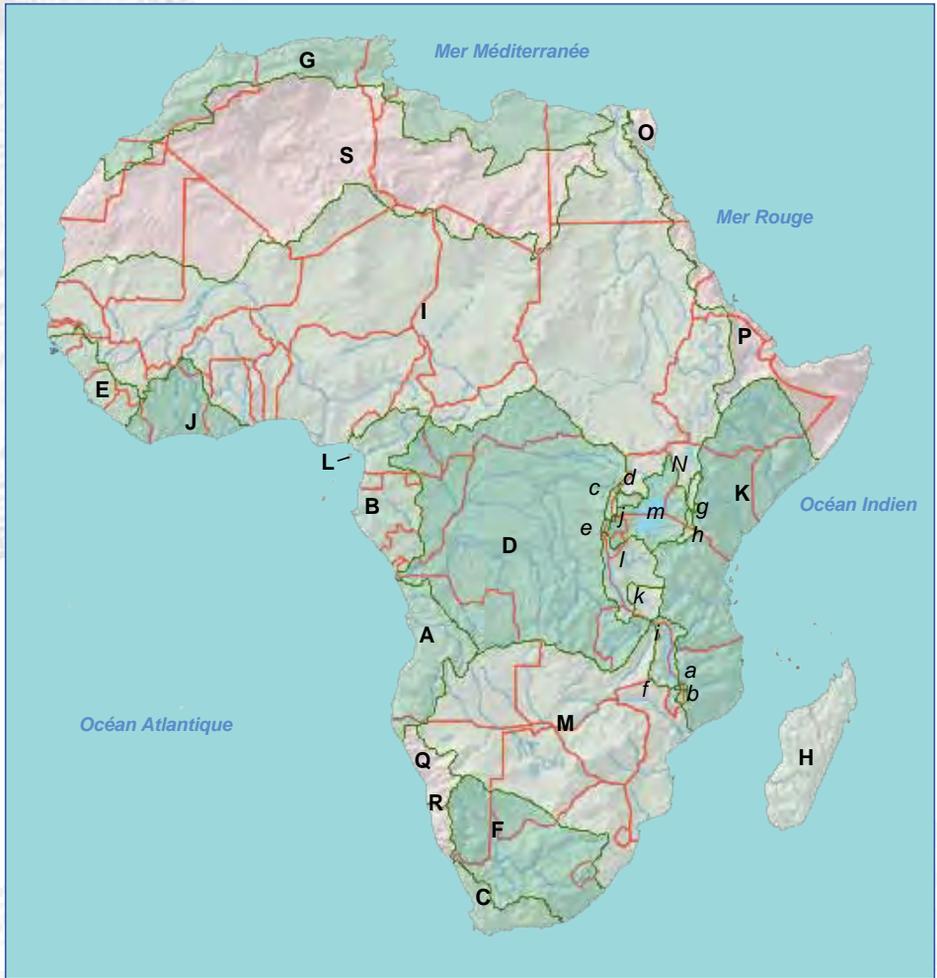


Figure 186. Les ichthyorégions (limites en jaune-vert) et les pays (limites en rouge)(Faunafri).



TABLEAU XLVI. Les ichtyorégions et leur répartition par pays en Afrique.

Pays	Icthyorégions	Nombre d'ichthyorégions													
		Angolaise	Basse Guinée	Cap	Congolaise	Haute Guinée	Karroid	Maghreb	Malgache	Nilo-Soudanienne	Nilo-soudanienne (Eburnéo-ghanéenne)	Orientale	Sherbro Island	Zambèze	Zanzibar Island
Afrique du Sud	3			1			1							1	
Algérie	3							1		1					
Angola	3	1			1									1	
Bénin	1								1						
Botswana	2						1							1	
Burkina Faso	2								1	1					
Burundi	2														
Cameroun	3		1		1				1						
Centrafrique	2				1				1						
Congo	2		1		1										
Congo RD / Zaïre	6		1		1				1						
Côte d'Ivoire	2								1	1					
Djibouti	1														
Égypte	4							1							
Érythrée	2											1			
Éthiopie	3								1		1				
Gabon	1		1												
Gambie	1								1						
Ghana	2								1	1					
Guinée	3					1			1	1					
Guinée Équatoriale	2		1										1		
Guinée-Bissau	1					1									
Kenya	6								1		1				1
Lésotho	1						1								
Libéria	2					1					1				
Libye	3							1		1					
Madagascar	1								1						
Malawi	5													1	
Mali	3								1	1					
Maroc	2								1						
Mauritanie	3							1	1						
Mozambique	5											1		1	
Namibie	5	1					1							1	
Niger	2								1						
Nigéria	1								1						
Ouganda	5								1						
Rwanda	3														
Sahara occidental	1							1							
Sénégal	2					1			1						
Sierra Leone	1					1									
Somalie	2										1				
Soudan	3								1						
Swaziland	1													1	
Tanzanie	6											1			
Tchad	2							1							
Togo	1								1						
Tunisie	2							1							
Zambie	4					1								1	
Zimbabwe	1													1	
Nombre de pays	48	2	5	1	6	5	4	6	2	23	6	5	1	9	1

TABLEAU XLVI (suite). Les ichtyorégions et leur répartition par pays en Afrique.

Pays	Icthyorégions					Lac Amaramba	Lac Chilwa/Lago Chiluta	Lac Edward/Édouard	Lac Georges	Lac Kivu	Lac Malombe	Lac Naivasha	Lac Natron	Lac Malawi/Nyasa	Lac Ruhondo	Lac Rukwa	Lac Tanganyika	Lac Victoria
	Non définie 1 (Mer Rouge)	Non définie 2 (Abyssinie)	Non définie 3 (Namibie 1)	Non définie 4 (Namibie 2)	Non définie 5 (Sahara)													
Afrique du Sud																		
Algérie					1													
Angola																		
Bénin																		
Botswana																		
Burkina Faso																		
Burundi																	1	1
Cameroun																		
Centrafrique																		
Congo																		
Congo RD / Zaïre								1		1							1	
Côte d'Ivoire																		
Djibouti			1															
Égypte	1	1			1													
Érythrée			1															
Éthiopie			1															
Gabon																		
Gambie																		
Ghana																		
Guinée																		
Guinée Équatoriale																		
Guinée-Bissau																		
Kenya												1	1					1
Lésotho																		
Libéria																		
Libye					1													
Madagascar																		
Malawi						1	1			1				1				
Mali					1													
Maroc					1													
Mauritanie					1													
Mozambique						1	1							1				
Namibie			1	1														
Niger					1													
Nigéria																		
Ouganda								1	1						1			1
Rwanda										1					1			1
Sahara occidental																		
Sénégal																		
Sierra Leone																		
Somalie			1															
Soudan			1		1													
Swaziland																		
Tanzanie													1	1		1	1	1
Tchad					1													
Togo																		
Tunisie					1													
Zambie																1	1	
Zimbabwe																		
Nombre de pays	1	6	1	1	10	2	2	2	1	2	1	1	2	3	2	2	4	5



TABLEAU XLVII. Les genres et espèces de tilapia présents par pays.

