

2. PRODUCTION EN ÉTANG DANS LA RÉGION ANALAMANGA

MANUEL DE BONNES PRATIQUES

Publié par
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Siège de la société
Bonn et Eschborn, Allemagne

Projet Aquaculture Durable à Madagascar
Lot IIK 68 Bis Lotissement Bonnet Soavimasoandro-Antananarivo 101
Madagascar

padm@giz.de
www.giz.de/www.giz.de/madagascar-mg

Mise à jour
Janvier, 2023

Texte

COFAD :

Damien Desprez
David Rakotomavo
Fanomezantsoa Randriarilala
Henri Andriniaina
Léo Godard
Lovaosa Rakotoasimbola
Mamy Andriantsoa
Samuel Rakotoambinina
avec la collaboration d'Adrien Bernard

Synthèse et Relecture : Allan L. Razakamahefa

Crédits :

Photos COFAD : Pages 18, 23, 26, 30, 31, 32, 36, 40, 43, 48, 50, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 70,
84, 87, 89, 95, 106, 120, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 134, 138, 139.

Dessin GIZ/PADM : Couverture

Dessins COFAD : Page 35, 59, 64, 88, 122, 128, 139

Conception

Myh Design - Ny Haja Rakotozandriny

Mandaté par le Ministère de la Coopération Economique et du Développement Allemand
(Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, BMZ)

Sous tutelle du Ministère de la Pêche et l'Economie Bleue.

MOTS DU MINISTRE



Chers amis Pisciculteurs,

Le Président de la République Malagasy, Son Excellence Monsieur Andry RAJOELINA à travers les Velirano 6, 9 et 10, s'est fixé comme objectif la création d'emplois décents pour tous, l'atteinte de l'autosuffisance alimentaire et la gestion durable de nos ressources naturelles. Ces aspirations sont plus que pertinentes car nous avons 28 millions de Malagasy à nourrir, un taux national de consommation de produits halieutiques à tripler et 18 millions de jeunes en quête d'emplois à satisfaire.

Dans le but d'atteindre ces objectifs, le Ministère de la Pêche et de l'Économie Bleue a multiplié les efforts alloués au développement de l'aquaculture et des chaînes de valeur qui lui sont liées. Entre autres, nous avons signé des Conventions de Partenariat avec des producteurs d'aliments et le Programme Fihariana « FIA BY FIHARIANA » pour vous accompagner à l'amélioration de leur production et à la facilitation de l'accès au financement des pisciculteurs.

En effet, la Région Analamanga possède d'énormes potentialités pour le développement de la pisciculture en étang et le centre de consommation de poissons dont le besoin est estimé à 12 tonnes par jour. Elle figure parmi les Régions les plus riches en plans d'eau continentaux d'une superficie de 5 555 ha repartis dans les 5 districts et pratique depuis des siècles la pisciculture. 399 pisciculteurs formels ont été recensés dont 380 des producteurs privés d'alevins et 156 grossisseurs. En 2020, 2 130 700 alevins ont été produits. La production venant de la pisciculture est d'environ de 349 tonnes.

Dans l'objectif de mettre en place des piscicultures aux normes, afin d'atteindre les niveaux de production optimale, il importe de valoriser toutes les bonnes pratiques acquises durant les années d'expérience dans la filière.

De ce fait, j'espère que ce manuel de bonnes pratiques trouvera son utilité pour vous orienter dans vos projets et vous permettre de réussir à mettre en place des exploitations toujours plus productives qui serviront de modèles nationaux.