N : Native ; E : Endémique ; I : Introduit ; ? : Non vérifié

Espèce	Pays	Longueur Totale	Nombre de pays																								
			Afrique du Sud	Algérie	Angola	Bénin	Botswana	Burkina Faso	Burundi	Cameroon	Centrafrique	Congo	Congo RD / Zaïre	Côte d'Ivoire	Djibouti	Égypte	Érythrie	Éthiopie	Gabon	Gambie	Ghana	Guinée	Guinée Equatoriale	Guinée-Bissau	Kenya	Lésoto	
Nombre d'espèces		106	48	7	2	13	7	8	3	6	30	3	11	27	18	0	8	2	10	10	7	11	12	3	10	22	1
<i>Oreochromis amphimelas</i>		31	1																								
<i>Oreochromis andersonii</i>		61	10	N		N		N						I													I
<i>Oreochromis angolensis</i>		23	1			E																					
<i>Oreochromis aureus</i>		46	11	I						N				I		N											
<i>Oreochromis chungruensis</i>		23	1																								
<i>Oreochromis esculentus</i>		50	4																							N	
<i>Oreochromis hunteri</i>		34	2																							N	
<i>Oreochromis ismailiaensis</i>		-	1													E											
<i>Oreochromis jipe</i>		54	2																							N	
<i>Oreochromis karomo</i>		30	2																								
<i>Oreochromis karongae</i>		34	3																								
<i>Oreochromis korogwe</i>		31	2																							N	
<i>Oreochromis lepidurus</i>		19	2			N								N													
<i>Oreochromis leucostictus</i>		32	6							I				N												I	
<i>Oreochromis lidole</i>		38	3																								
<i>Oreochromis macrochir</i>		40	25			I	N	I	N	I	I	I	I	I	?	I		I		I	I					I	
<i>Oreochromis malagarasi</i>		30	1																								
<i>Oreochromis mortimeri</i>		48	4											I												?	
<i>Oreochromis mossambicus</i>		39	21	N	I	I	I	N					I	I	I	I										I	N
<i>Oreochromis mweruensis</i>		27	3											N													
<i>Oreochromis niloticus baringoensis</i>		36	1																							E	
<i>Oreochromis niloticus cancellatus</i>		28	1																E								
<i>Oreochromis niloticus eduardianus</i>		49	7							N				N												I	
<i>Oreochromis niloticus filoa</i>		15	1																E								
<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>		64	34	I				I	N	I	N	I	I	I	N		N	I	?	I	N	N	N			I	
<i>Oreochromis niloticus sugutae</i>		20	1																								E
<i>Oreochromis niloticus tana</i>		35	1																E								
<i>Oreochromis niloticus vulcani</i>		28	2																N							N	
<i>Oreochromis pangani girigan</i>		33	1																							E	
<i>Oreochromis pangani pangani</i>		34	1																								
<i>Oreochromis placidus placidus</i>		36	4	N																							
<i>Oreochromis placidus ruvumae</i>		27	2																								
<i>Oreochromis rukwaensis</i>		36	1																								
<i>Oreochromis saka</i>		40	3																								
<i>Oreochromis salinicola</i>		10	1												E												
<i>Oreochromis schwebischi</i>		33	4			N							N	N						N							
<i>Oreochromis shiranus chilwae</i>		20	2																								
<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>		42	4																								
<i>Oreochromis spilurus niger</i>		35	4																	N						N	
<i>Oreochromis spilurus percevali</i>		16	1																							E	
<i>Oreochromis spilurus spilurus</i>		19	6											I						N						N	
<i>Oreochromis squamipinnis</i>		33	3																								
<i>Oreochromis tanganyicae</i>		45	4							N				N													
<i>Oreochromis upembae</i>		23	2											N													
<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>		27	3												I												
<i>Oreochromis urolepis urolepis</i>		48	1																								
<i>Oreochromis variabilis</i>		33	3																								N

TABLEAU XLVII (suite). Les genres et espèces de tilapia présents par pays.
N : Native ; E : Endémique ; I : Introduit ; ? : Non vérifié

Pays Espèce	Longueur Totale	Nombre de pays																															
		Libéria	Libye	Madagascar	Malawi	Mali	Maroc	Mauritanie	Mozambique	Namibie	Niger	Nigeria	Ouganda	Rwanda	Sénégal	Sierra Leone	Somalie	Soudan	Swaziland	Tanzanie	Tchad	Togo	Tunisie	Zambie	Zimbabwe								
Nombre d'espèces	106	48	17	0	8	10	8	5	2	7	14	7	6	8	10	7	12	11	1	4	3	31	7	3	14	9							
<i>Oreochromis amphimelas</i>	31	1																								E							
<i>Oreochromis andersonii</i>	61	10								N	N															N	N						
<i>Oreochromis angolensis</i>	23	1																															
<i>Oreochromis aureus</i>	46	11			I		N						N	N			N										I						
<i>Oreochromis chungruensis</i>	23	1																									E						
<i>Oreochromis esculentus</i>	50	4												N	I												N						
<i>Oreochromis hunteri</i>	34	2																									N						
<i>Oreochromis ismailiaensis</i>	-	1																															
<i>Oreochromis jipe</i>	54	2																									N						
<i>Oreochromis karomo</i>	30	2																									N						
<i>Oreochromis karongae</i>	34	3					N																				N						
<i>Oreochromis korogwe</i>	31	2																									N						
<i>Oreochromis lepidurus</i>	19	2																															
<i>Oreochromis leucostictus</i>	32	6												N	I												I						
<i>Oreochromis lidole</i>	38	3					N																				N						
<i>Oreochromis macrochir</i>	40	25	I		I																						I	I	N	N			
<i>Oreochromis malagarasi</i>	30	1																															
<i>Oreochromis mortimeri</i>	48	4																												N	N		
<i>Oreochromis mossambicus</i>	39	21			I	N								I														I		N			
<i>Oreochromis mweruensis</i>	27	3																													N		
<i>Oreochromis niloticus baringoensis</i>	36	1																															
<i>Oreochromis niloticus cancellatus</i>	28	1																															
<i>Oreochromis niloticus eduardianus</i>	49	7																													N		
<i>Oreochromis niloticus filoa</i>	15	1																															
<i>Oreochromis niloticus niloticus</i>	64	34	N		I		N																								I		
<i>Oreochromis niloticus sugutae</i>	20	1																															
<i>Oreochromis niloticus tana</i>	35	1																															
<i>Oreochromis niloticus vulcani</i>	28	2																															
<i>Oreochromis pangani girigan</i>	33	1																															
<i>Oreochromis pangani pangani</i>	34	1																														E	
<i>Oreochromis placidus placidus</i>	36	4					N																								N		
<i>Oreochromis placidus ruvumae</i>	27	2																															
<i>Oreochromis rukwaensis</i>	36	1																														E	
<i>Oreochromis saka</i>	40	3					N																									N	
<i>Oreochromis salinicola</i>	10	1																															
<i>Oreochromis schwebischi</i>	33	4																															
<i>Oreochromis shiranus chilwae</i>	20	2					N																										
<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>	42	4			I	N																										N	
<i>Oreochromis spilurus niger</i>	35	4																														I	
<i>Oreochromis spilurus percevali</i>	16	1																															
<i>Oreochromis spilurus spilurus</i>	19	6																														I	
<i>Oreochromis squamipinnis</i>	33	3					N																									N	
<i>Oreochromis tanganyicae</i>	45	4																														N	
<i>Oreochromis upembae</i>	23	2																															N
<i>Oreochromis urolepis hornorum</i>	27	3																															N
<i>Oreochromis urolepis urolepis</i>	48	1																															E
<i>Oreochromis variabilis</i>	33	3																															N



TABLEAU XLVII (suite). Les genres et espèces de tilapia présents par pays.

N : Native ;
E : Endémique ;
I : Introduit ;
? : Non vérifié

Pays Espèce	Longueur Totale	Nombre de pays	Afrique du Sud	Algérie	Angola	Béhin	Botswana	Burkina Faso	Burundi	Cameroun	Centrafricque	Congo	Congo RD / Zaïre	Côte d'Ivoire	Djibouti	Égypte	Érythrée	Éthiopie	Gabon	Gambie	Ghana	Guinée	Guinée Equatoriale	Guinée-Bissau	Kenya	Lésoto
	Nombre d'espèces	106	48	7	2	13	7	8	3	6	30	3	11	27	18	0	8	2	10	10	7	11	12	3	10	22
<i>Tilapia bakossiorum</i>	9	1								E																
<i>Tilapia baloni</i>	18	2											N													
<i>Tilapia bernini</i>	9	1								E																
<i>Tilapia bilineata</i>	18	1											E													
<i>Tilapia brevimanus</i>	27	6											N							N				N		
<i>Tilapia busumana</i>	21	2											N								N					
<i>Tilapia buttkoferi</i>	41	4																				N		N		
<i>Tilapia bythobates</i>	16	1								E																
<i>Tilapia cabrae</i>	37	4			N							N							N				N			
<i>Tilapia camerounensis</i>	14	1								E																
<i>Tilapia cessiana</i>	24	2											N													
<i>Tilapia coffea</i>	19	1																								
<i>Tilapia congica</i>	25	1											E													
<i>Tilapia dageti</i>	40	10						N		N			N									N				
<i>Tilapia deckerti</i>	20	1								E																
<i>Tilapia discolor</i>	23	2											N									N				
<i>Tilapia flava</i>	12	1								E																
<i>Tilapia guinasana</i>	14	2						I																		
<i>Tilapia guineensis</i>	35	17			N	N				N	N	N							N	N	N	N	N	N		
<i>Tilapia gutturosa</i>	9	1								E																
<i>Tilapia imbriferna</i>	15	1								E																
<i>Tilapia ismailiaensis</i>	?	1														E										
<i>Tilapia jallae</i>	8	1																								
<i>Tilapia joka</i>	11	2																								
<i>Tilapia kottae</i>	15	1								E																
<i>Tilapia louka</i>	25	4																								
<i>Tilapia margaritacea</i>	18	1								E													N		N	
<i>Tilapia mariae</i>	40	5				N				N			N								N					
<i>Tilapia nyongana</i>	21	2								N										N						
<i>Tilapia rendalli</i>	45	24	N		N	N	N	I	N		N	N						I	N						I	
<i>Tilapia rheophila</i>	10	1																					E			
<i>Tilapia ruweti</i>	11	6			N	N							N													
<i>Tilapia snyderae</i>	5	1								E																
<i>Tilapia sparrmanii</i>	24	10	N		N	N																				
<i>Tilapia spongrotkts</i>	15	1								E																
<i>Tilapia tholloni</i>	22	4			N							N	N							N						
<i>Tilapia thysi</i>	9	1								E																
<i>Tilapia waltheri</i>	27	2											N													
<i>Tilapia zillii</i>	27	28				N				N	N	N	N	N		N	I	I		N	N	N		N	N	

TABLEAU XLVII (suite). Les genres et espèces de tilapia présents par pays.