**MINISTRE DE LA PECHE
ET DE L'ECONOMIE BLEUE**

MAHATANTE TSIMAHORATY
Paubert

Table des matières

Liste des figures	6	
Liste des tableaux	8	
Liste des abréviations	10	
Synthèse	11	
2.1	Contexte, systèmes d'élevage et espèces sur les Hautes Terres à Madagascar	17
2.1.1	Contexte	19
2.1.2	Présentation du modèle biologique tilapia	23
2.1.3	Présentation du modèle biologique carpe	26
2.2	La préparation et la fertilisation des étangs	29
2.2.1	Contexte	31
2.2.2	La préparation de l'étang	32
2.2.3	La fertilisation	33
2.2.3.1	Types et effets des fertilisants	33
2.2.3.2	Stratégie de fertilisation	34
2.2.3.2.1	Mesures de contrôle à effectuer	34
2.2.3.2.2	La fertilisation minérale	35
2.2.3.2.3	La fertilisation organique	35
2.2.3.2.4	Utilisation du compost pour la fertilisation organique	36
2.3	Comment suivre et calculer les performances d'élevage	39
2.3.1	Introduction	41
2.3.2	Enregistrement des données d'élevage	42
2.3.2.1	Données concernant l'alimentation et la mortalité	42
2.3.2.2	Enregistrement des dépenses	44
2.3.2.3	Enregistrement des recettes	45
2.3.3	Différents calculs	46
2.3.3.1	Taux de survie	46
2.3.3.2	Croissance journalière	46
2.3.3.3	Gain de biomasse	46
2.3.3.4	Taux de conversion de l'aliment	47
2.3.3.5	Rendement d'un étang	47
2.3.4	Détermination du poids moyen des poissons lors de l'élevage	47
2.4	La reproduction et la production d'alevins de carpe <i>Cyprinus carpio</i>	49
2.4.1	Introduction	51

2.4.2	Les infrastructures, les matériels et les équipements pour l'élevage	51
2.4.3	Le matériel biologique	53
2.4.4	L'alimentation et les conditions de stockage des géniteurs	55
2.4.4.1	L'alimentation	55
2.4.4.2	Les conditions de stockage des géniteurs	57
2.4.4.3	Alimentation et condition de stockage des géniteurs dans le cas de pontes multiples pendant la saison de reproduction	57
2.4.5	Le cycle de la reproduction et de l'alevinage	58
2.4.5.1	La reproduction	58
2.4.5.2	L'incubation	59
2.4.5.3	L'alevinage	61
2.4.6	Enregistrement des données d'élevage	63
2.4.7	Résumé des recommandations de la COFAD	63
2.4.8	Modèle économique standard : les performances économiques obtenues en suivant les recommandations de la COFAD	65
2.5	L'élevage de la carpe en étang	69
2.5.1	Introduction	71
2.5.2	Préparation de l'étang d'élevage et fertilisation	71
2.5.3	Densité de mise en charge des alevins	71
2.5.4	L'aliment et le nourrissage	72
2.5.4.1	L'aliment	72
2.5.4.2	Le nourrissage	73
2.5.4.3	Fréquence de nourrissage	75
2.5.5	Enregistrement des données d'élevage	76
2.5.6	Les performances d'élevage de la carpe en étang dans l'Analamanga	76
2.5.7	Modèle économique standard : les performances économiques obtenues en suivant les recommandations de la COFAD	78
2.6	La reproduction et la production d'alevins en happas de tilapia <i>Oreochromis niloticus</i>	83
2.6.1	Introduction	85
2.6.2	Les infrastructures d'élevage, les matériels et équipements	86
2.6.3	Le matériel biologique	87
2.6.4	L'alimentation des géniteurs	89
2.6.5	Les cycles de la reproduction et de l'alevinage	92
2.6.5.1	Les cycles successifs de la reproduction et de l'alevinage	92
2.6.5.2	La reproduction et l'éclosion	93