**N : Native ;
E : Endémique ;
I : Introduit ;
? : Non vérifié**

Espèce	Pays	Longueur Totale	Nombre de pays																								
			Libéria	Libye	Madagascar	Malawi	Mali	Maroc	Mauritanie	Mozambique	Namibie	Niger	Nigeria	Ouganda	Rwanda	Sénégal	Sierra Leone	Soudan	Swaziland	Tanzanie	Tchad	Togo	Tunisie	Zambie	Zimbabwe		
Nombre d'espèces		106	24	17	0	8	10	5	2	7	14	7	6	8	10	7	12	11	1	4	3	31	7	7	3	14	9
<i>Tilapia bakossiorum</i>		9	0																								
<i>Tilapia baloni</i>		18	1																								N
<i>Tilapia bernini</i>		9	0																								
<i>Tilapia bilineata</i>		18	0																								
<i>Tilapia brevimanus</i>		27	2	N														N									
<i>Tilapia busumana</i>		21	0																								
<i>Tilapia buttikoferi</i>		41	2	N														N									
<i>Tilapia bythobates</i>		16	0																								
<i>Tilapia cabrae</i>		37	0																								
<i>Tilapia cameronensis</i>		14	0																								
<i>Tilapia cessiona</i>		24	1	N																							
<i>Tilapia coffea</i>		19	1	E																							
<i>Tilapia congica</i>		25	0																								
<i>Tilapia dageti</i>		40	6					N					N	N			N					N	N				
<i>Tilapia deckerti</i>		20	0																								
<i>Tilapia discolor</i>		23	0																								
<i>Tilapia flava</i>		12	0																								
<i>Tilapia guinasana</i>		14	1										N														
<i>Tilapia guineensis</i>		35	6	N									?			N		N	N						N		
<i>Tilapia gutturosa</i>		9	0																								
<i>Tilapia imbriferna</i>		15	0																								
<i>Tilapia ismailiaensis</i>		?	0																								
<i>Tilapia jallae</i>		8	1																								E
<i>Tilapia joka</i>		11	2	N															N								
<i>Tilapia kottae</i>		15	0																								
<i>Tilapia louka</i>		25	2	N															N								
<i>Tilapia margaritacea</i>		18	0																								
<i>Tilapia mariae</i>		40	1													N											
<i>Tilapia nyongana</i>		21	0																								
<i>Tilapia rendalli</i>		45	14					I	N				?	N	N	N		I	I	N				N	N	N	N
<i>Tilapia rheophila</i>		10	0																								
<i>Tilapia ruweti</i>		11	3												N												N
<i>Tilapia snyderae</i>		5	0																								N
<i>Tilapia sparrmanii</i>		24	7					I	N					N	N								N	N			N
<i>Tilapia spongotroktis</i>		15	0																								
<i>Tilapia tholloni</i>		22	0																								
<i>Tilapia thysi</i>		9	0																								
<i>Tilapia waltheri</i>		27	1	N																							
<i>Tilapia zillii</i>		27	15	N				I		N	N	N			N	N	N		N		N		I	N	N	N	



TABLEAU XLVII (suite). Les genres et espèces de tilapia présents par pays.

N : Native ;
E : Endémique ;
I : Introduit ;
? : Non vérifié

Espèce	Pays	Longueur Totale	Nombre de pays	Pays																									
				Afrique du Sud	Algérie	Angola	Bénin	Botswana	Burkina Faso	Burundi	Cameroon	Centrafrique	Congo	Congo RD / Zaïre	Côte d'Ivoire	Djibouti	Egypte	Erythrée	Ethiopie	Gabon	Gambie	Ghana	Guinée	Guinée Equatoriale	Guinée-Bissau	Kenya	Lésoto		
Nombre d'espèces		106	48	7	2	13	7	8	3	6	30	3	11	27	18	0	8	2	10	10	7	11	12	3	10	22	1		
<i>Sarotherodon caroli</i>		22	1								E																		
<i>Sarotherodon caudomarginatus</i>		20	4																				N		N				
<i>Sarotherodon galilaeus galilaeus</i>		41	20								N		N	N	N		N		N		N	N	N		N	N			
<i>Sarotherodon galilaeus multifasciatus</i>		17	2												N							N							
<i>Sarotherodon galileus borkuanus</i>		16	1																										
<i>Sarotherodon galileus boulengeri</i>		20	1												E														
<i>Sarotherodon galileus sanagaensis</i>		16	2					N			E																		
<i>Sarotherodon linnellii</i>		21	1								E																		
<i>Sarotherodon lohbergeri</i>		14	1								E																		
<i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i>		26	5																			N		N		N			
<i>Sarotherodon melanotheron leonensis</i>		20	2																										
<i>Sarotherodon melanotheron melanotheron</i>		26	14								N		N	N	N						N	N	N		N				
<i>Sarotherodon melanotheron paludinosus</i>		15	1																										
<i>Sarotherodon mvgoi</i>		24	3								N		N							N									
<i>Sarotherodon nigripinnis dolloi</i>		22	3				N						N	N															
<i>Sarotherodon nigripinnis nigripinnis</i>		20	4				N							N						N					N				
<i>Sarotherodon occidentalis</i>		31	5																					N		N			
<i>Sarotherodon steinbachi</i>		15	1								E																		
<i>Sarotherodon tournieri liberiensis</i>		20	1																										
<i>Sarotherodon tournieri tournieri</i>		13	2												N														
<i>Alcolapia alcalicus</i>		10	2																									N	
<i>Alcolapia grahami</i>		20	2																									N	
<i>Alcolapia latilabris</i>		9	1																										
<i>Alcolapia ndalalani</i>		8	1																										
<i>Danakilia franchettii</i>		10	1																	E									
<i>Konia dikume</i>		14	1								E																		
<i>Konia eisentrauti</i>		10	1								E																		
<i>Myaka myaka</i>		9	1								E																		
<i>Pungu maclareni</i>		14	1								E																		
<i>Stomatepia mariae</i>		15	1								E																		
<i>Stomatepia mongo</i>		14	1								E																		
<i>Stomatepia pindu</i>		13	1								E																		
Genres																													
<i>Oreochromis</i>			43	5	2	6	2	4	2	5	3	2	4	14	5		5	1	7	3	1	2	1				19	1	
<i>Tilapia</i>			43	2		6	3	4	1	1	19	1	3	8	9		2	1	2	5	3	6	6	2	5	2			
<i>Sarotherodon</i>			26			1	2				8		4	5	4		1		1	2	3	3	5	1	5	1			
<i>Alcolapia</i>			2																										
<i>Danakilia</i>			1																	1									
<i>Konia</i>			1								2																		
<i>Myaka</i>			1								1																		
<i>Pungu</i>			1								1																		
<i>Stomatepia</i>			1								3																		

TABLEAU XLVII (suite). Les genres et espèces de tilapia présents par pays.

N : Native ;
E : Endémique ;
I : Introduit ;
? : Non vérifié

Espèce	Pays	Longueur Totale	Nombre de pays	Libéria	Libye	Madagascar	Malawi	Mali	Maroc	Mauritanie	Mozambique	Namibie	Niger	Nigéria	Ouganda	Rwanda	Sénégal	Sierra Leone	Somalie	Soudan	Swaziland	Tanzanie	Tchad	Togo	Tunisie	Zambie	Zimbabwe	
				0	8	10	5	2	7	14	7	6	8	10	7	12	11	1	4	3	31	7	7	3	14	9		
Nombre d'espèces		106	24	17	0	8	10	5	2	7	14	7	6	8	10	7	12	11	1	4	3	31	7	7	3	14	9	
<i>Sarotherodon caroli</i>		22	0																									
<i>Sarotherodon caudomarginatus</i>		20	2	N														N										
<i>Sarotherodon galilaeus galilaeus</i>		41	9				N	N	N				N	N			N			N			N	N				
<i>Sarotherodon galilaeus multifasciatus</i>		17	0																									
<i>Sarotherodon galileus borkuanus</i>		16	1																					E				
<i>Sarotherodon galileus boulengeri</i>		20	0																									
<i>Sarotherodon galileus sanagaensis</i>		16	0																									
<i>Sarotherodon linnellii</i>		21	0																									
<i>Sarotherodon lohbergeri</i>		14	0																									
<i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i>		26	2							N								N										
<i>Sarotherodon melanotheron leonensis</i>		20	2	N														N										
<i>Sarotherodon melanotheron melanotheron</i>		26	6	N					N				N		N		N	N						N				
<i>Sarotherodon melanotheron paludinosus</i>		15	1														E											
<i>Sarotherodon mvogoi</i>		24	0																									
<i>Sarotherodon nigripinnis dolloi</i>		22	0																									
<i>Sarotherodon nigripinnis nigripinnis</i>		20	0																									
<i>Sarotherodon occidentalis</i>		31	3	N														N	N									
<i>Sarotherodon steinbachi</i>		15	0																									
<i>Sarotherodon tournieri liberiensis</i>		20	1	E																								
<i>Sarotherodon tournieri tournieri</i>		13	1	N																								
<i>Alcolapia alcalicus</i>		10	1																				N					
<i>Alcolapia grahami</i>		20	1																				N					
<i>Alcolapia latilabris</i>		9	1																				E					
<i>Alcolapia ndalalani</i>		8	1																				E					
<i>Danakilia franchettii</i>		10	0																									
<i>Konia dikume</i>		14	0																									
<i>Konia eisentrauti</i>		10	0																									
<i>Myaka myaka</i>		9	0																									
<i>Pungu maclareni</i>		14	0																									
<i>Stomatepia mariae</i>		15	0																									
<i>Stomatepia mongo</i>		14	0																									
<i>Stomatepia pindu</i>		13	0																									
Genres																												
<i>Oreochromis</i>		43	9	3	2	2	1	3	2	4	3	4	2	1	4	6		1	2	3	3	3	1	4	3			
<i>Tilapia</i>		43	6				1	1	3				1	2		5	4		1				2	2				
<i>Sarotherodon</i>		26																				4						
<i>Alcolapia</i>		2																										
<i>Danakilia</i>		1																										
<i>Konia</i>		1																										
<i>Myaka</i>		1																										
<i>Pungu</i>		1																										
<i>Stomatepia</i>		1																										