2.6.5.3	Le nourrissage des alevins	94
2.6.5.4	La récolte des alevins et le stockage avant la vente	94
2.6.6	Enregistrement des données d'élevage	96
2.6.7	Les performances de reproduction et de production d'alevins de tilapia dans les régions d'Analamanga et d'Atsinanana	97
2.6.8	Résumé des recommandations de la COFAD	100
2.6.9	Modèle économique standard : les performances économiques obtenues en suivant les recommandations de la COFAD	101
2.7	L'élevage du tilapia en étang	105
2.7.1	Introduction	107
2.7.2	Préparation et fertilisation de l'étang d'élevage	107
2.7.3	Densité de mise en charge	107
2.7.4	L'aliment et le nourrissage	108
2.7.4.1	L'aliment	108
2.7.4.2	Taux de nourrissage et quantité d'aliment	109
2.7.4.3	Fréquence de nourrissage	111
2.7.5	Enregistrement des données d'élevage	112
2.7.6	Les performances d'élevage du tilapia en étang dans l'Analamanga	113
2.7.7	Modèle économique standard : les performances économiques obtenues en suivant les recommandations de la COFAD	114
2.8	L'utilisation de l'enclos pour l'élevage de la carpe et du tilapia	119
2.8.1	Introduction	121
2.8.2	L'enclos comme infrastructure d'élevage	122
2.8.3	Mode de gestion d'un enclos installé dans un étang	124
2.8.3.1	Densité de stockage	124
2.8.3.2	Fertilisation et alimentation	125
2.8.3.3	Récolte	126
2.8.4	Dimensions et construction d'un enclos	126
2.8.5	Résultats techniques	129
2.8.6	Analyse économique	130
2.9	Méthodologie de formation	133
2.9.1	Contexte	135
2.9.2	Approche COFAD dans le cadre du PADM	135
	Présentation de la COFAD	140

ANNEXES

143

Annexe 1 : Les phénotypes de la carpe commune *Cyprinus carpio* présents à Madagascar

144

Annexe 2 : Les coordonnées de quelques fournisseurs d'équipements aquacoles et de filets pour la fabrication des enclos, des happas et des cages

146

Annexe 3 : Informations techniques pour la construction d'une cage avec un cadre en métal et des bidons flottants de 10 litres

147

Listes des figures

Figure 1 - Le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

23

Figure 2 - La carpe commune *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)

26

Figure 3 - Illustrations relatives à des étangs piscicoles insérées dans des exploitations agricoles traditionnelles pratiquant des cultures végétales (riz et légumes)

31

Figure 4 - Illustration relative au chaulage et au labourage d'un étang

32

Figure 5 - Mesure de la transparence de l'eau à l'aide du bras

35

Figure 6 - Une compostière installée dans le coin d'un étang de pisciculture

36

Figure 7 - Illustration relative à une boîte de lait concentré utilisée pour mesurer la quantité d'aliment distribué par le pisciculteur

43

Figure 8 - Illustration relative au contrôle de poids moyen des poissons pendant le cycle d'élevage

48

Figure 9 - Illustrations relatives au happa d'éclosion (à gauche), aux contenants pour la manipulation des poissons (au centre) et au happa de stockage des alevins (à droite)

53

Figure 10 - Illustrations relatives aux phénotypes de la carpe commune *Cyprinus carpio*

53

Figure 11 - Calendrier cultural pour la reproduction et la production d'alevins de carpe dans la région d'Analamanga

54

Figure 12 - Illustrations relatives à la reproduction de géniteurs de carpe commune

57

Figure 13 - Illustrations relatives à l'installation du support de ponte (kakaban) dans l'étang de reproduction

58

Figure 14 - Illustrations relatives à la maturité sexuelle de la femelle (à gauche et à droite) et du mâle (à droite) de la carpe

59

Figure 15 - Illustrations relatives au happa d'incubation et d'éclosion

59

Figure 16 - Illustrations relatives à la mise en place du Kakaban pour l'incubation et l'éclosion des œufs de carpe

60

Figure 17 - Illustrations relatives à la récolte et au comptage des alevins de carpe commune

61

Figure 18 - Illustrations relatives aux aliments pour l'alevinage de la carpe

62

Figure 19 - Nombre d'alevins obtenus, respectivement sans et avec application des recommandations de la COFAD

64

Figure 20 - Calendrier culturel pour la production de carpe dans la région d'Analamanga	72
Figure 21 - Courbe de croissance de la carpe <i>Cyprinus carpio</i> en étang dans la région d'Analamanga. Carpe nourrie avec un aliment extrudé à 30 % de protéines	76
Figure 22 - Illustrations relatives aux happas de reproduction et d'alevinage du tilapia	87
Figure 23 - Schéma du dimorphisme sexuel de la papille génitale mâle (à droite) et femelle (à gauche) chez le tilapia.	88
Figure 24 - Illustration relative aux géniteurs de tilapia <i>Oreochromis niloticus</i>	89
Figure 25 - Calendrier culturel pour la reproduction et la production d'alevins de tilapia dans la région d'Analamanga	92
Figure 26 - Schéma des 4 premiers cycles successifs de reproduction et d'élevage des alevins de tilapia avec le système en happa. Les cycles suivants (5, 6, etc.) se poursuivent sur le même principe jusqu'à la fin de la période de reproduction.	93
Figure 27 - Illustrations relatives à la récolte des alevins puis le stockage et le conditionnement avant la commercialisation.	95
Figure 28 - Calendrier culturel pour la production de tilapia dans la région d'Analamanga	108
Figure 29 - Courbe de croissance du tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> en étang dans la région d'Analamanga en fonction du type d'aliment utilisé (extrudé manufacturé ou artisanal)	113
Figure 30 - Illustration relative au lac artificiel d'Ivato dans la région d'Analamanga	122
Figure 31 - Illustrations relatives à un enclos créé par la fermeture d'un espace naturel	122
Figure 32 - Illustration relative à un enclos fermé en filet installé dans un espace naturel	123
Figure 33 - Illustrations relatives à un enclos en filet sur les bords du lac Ivato dans la région d'Analamanga	123
Figure 34 - Illustrations relatives à la récolte des poissons dans un enclos en filet dans l'Analamanga	126
Figure 35 - Illustrations relatives aux filets d'élevage pour la fabrication et la gestion d'un enclos	127
Figure 36 - Illustration relative à la fabrication d'un enclos.	127
Figure 37 - Illustration relative au filet d'élevage et à la « barrière aliment »	128
Figure 38 - Schéma d'un enclos en filet et du système de fixation avec des piquets en bois	128
Figure 39 - Illustration relative à l'installation d'un enclos dans un étang	128
Figure 40 - Schéma de l'approche globale de COFAD axée sur la formation de deux groupes cibles : les pisciculteurs et les agents du secteur privé	136
Figure 41 - Illustrations relatives aux formations en groupe	138
Figure 42 - Illustrations relatives aux échanges et aux discussions entre les pisciculteurs et les experts de la COFAD	138
Figure 43 - Illustrations relatives à l'encadrement technique individuel	138
Figure 44 - Illustrations relatives aux formations en groupe en salle (à gauche) ou sur le terrain (à droite)	139

Figure 45 - Schémas des croisements de phénotypes non recommandés chez la carpe <i>Cyprinus carpio</i> à Madagascar	139
Figure - Illustrations et descriptions relatives aux 4 phénotypes de la carpe <i>Cyprinus carpio</i> présents à Madagascar	144
Figure – Schémas des croisements de phénotypes non recommandés chez la carpe <i>Cyprinus carpio</i> à Madagascar	145