Annexe 05

FICHES ESPÈCES

Sont présentées ici par des fiches, différentes espèces utilisées plus ou moins couramment en aquaculture. Le lecteur y trouvera les synonymes scientifiques, les noms communs anglais et français, les tailles et poids maximum connus dans la littérature, ainsi que des cartes de répartition et des éléments de la biologie de ces espèces.

Fiche I.	Cichlidae. - <i>Oreochromis andersoni</i>	256
Fiche II.	Cichlidae. - <i>Oreochromis aureus</i>	257
Fiche III.	Cichlidae. - <i>Oreochromis esculentus</i>	258
Fiche IV.	Cichlidae. - <i>Oreochromis macrochir</i>	259
Fiche V.	Cichlidae. - <i>Oreochromis mossambicus</i>	260
Fiche VI.	Cichlidae. - <i>Oreochromis niloticus</i>	261
Fiche VII.	Cichlidae. - <i>Oreochromis shiranus</i>	262
Fiche VIII.	Cichlidae. - <i>Sarotherodon galileus</i>	263
Fiche IX.	Cichlidae. - <i>Sarotherodon melanotheron</i>	264
Fiche X.	Cichlidae. - <i>Tilapia guineensis</i>	265
Fiche XI.	Cichlidae. - <i>Tilapia mariae</i>	266
Fiche XII.	Cichlidae. - <i>Tilapia rendalli</i>	267
Fiche XIII.	Cichlidae. - <i>Tilapia zillii</i>	268
Fiche XIV.	Cichlidae. - <i>Hemichromis elongatus</i> et <i>Hemichromis fasciatus</i>	269
Fiche XV.	Cichlidae. - <i>Serranochromis angusticeps</i>	270
Fiche XVI.	Cichlidae. - <i>Serranochromis robustus</i>	271
Fiche XVII.	Clariidae. - <i>Clarias gariepinus</i>	272
Fiche XVIII.	Clariidae. - <i>Heterobranchus longifilis</i>	273
Fiche XIX.	Arapaimidae. - <i>Heterotis niloticus</i>	274



FICHE I. CICHLIDAE.

Oreochromis andersoni (Castelnaud, 1861)

Synonymes : *Chromys andersoni* Castelnaud, 1861 - *Oreochromis anulerson* (Castelnaud, 1861) - *Sarotherodon andersoni* (Castelnaud, 1861) - *Tilapia andersoni* (Castelnaud, 1861) - *Tilapia kafuensis* Boulenger, 1912 - *Tilapia natalensis* (non Weber)

Nom anglais : Three spotted tilapia

Nom français :



Aquaculture : commercial

Pêches : commercial - sport

Ornement :



Taille max. : 61 cm LT

Poids max. : 4,7 kg

Biologie : Benthopélagique. Peut vivre en eaux saumâtres. Considéré comme une peste. Vie autant dans des eaux courantes que dans les marécages mais préfère des eaux à faible courant. Forme des bancs. Les jeunes vivent au milieu de la végétation. Diurne. Se nourrit de détritus et d'algues, de zooplancton. Les adultes mangent des insectes et d'autres invertébrés. Incubateur buccal maternel.

Distribution : L'espèce est connue des bassins du Ngami, de l'Okavango, de la Cunene et du Mossamedes (Angola), du Haut et Moyen Zambèze, de la Kafue et du lac Kariba.

FICHE II. CICHLIDAE.

Oreochromis aureus (Steindachner, 1864)

Synonymes : *Chromis aureus* Steindachner, 1864 - *Tilapia aurea* (Steindachner, 1864) : Trewavas, 1966 - *Sarotherodon aureus* (Steindachner, 1864) : Trewavas, 1973 - *Tilapia monodi* Daget, 1954 - *Tilapia lemassoni* Blache et Milton, 1960

Nom anglais : Blue tilapia

Nom français : Tilapia bleu

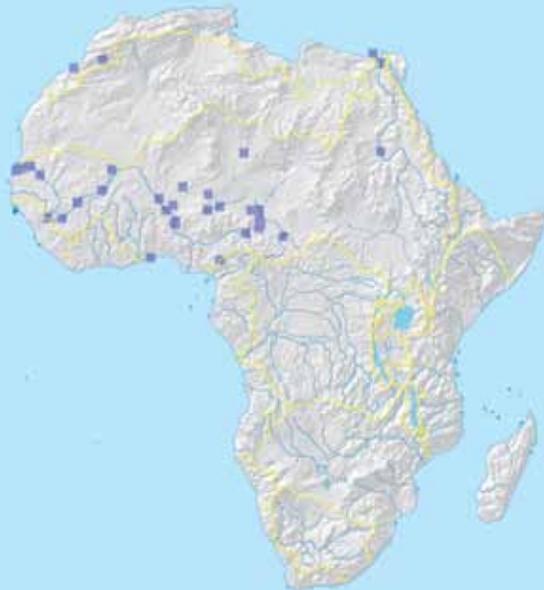


© Fishbase

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial - appât

Ornement : commercial



Taille max. : 50,8 cm LT – 37 LS

Poids max. : 2,0 kg

Biologie : Benthopélagique. Peut vivre en eaux saumâtres. Peut se maintenir dans une échelle de température de 8 à 30 °C. Considéré comme une peste. On le trouve sur tous les types d'habitats. Forme des bancs. Se nourrit principalement de phytoplancton et d'un peu de zooplancton. Les jeunes ont un régime alimentaire plus étendu. Incubateur buccal maternel.

Distribution : La distribution naturelle de cette espèce comprend la rivière Sénégal, le moyen Niger (jusqu'à Busa au Nigeria), la haute Bénoué, le lac Tchad, le bas Logone et le bas Chari. On le trouve dans la vallée du Jordain et le bas Nil.



FICHE III. CICHLIDAE.

Oreochromis esculentus (Graham, 1928)

Synonymes : *Tilapia esculenta* Graham, 1928 - *Sarotherodon esculentus* (Graham, 1928) - *Tilapia eduardiana* (non Boulenger, 1912) - *Tilapia galilaea* (non Linnaeus, 1758) - *Tilapia variabilis* (non Boulenger, 1906)

Nom anglais : Singida tilapia

Nom français :



© Fishbase

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial - expérimental

Ornement :



Taille max. : 50 cm LS

Poids max. : 2,5 kg

Biologie : Benthopélagique. Peut vivre dans une échelle de température entre 23 et 28 °C. Tolère de basse concentration en oxygène. Se nourrit de phytoplancton en le filtrant et de plante, de petits animaux comme des insectes et des crustacés. Incubateur buccal maternel.

Distribution : L'espèce est connue des lacs Victoria, Nabugabo, Kyoga et Kwana, du Nil Victoria près de s Murchison falls. Endémique à l'origine du lac Victoria, elle a été introduite dans différents barrages.

FICHE IV. CICHLIDAE.