Liste des tableaux

Tableau 1 - Données statistiques de la FAO et du MAEP concernant la production aquacole de poissons, crustacés et mollusques à Madagascar	20
Tableau 2 - Etapes successives de la préparation d'un étang de pisciculture	33
Tableau 3 - Récapitulatif des étapes de fertilisation d'un étang de pisciculture sur les Hautes Terres	36
Tableau 4 - Exemple d'un tableau de résultats et de performances d'élevage en étang	41
Tableau 5 - Registre des étangs	42
Tableau 6 - Exemple d'enregistrement quotidien des intrants (aliment, fertilisant) et des mortalités	42
Tableau 7 - Exemple d'un tableau d'enregistrement mensuel de dépenses	44
Tableau 8 - Synthèse relative aux dépenses sur un cycle total	44
Tableau 9 - Exemple d'un tableau d'enregistrement mensuel de recettes	45
Tableau 10 - Synthèse relative aux recettes sur un cycle total	45
Tableau 11 - Caractéristiques des aliments pour les alevins et les géniteurs de carpe	55
Tableau 12 - Taux et fréquence de nourrissage des géniteurs de carpe <i>Cyprinus carpio</i> au cours des différentes périodes de l'année	56
Tableau 13 - Rentabilité économique d'une production d'alevins de carpe en Analamanga en fonction du nombre d'alevins de carpe par femelle et reposant sur un nourrissage des géniteurs et des alevins avec un aliment manufacturé de qualité - Période : une année	68
Tableau 14 - Caractéristiques des aliments manufacturés pour l'élevage de la carpe en étang	73
Tableau 15 - Taux de nourrissage quotidien avec un aliment extrudé en fonction du poids corporel de la carpe et de la température de l'eau (teneur en protéines de l'aliment 32 %).	73
Tableau 16 - Performances de croissance de la carpe <i>Cyprinus carpio</i> élevée en étang dans la région d'Analamanga et nourrie avec un aliment extrudé à 30 % de protéines	77
Tableau 17 - Rentabilité économique de l'élevage de la carpe <i>Cyprinus carpio</i> en étang d'un are dans la région d'Analamanga en fonction de la durée du cycle d'élevage.	78

Tableau 18 - Besoin mensuel en trésorerie (en Ariary) par cycle d'élevage de la carpe pour un étang de 1 are et une durée d'élevage de 6 ou 8 mois	80
Tableau 19 - Caractéristiques des aliments pour les géniteurs et les alevins de tilapia	90
Tableau 20 - Taux et fréquence de nourrissage des géniteurs de tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> au cours des différentes périodes du cycle annuel de la reproduction à Madagascar	91
Tableau 21 - Performances de reproduction et de production d'alevins de tilapia chez les pisciculteurs partenaires dans la région d'Analamanga	98
Tableau 22 - Performances de reproduction et de production d'alevins de tilapia chez le pisciculteur partenaire dans la région d'Atsinanana	99
Tableau 23 - Performances standards de reproduction et de production d'alevins de tilapia en happa (25 m ²) dans la région d'Analamanga et dans la région d'Atsinanana, en suivant les recommandations de la COFAD	100
Tableau 24 - Rentabilité économique d'une production annuelle d'alevins de tilapia dans la région d'Analamanga et d'Atsinanana en fonction du nombre de cycles de reproduction par an et avec utilisation d'aliments de qualité. Le pisciculteur dispose de 2 happas de 25 m ² pour la reproduction et l'alevinage.	103
Tableau 25 - Caractéristiques des aliments manufacturés pour l'élevage du tilapia en étang	108
Tableau 26 - Exemple de formulation d'un aliment à base de matières premières locales	109
Tableau 27 - Taux de nourrissage quotidien (en pourcentage du poids moyen des poissons) avec un aliment extrudé (à 30-32% de protéines) en fonction du poids moyen du tilapia et de la température de l'eau	110
Tableau 28 - Performances de croissance du tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> élevé en étang dans la région d'Analamanga en fonction du type d'aliment utilisé (extrudé manufacturé ou artisanal).	114
Tableau 29 - Rentabilité économique de l'élevage du tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> élevé en étang dans la région d'Analamanga en fonction du type d'aliment utilisé (extrudé manufacturé ou artisanal).	116
Tableau 30 - Besoin mensuel en trésorerie (en Ariary) par cycle d'élevage du tilapia pour un étang d'un are	117
Tableau 31: Taux de survie de lacarpe (<i>Cyprinus carpio</i>) et du tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>) élevés en enclos dans le lac Ivato (4 pisciculteurs).	129
Tableau 32 - Effet du taux de survie sur les recettes et le bénéfice brut par are pour l'élevage de la carpe et du tilapia en étang	130
Tableau 33 - Bénéfice net (après amortissement) d'un élevage en enclos de 100 m ² installé dans un étang de 3 ares avec un taux de survie de 85 %	131

Liste des abréviations

COFAD	Consultants en Pêches, Aquaculture et Développement Régional
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
GIZ	Agence de Coopération Internationale allemande pour le Développement
GOPA	Cabinet allemand, leader dans le conseil au développement
MAEP	Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche
PADM	Projet Aquaculture Durable à Madagascar
SNDAM	Stratégie Nationale de Développement de l'Aquaculture à Madagascar