Oreochromis macrochir (Boulenger, 1912)

Synonymes : *Tilapia galilaea* (non Linnaeus) - *Tilapia nilotica* (non Linnaeus, 1758) - *Chromys chapmani* Castelnau, 1861 - *Tilapia andersonii* (non Castelnau, 1861) - *Chromys chapmannii* Castelnau, 1861 - *Chromys sparmanni* Castelnau, 1861 - *Tilapia squamipinnis* (non Günther, 1864) - *Tilapia natalensis* (non Weber, 1897) - *Tilapia macrochir* Boulenger, 1912 - *Loruwiala macrochir* (Boulenger, 1912) - *Sarotherodon macrochirus* (Boulenger, 1912) - *Oreochromis microchir* (Boulenger, 1912) - *Tilapia macrochir* Boulenger, 1912 - *Sarotherodon macrochir* (Boulenger, 1912) - *Tilapia kafuensis* (non Boulenger, 1912) - *Tilapia intermedia* Gilchrist & Thompson, 1917 - *Tilapia sheshekensis* Gilchrist & Thompson, 1917 - *Tilapia alleni* Fowler, 1931

Nom anglais : Longfin, Greenhead tilapia

Nom français : Tilapia noir

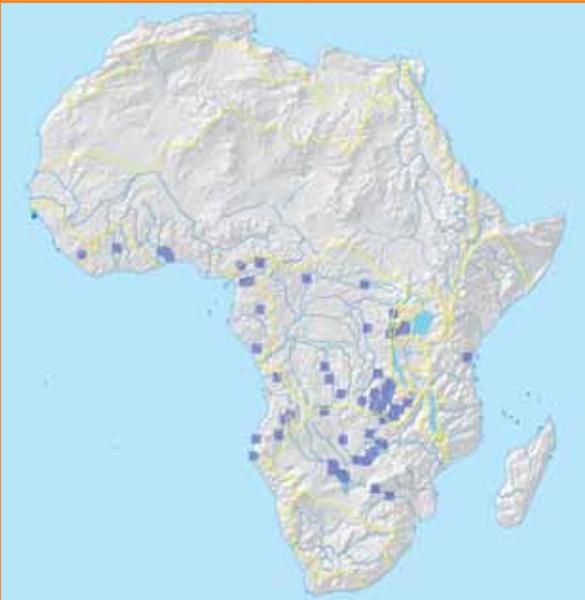


© Luc De Vos

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial - sport

Ornement :



Taille max. : 43,0 cm LS

Poids max. :

Biologie : Benthopélagique. Territoire de reproduction avec un nid en forme de volcan. Vie dans des eaux profondes et calme avec de la végétation aquatique. Diurne. Forme des bancs occasionnellement. Se nourrit de détritrus, d'algues et de diatomées. Incubateur buccal maternel.

Distribution : L'espèce est connue du Kafue, du haut Zambèze et du bassin du Congo, dans la région de l'Okavango et le Ngami et la Cunene, le Chambézi et le Bangweulu. Introduit ailleurs dans différents pays.



FICHE V. CICHLIDAE.

Oreochromis mossambicus (Peters, 1852)

Synonymes : *Chromis mossambicus*, Peters, 1852 - *Tilapia arnoldi* Gilchrist & Thompson, 1917 - *Tilapia kufuensis* (non Boulenger, 1912) - *Chromis niloticus* (non Linnaeus, 1758) - *Tilapia mossambica* (Peters, 1852) - *Sarotherodon mossambicus* (Peters, 1852) - *Chromis niloticus mossambicus* Peters, 1855 - *Chromis dumerilii* Steindachner, 1864 - *Tilapia dumerilii* (Steindachner, 1864) - *Chromis vorax* Pfeffer, 1893 - *Tilapia vorax* (Pfeffer, 1893) - *Chromis natalensis* Weber, 1897 - *Tilapia natalensis* (Weber, 1897) - *Sarotherodon mossambicus natalensis* (Weber, 1897)

Nom anglais : Mozambic tilapia

Nom français : Tilapia du Mozambique



© A. Lamboj

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial - sport

Ornement : commercial



Taille max. : 39 cm LS

Poids max. : 1,1 kg

Biologie : Benthopélagique. Peut vivre en eaux saumâtres et même en mer où il est capable de se reproduire. Tolère de bas niveau d'oxygène. Considéré comme une peste. On le trouve sur tous les types d'habitats. Forme des bancs. Omnivore. Se nourrit principalement de phytoplancton mais aussi d'insectes, de zooplancton et même de poissons pour les adultes. Les jeunes ont un régime alimentaire plus étendu. Incubateur buccal maternel.

Distribution : La distribution naturelle de cette espèce comprend le bas Zambèze, le bas Shiré et les plaines côtières du delta du Zambèze. Se trouve au sud dans la rivière Brak au Cap et dans le Transvaal dans la Limpopo. Largement introduit partout.

FICHE VI. CICHLIDAE.

Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1758)

Synonymes : *Labrus niloticus* Linnaeus, 1758 - *Chromis niloticus* Günther, 1862 - *Tilapia nilotica* (Linnaeus, 1758) - *Sarotherodon niloticus* (Linnaeus, 1758)

Nom anglais : Nile tilapia

Nom français : Tilapia du Nil

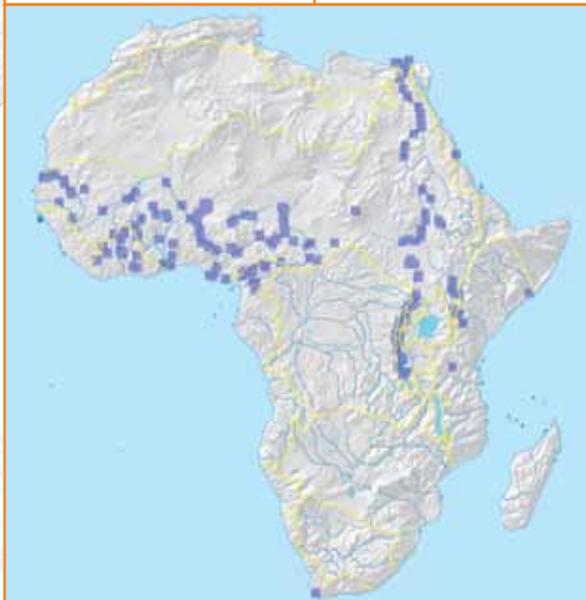


© Y. Fermor

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial

Ornement : commercial



Taille max. : 74 cm LT – 39,5 LS

Poids max. : 4,3 kg

Biologie : Benthopélagique. Considéré comme une peste. On le trouve dans tous les types d'habitats Diurne. Se nourrit de phytoplancton et d'algues. Incubateur buccal maternel.

Il existe 8 sous-espèces d'*Oreochromis niloticus* : *O. n. baringoensis*, *O. n. cancellatus*, *O. n. eduardianus*, *O. n. filoa*, *O. n. niloticus*, *O. n. sugutae*, *O. n. tana*, *O. n. vulcani*.

Distribution : *O. n. niloticus* : bassins du Sénégal, de la Gambie, de la Volta, du Niger, de la Bénoué et du Tchad. Connu d'Israël, du Nil, du Jebel Marra, du lac Tchad, de la Gambie. - *O. n. baringoensis* : endémique du lac Baringo. *O. n. cancellatus* : lac de la vallée du Rift éthiopiens, lac Beska et système de l'Awash. *O. n. eduardianus* : Nil Albert, lacs Albert, George, Kivu, Tanganyika et la Ruzizi. Introduit dans le lac Victoria. *O. n. filoa* : système de l'Awash. *O. n. sugutae* : rivière Suguta au Kenya. *O. n. tana* : lac Tana. *O. n. vulcani* : lac Turkana (Rudolf) et environs.



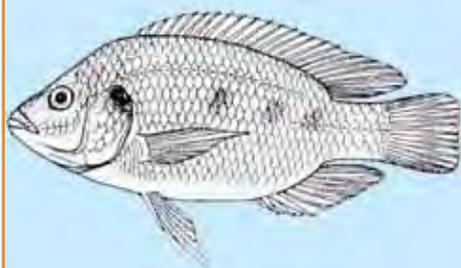
FICHE VII. CICHLIDAE.

Oreochromis shiranus Boulenger, 1897

Synonymes : *Sarotherodon shiranus* (Boulenger, 1897) - *Sarotherodon shiranus* subsp. *shiranus* (Boulenger, 1897) - *Tilapia placida* (non Trewavas, 1941) - *Tilapia shirana* (Boulenger, 1897) - *Tilapia shirana* subsp. *chilwae* Trewavas, 1966 - *Tilapia shirana* subsp. *shirana* (Boulenger, 1897)

Nom anglais :

Nom français :



© Fishbase

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial

Ornement : commercial



Taille max. : 39 cm LS

Poids max. :

Biologie : Benthopélagique. Vie dans des eaux peu profondes et calmes avec de la végétation aquatique le long du lac Malawi. Diurne. Se nourrit de débris et de phytoplancton. Incubateur buccal maternel.

Il existe 2 sous-espèces d'*Oreochromis shiranus* :
O. S. shiranus*, *O. s. chilwae

Distribution : *O. s. shiranus* : rivière Shiré avant les rapides de Murchison, lac Malawi et ses tributaires, haute Shiré.

O. s. chilwae : lac Chilwa et son bassin au Malawi et au Mozambique.

FICHE VIII. CICHLIDAE.

Sarotherodon galileus (Linnaeus, 1758)

Synonymes : *Sparus galilaeus* Linnaeus, 1758 - *Tilapia galilaea* (Linnaeus, 1758) - *Tilapia galilaea galilaea* (Linnaeus, 1758) - *Tilapia pleuromelas* Duméril, 1859 - *Tilapia lateralis* Duméril, 1859 - *Tilapia macrocentra* Duméril, 1859 - *Chromis multifasciatus* Günther, 1903 - *Tilapia multifasciata* (Günther, 1903) - *Tilapia galilaea multifasciata* (Günther, 1903)

Nom anglais : Mango tilapia

Nom français :



© Fishbase

Aquaculture : tilapia

Pêches : commercial

Ornement :



Taille max. : 41 cm LT – 34 LS

Poids max. : 1,6 kg

Biologie : Démersal. Forme occasionnellement des bancs, plutôt territorial. Préfère les eaux ouvertes, mais les jeunes sont en banc sur les côtes et les adultes sur le sable. Se nourrit d'algues et de fins débris organiques. Incubateur buccal biparental.

Il existe 5 sous-espèces de *Sarotherodon galileus* :

***S. g. borkuanus*, *S. g. boulengeri*, *S. g. galileus*, *S. g. multifasciatus*, *S. g. sanagaensis*.**

Distribution : *S. g. borkuanus* : Oasis saharienne de Borku, Ennedi et Tibesti au nord du Tchad. *S. g. boulengeri* : bas Congo du Malebo (Stanley) Pool à Matadi. *S. g. galileus* : connue dans le Sénégal, la Gambie, la Casamance (Sénégal), le Géba (Guinée-Bissau), le Konkouré (Guinée), le Niger, la Volta, le Mono, l'Ouémé, l'Ogun, la Cross, la Bénoué, le Logone, le Chari et le lac Tchad, l'Oubangui, les lacs Albert et Turkana, le bassin du Nil, les lacs Huleh et Kinereth en Israël ainsi que dans le Jourdain. *S. g. multifasciatus* : connue du lac Bosumtwi et la rivière Tano au Ghana, le Sassandra, le Bandama et le Comoé en Côte d'Ivoire. *S. g. sanagaensis* : connue seulement de la Sanaga, Cameroun.



FICHE IX. CICHLIDAE.

Sarotherodon melanotheron Rüppel, 1852

Synonymes : *Tilapia heudelotii* Duméril, 1859 - *Tilapia heudelotii heudelotii* Duméril, 1859 - *Tilapia rangii* Duméril, 1859 - *Tilapia multifasciata macrostoma* Pellegrin, 1941 - *Sarotherodon melanotheron paludinosus* Trewavas, 1983 - *Tilapia melanotheron* (Rüppel, 1852) - *Chromis microcephalus* Günther, 1862 - *Tilapia microcephala* (Günther, 1862) - *Melanogenes macrocephalus* Bleeker, 1862 - *Tilapia macrocephala* (Bleeker, 1862) - *Tilapia leonensis* Thys van den Audenaerde, 1971

Nom anglais : Blackchin tilapia

Nom français : Tilapia à gorge noire



© Y. Fermon

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial

Ornement : commercial



Taille max. : 31 cm LT

Poids max. :

Biologie : Démersal. Plutôt des eaux saumâtres et estuariens. Peste potentiel. Abondant dans les mangroves. Vie plutôt en groupe. Plutôt nocturne. Se nourrit de détritus et d'aufwuchs.

Il existe 3 sous-espèces de *Sarotherodon melanotheron* :
S. m. heudelotii*, *S. m. melano-
***theron*, *S. m. leonensis*.**

Distribution : *S. m. heudelotii* : connue des lagunes et des estuaires du Sénégal jusqu'en Sierra Leone. *S. m. melanotheron* : la répartition naturelle de cette sous-espèce est restreinte aux lagunes et aux estuaires depuis la Côte d'Ivoire jusqu'au Cameroun. *S. m. leonensis* : connue des eaux saumâtres et des eaux douces près des côtes de la Sierra Leone et de l'ouest du Liberia. Occasionnellement retrouvée en mer.

FICHE X. CICHLIDAE.

Tilapia guineensis (Bleeker in Günther, 1862)

Synonymes : *Chromis guineensis* Bleeker in Günther, 1862 - *Haligenes guineensis* Bleeker, 1863 - ?*Tilapia affinis* Duméril, 1858 - ?*Chromis latus* Günther, 1862 - ?*Tilapia lata* (Günther, 1862) - ?*Tilapia polycentra* Duméril, 1858

Nom anglais : Guinea tilapia

Nom français : Tilapia de Guinée, Carpe



© A. Lamboj

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial

Ornement :



Taille max. : 35 cm LT - 28,2 LS

Poids max. :

Biologie : Vie également en eaux saumâtres. Benthopélagique. Se nourrit de crevettes, de bivalves, de plancton et de détritux. Ovipares, pondueurs sur substrat.

Distribution : L'espèce est connue des zones côtières du Sénégal jusqu'à l'Angola. Elle remonte parfois les fleuves à une distance importante de la mer.



FICHE XI. CICHLIDAE.

Tilapia mariae Boulenger, 1899

Synonymes : *Tilapia dubia* Lönnberg, 1904 - *Tilapia heudeloti* (non Duméril, 1861) - *Tilapia mariae dubia* Lönnberg, 1904 - *Tilapia meeki* Pellegrin, 1911 - *Tilapia melanopleura* (non Duméril, 1861) - *Tilapia microcephala* (non Günther, 1862)

Nom anglais : Spotted tilapia

Nom français : Tilapia à 5 bandes



© Fishbase

Aquaculture :

Pêches :

Ornement : commercial



Taille max. : 39,4 cm LT - 23 LS

Poids max. : 1,4 kg

Biologie : Démersal. Peut vivre en eaux saumâtres. Considéré comme une peste. Vie dans des eaux courantes dans les zones rocheuses ou vaseuses et sableuses. Se nourrit de plantes. Atteint sa maturité sexuelle à 10-15 cm. Les parents préparent un nid. Les deux parents gardent les œufs (600-3300 par femelle) qui éclosent au bout de 1 à 3 jours. Les soins parentaux continuent jusqu'à ce que les alevins atteignent une taille de 2,5 à 3 cm.

Distribution : L'espèce est connue des lagunes côtières et du cours inférieur des rivières de la Côte d'Ivoire (à partir du Tabou) jusqu'à la rivière Cross au Nigeria. Elle n'a pas été récoltée jusqu'à présent de la zone entre le Pra au Ghana et le Bénin. Elle est retrouvée dans la zone côtière jusqu'au sud du Cameroun dans la rivière Kribi.

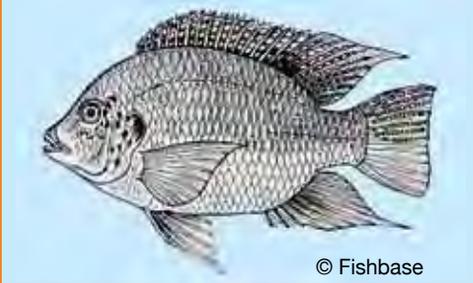
FICHE XII. CICHLIDAE.

Tilapia rendalli (Boulenger, 1897)

Synonymes : *Chromis rendallii* Boulenger, 1896 – *Tilapia sexfasciata* Pellegrin, 1900 – *Tilapia latifrons* Boulenger, 1906 – *Tilapia christyi* Boulenger, 1915 – *Tilapia druryi* Gilchrist & Thompson, 1917 – *Tilapia kirkhami* Gilchrist & Thompson, 1917 – *Tilapia mackeani* Gilchrist & Thompson, 1917 – *Tilapia sykesii* Gilchrist & Thompson, 1917 – *Tilapia swierstrae* Gilchrist & Thompson, 1917 – *Tilapia gefuensis* Thys van den Audenaerde, 1964 – *Tilapia zillii* (non Gervais, 1848) – *Tilapia melanopleura rendalli* (Boulenger, 1897) – *Tilapia melanopleura* (non Duméril, 1861) – *Tilapia lata* (non Günther, 1862) – *Tilapia melanopleura swierstrae* Gilchrist & Thompson, 1917

Nom anglais : Redbreasted tilapia

Nom français : Tilapia à poitrine rouge, carpe



© Fishbase

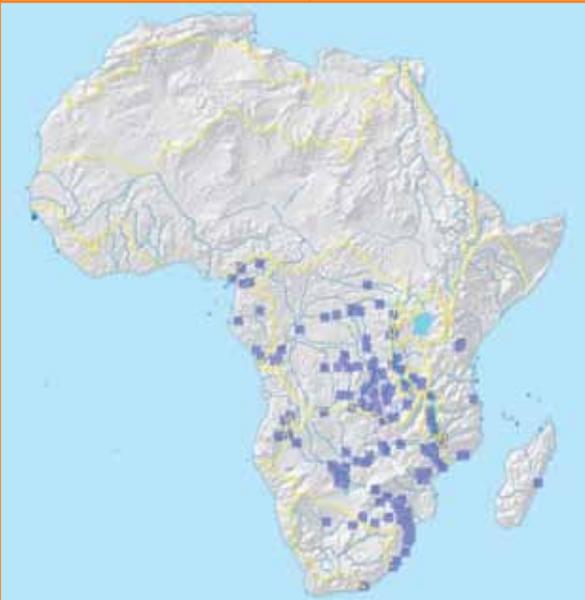


© Fishbase

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial - sport

Ornement : commercial



Taille max. : 45 cm LT

Poids max. : 2,5 kg

Biologie : Démersal. Considéré comme une peste. Vie dans des eaux calmes avec beaucoup de végétation. Il forme des bancs. Poisson diurne. Les jeunes sont planctonophages, les adultes végétariens mais se nourrissent aussi d'insectes et de crustacés. Supporte une grande marge de température et de salinité.

Distribution : L'espèce est connue des bassins du Sénégal, du Niger, du Congo du Zambèze, du lac Tangayika et de la Malagarasi. Connue également du Shaba, du Haut Kasai, de la Lualaba, du lac Malawi, du Natal de l'Okavango et de la Cunene. A été introduit dans plusieurs pays.



FICHE XIII. CICHLIDAE.

Tilapia zillii (Gervais, 1848)

Synonymes : *Acerina zillii* Gervais, 1848 - *Haligenes tristrami* Günther, 1859 - *Tilapia melanopleura* Duméril, 1859 - *Chromis andreae* Günther, 1864 - *Chromis caeruleomaculatus* de Rochebrune, 1880 - *Chromis faidherbii* de Rochebrune, 1880 - *Chromis menzalensis* Mitchell, 1895 - *Tilapia sparrmani multiradiata* Holly, 1928 - *Tilapia shariensis* Fowler, 1949

Nom anglais : Redbelly tilapia

Nom français : Tilapia à ventre rouge

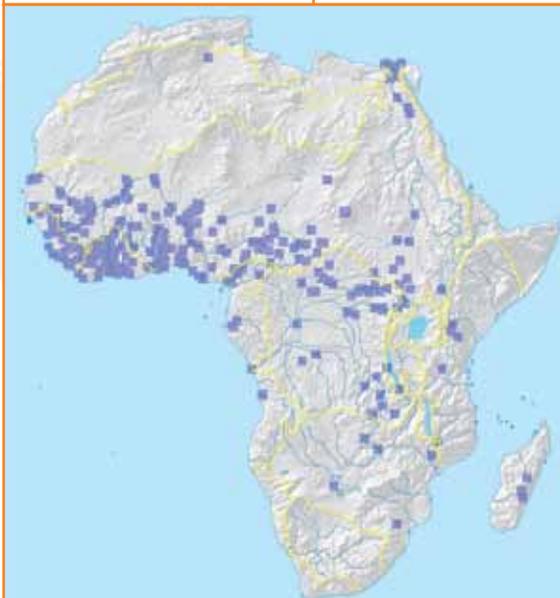


© A. Lamboj

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial

Ornement : commercial



Taille max. : 49 cm LT - 21 LS

Poids max. :

Biologie : Démersal. Diurne. Forme des bancs occasionnellement. Préfère les zones peu profondes avec de la végétation. Herbivores. Pondeurs sur substrat avec soins et garde parentale. Les jeunes sont fréquemment trouvées au milieu de la végétation et dans les zones inondées.

Distribution : L'espèce est présente dans le Sénégal, le bassin du Niger (et la Bénoué), le bassin tchadien, la Volta, l'Ogun, l'Oshun, la Bia, la Comoé, la Mé, le Bandama, le Boubo et le Sassandra, l'Oubangui, l'Uélé, et l'Ituri (Congo), le lac Albert, le Nil, le lac Turkana et le bassin du Jourdain. Elle a fait l'objet de plusieurs introductions à des fins piscicoles.

FICHE XIV. CICHLIDAE.

Hemichromis « vert » : *H. fasciatus* Peters, 1852 - *H. elongatus* (Guichenot, 1861)

Ce groupe comprend plusieurs espèces mais demande encore des investigations systématiques. Deux espèces ressortent qui souvent confondues : *H. fasciatus* et *H. elongatus*.

Synonymes : *H. fasciatus* : *H. leiguardii* Capello, 1872 - ?*Hemichromis desguezii* de Rochebrune, 1880 - *Hemichromis frempongi* Loisel, 1979. *H. elongatus* : *Hemichromis auritus* Gill, 1962

Nom anglais : Banded jewelfish

Nom français : Hemichromis rayé



© A. Lamboj

Aquaculture : commercial

Pêches : subsistance

Ornement : commercial



Taille max. : 25 cm LT - 20,4 LS

Poids max. : 0,3 kg

Biologie : Benthopélagique. Potamodrome. On le trouve en savane et forêt. Se nourrit de crevettes, d'insectes et de petits poissons. Pondeur sur substrat ouvert. Très agressif et territorial.

Distribution : *H. fasciatus* (en bleu sur la carte) a une vaste répartition en Afrique. On la trouve du bassin du Nil jusqu'à l'Est et les régions centrales comme le lac Tchad. Largement distribué du Sénégal au Congo.

H. elongatus (en rouge sur la carte) se trouve de la Sierra Leone aux bassins de l'Okavango et du Zambèze.



FICHE XV. CICHLIDAE.

Serranochromis angusticeps (Boulenger, 1907)

Synonymes : *Chromys leuallantii* Castelnau, 1861 - *Serranochromis leuallantii* (Castelnau, 1861) - *Tilapia leuallantii* (Castelnau, 1861) - *Paratilapia robusta* (non Günther, 1864) - *Paratilapia angusticeps* Boulenger, 1907 - *Paratilapia kafuensis* Boulenger, 1908 - *Serranochromis kafuensis* (Boulenger, 1908)

Nom anglais : Thinface largemouth

Nom français :



Aquaculture : commercial

Pêches : commercial - sport

Ornement : commercial



Taille max. : 41 LS

Poids max. : 2,5 kg

Biologie : Démersal. On le trouve dans les marécages dans les zones très plantées et sur les rives des rivières. Dans les cours d'eau rapides, au niveau des rochers et des zones sableuses. Se nourrit de petits poissons, d'insectes et de crevettes. Incubateur buccal.

Distribution : L'espèce est connue du bassin de la Cunene, de l'Okavango, du Haut Zambèze, de la Kafue et de la Luapala-Moeru.

FICHE XVI. CICHLIDAE.

Serranochromis robustus (Günther, 1864)

Synonymes : *Chromys levaillantii* Castelnau, 1861 - *Serranochromis levaillantii* (Castelnau, 1861) - *Tilapia levaillantii* (Castelnau, 1861) - *Paratilapia robusta* (non Günther, 1864) - *Paratilapia angusticeps* Boulenger, 1907 - *Paratilapia kafuensis* Boulenger, 1908 - *Serranochromis kafuensis* (Boulenger, 1908)

Nom anglais : Yellow-belly bream

Nom français :



© K. Winnemiller

Aquaculture :

Pêches : commercial - sport

Ornement :



Taille max. : 56 LT

Poids max. : 6,1 kg

Biologie : Démersal. On le trouve dans les marécages dans les zones plantées et sableuses, mais également au niveau des zones rocheuses. Se nourrit de poissons et d'invertébrés. Les grands spécimens se trouvent dans les grandes rivières et étendues d'eau permanentes. Se reproduit en été dans les zones de végétation le long de rives. Incubateur buccal.

Il existe 2 sous-espèces de *Serranochromis robustus* :
***S. r. robustus*, *S. r. jallae*.**

Distribution : *S. r. robustus* : L'espèce est connue du lac Malawi et du Haut Shiré. Connue également de la Luongo (bassin du Congo). Introduite dans le Haut Ruo et au Swaziland.

S. r. jallae : cette sous-espèce est connue de la Cunene, de l'Okavango, du Haut Zambèze, de la Kafue, du Moyen Zambèze incluant la Luangwa, de la Luapala-Moeru, de la Lualaba et de la Kasai. Introduite au Zimbabwe dans la Limpopo et au Natal.



FICHE XVII. CLARIIDAE

Clarias (Clarias) gariepinus (Burchell, 1822)

Synonymes : *Silurus (Heterobranchus) gariepinus* Burchell, 1822 - *Clarias syriacus* Valenciennes, 1840 - *Clarias capensis* Valenciennes, 1840 - *Clarias lazera* Valenciennes, 1840 - *Clarias mossambicus* Peters, 1852 - *Clarias xenodon* Günther, 1864 - *Clarias macracanthus* Günther, 1864 - *Clarias orontis* Günther, 1864 - *Clarias robecchii* Vinciguerra, 1893 - *Clarias microphthalmus* Pfeffer, 1896 - *Clarias smithii* Günther, 1896 - *Clarias guentheri* Pfeffer, 1896 - *Clarias microphthalmus* Pfeffer, 1896 - *Clarias longiceps* Boulenger, 1899 - *Clarias moorii* Boulenger, 1901 - *Clarias vinciguerrae* Boulenger, 1902 - *Clarias tsanensis* Boulenger, 1902 - *Clarias malaris* Nichols & Griscom, 1917 - *Clarias notozygurus* Lönnberg & Rendahl, 1922 - *Clarias depressus* Myers, 1925 - *Clarias muelleri* Pietschmann, 1939

Nom anglais : North African catfish

Nom français : Silure, poisson-chat nord africain

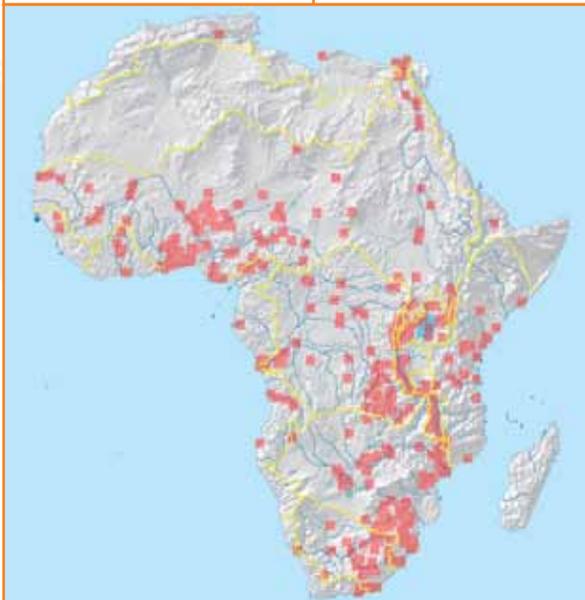


© Y. Fermon

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial mineur

Ornement :



Taille max. : 170 LT

Poids max. : 60 kg

Biologie : Benthopélagique. On le trouve dans les eaux calmes principalement. Mais il est possible de le trouver dans tous les milieux. Très tolérant aux conditions environnementales. Grâce à son organe de respiration aérien, il est capable de se déplacer de mare en mare à l'aide de ses nageoires pectorales. Se nourrit la nuit d'un grand éventail de proies : insectes, plancton, invertébrés mais aussi de jeunes oiseaux, de plantes... Migre vers les zones inondées pour la reproduction. Peut produire de faibles décharges électriques.

Distribution : La répartition de *C. gariepinus* est presque panafricaine. Elle est absente du Maghreb, de Haute et Basse Guinée et de la province du Cap. On la trouve également au Moyen Orient. Introduit dans plusieurs autres pays mais a eu des effets négatifs écologiques.

FICHE XVIII. CLARIIDAE

Heterobranchus longifilis Valenciennes, 1840

Synonymes : *Heterobranchus laticeps* Peters, 1852 - *Clarias loangwensis* Worthington, 1933 - *Heterobranchus platycephalus* Nichols & LaMonte, 1934

Nom anglais : Vundu

Nom français : Silure, Vundu

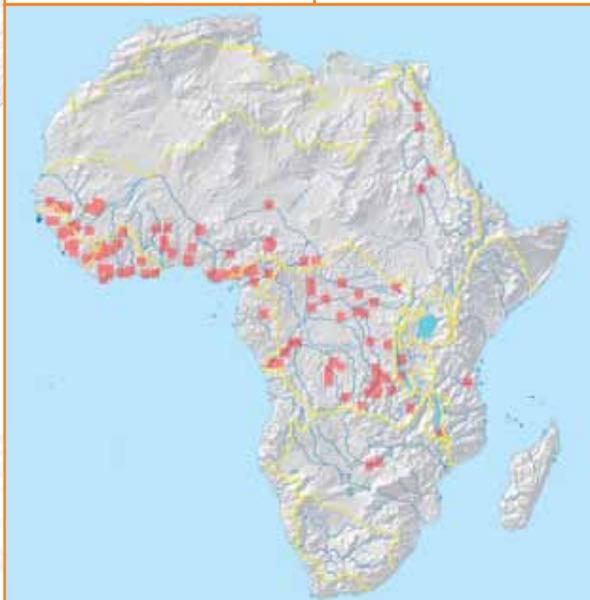


© Y. Fermon

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial mineur

Ornement : commercial



Taille max. : 150 cm LS

Poids max. : 55 kg

Biologie : Démersal. Se trouve dans les rivières importantes ou dans les lacs. Nocturne, se nourrit de tout ce qu'il trouve : invertébrés, poissons et autres vertébrés.

Distribution : Cette espèce se trouve dans le Nil, le Niger, le Sénégal, le bassin du Congo, le Haut et Moyen Zambèze. Connue également des lacs Tanganyika et Édouard, de la Gambie et de la Bénoué, du Tchad et de la Volta et des bassins côtiers de Guinée jusqu'au Nigéria.



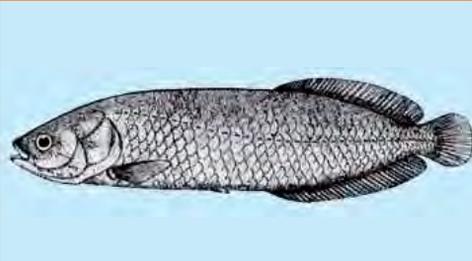
FICHE XIX. ARAPAIMIDAE

Heterotis niloticus (Cuvier, 1829)

Synonymes : *Clupisudis niloticus* (Cuvier, 1829) - *Sudis niloticus* Cuvier, 1829 - *Sudis nilotica* Cuvier, 1829 - *Sudis adansonii* Cuvier, 1829 - *Heterotis nilotica* (Cuvier, 1829) - *Heterotis adansonii* (Cuvier, 1829) - *Heterotis ehrenbergii* Valenciennes, 1847 - *Heterotis adansoni* Valenciennes, 1847

Nom anglais : African bonytongue, Heterotis

Nom français : Poissons sans nom, Heterotis



© www.arowana.de

Aquaculture : commercial

Pêches : commercial

Ornement : commercial



Taille max. : 100 cm LS

Poids max. : 10,2 kg

Biologie : Pélagique. Leur appareil branchial auxiliaire leur permet de vivre dans des zones désoxygénées. Se nourrit principalement de plancton. Durant la reproduction il construit un nid circulaire dans les marécages. Les jeunes sont gardés par le mâle. Les jeunes *Heterotis niloticus* vivent en essaim, au niveau des marécages, puis en bancs dont les effectifs diminuent au fur et à mesure de la croissance.

Distribution : il faut pour cette espèce considérer la distribution actuelle après introduction et la répartition naturelle originelle. Il est généralement admis que les premières introductions ont été faites au début des années 1950. Distribution naturelle d'origine : il s'agit de tous les bassins de la région nilo-soudanienne, Corubal, Sénégal, Gambie, Volta, Niger (plus Bénoué), Tchad, Nil et Omo-lac Turkana. Introductions et nouvelles implantations réussies de l'espèce : lacs de barrages de Côte d'Ivoire (bassin du Bandama et de la Bia), Cross, Sanaga, Nyong, Ogôoué, Congo inférieur et moyen (il semble que l'espèce n'ait pu franchir les chutes en amont de Kisingani), Oubangui et Kasai. Les essais d'implantations à Madagascar se sont avérés généralement infructueux, toutefois il est possible que l'espèce existe dans quelques cours d'eau de la côte orientale de l'île.



ACF - INTERNATIONAL NETWORK

CANADA

7464 rue St-Denis
Montréal, QC, H2R 2E4 Canada
E-mail : info@actioncontrelafaim.ca
Tel : (514) 279-4876
Fax : (514) 279-5136
Web : www.actioncontrelafaim.ca

ESPAGNE

C/Caracas 6, 1°
28010 Madrid, España
E-mail : ach@achesp.org
Tel : 34 91 391 53 00
Fax : 34 91 391 53 01
Web : www.accioncontraelhambre.org

ÉTATS-UNIS

247 West 37th, Suite #1201
New York, NY 10018 USA
E-mail : info@actionagainsthunger.org
Tel : 212-967-7800 Toll free : 877-777-1420
Fax : 212-967-5480
Web : www.actionagainsthunger.org

FRANCE

4 rue Niepce
75014 Paris, France
E-mail : info@actioncontrelafaim.org
Tel : 33 1 43 35 88 88
Fax : 33 1 43 35 88 00
Web : www.actioncontrelafaim.org

ROYAUME UNI

First Floor, rear premises,
161-163 Greenwich High Road
London, SE10 8JA, UK
E-mail : info@aahuk.org
Tel : 44 208 293 6190
Fax : 44 208 858 8372
Web : www.aahuk.org