Synthèse

Production en étang dans la Région Analamanga (COFAD)

Contexte économique et hydro-climatique

Une forte pression s'exerce sur les ressources piscicoles des Hauts Plateaux à cause des besoins alimentaires accrus des grands centres urbains. En plus d'être une source intéressante de protéines pour la population, la pisciculture en eau douce est aussi une source de revenus stables pour les producteurs. Les publications précises qui se sont intéressées à la situation nationale du commerce et du marché de produits piscicoles sont rares voire inexistantes.

Madagascar présente une diversité de ressources exploitables dans le domaine continental telles que les plans d'eau douce, les vastes terrains irrigués et aménageables favorables aux activités piscicoles. La production provenant de l'aquaculture continentale connaît une croissance depuis 2010 jusqu'à maintenant (Pisciculture en étang : 525 à 1 650 t/an, Rizipisciculture : 2 650 t/an à 3 500 t/an).

Espèces piscicoles introduites et adaptées aux conditions climatiques

La pisciculture sur les Hautes Terres s'appuie sur deux modèles biologiques : le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) et la carpe commune (*Cyprinus carpio*).

Le tilapia du Nil est une espèce acclimatée dans les eaux continentales de Madagascar

et présente trois souches distinctes (locale, NiloJICA et GIFT). Le potentiel du tilapia est lié à sa capacité d'adaptation aux variations des conditions du milieu naturel (température, Ph, taux d'oxygène, disponibilité irrégulière des aliments), sanitaire et d'élevage.

La seule espèce de carpe à Madagascar, la carpe commune (*Cyprinus carpio*), présente 4 phénotypes (écaillée, linéaire, miroir et cuir). Elle est présente seulement dans toutes les eaux continentales des régions de hautes et moyennes altitudes. Cet omnivore opportuniste à croissance rapide s'adapte bien aux différentes conditions d'élevage. Sa prolificité et sa résistance aux maladies expliquent son haut potentiel d'élevage.

COFAD pour le développement de l'aquaculture : concept et approche

COFAD, un partenaire au développement de la pisciculture en étang dans la région de l'Analamanga, intervient principalement auprès de plusieurs entités : des institutions financières, des entités politiques, des ONGs et du secteur privé. Cette coopérative qui se focalise sur la responsabilité individuelle et la durabilité des projets a identifié trois axes de travail : l'augmentation de la productivité des systèmes d'élevage en place, principalement l'élevage en étang, la spécialisation des pisciculteurs dans la production d'alevins de qualité et la diversification des systèmes de production afin de mieux valoriser les plans d'eau naturels ou artificiels.

Les discussions de COFAD avec les pisciculteurs ont mis en évidence les raisons des faibles performances de reproduction : une alimentation inadaptée, une mortalité élevée en début de la phase d'élevage larvaire et des systèmes et schémas de reproduction inadaptés au tilapia. Ainsi, un système piscicole adapté aux pratiques piscicoles déjà en place et l'utilisation d'intrants de qualité ont été proposés aux pisciculteurs.

Les systèmes d'élevage piscicoles en hautes terres

a. Reproduction et production d'alevins

La reproduction de la carpe nécessite l'utilisation d'au moins 5 étangs (2 pour le stockage des géniteurs, 1 pour la reproduction, 1 étang d'éclosion 6 m² de surface et au moins 1 étang d'élevage larvaire). Plusieurs éléments sont considérés pour assurer sa rentabilité telles que la maîtrise de l'eau et de l'oxygénation, le filtrage contre les intrusions de prédateurs, le sexe ratio mâles-femelle (2/1) et la proximité des étangs. Les étapes de la reproduction sont constituées de la collecte et l'incubation des œufs émis par la femelle entre 1 et 2 kg de poids, la pêche et la manipulation des géniteurs et des alevins, le transfert des poissons d'un étang à l'autre, et enfin le stockage, le conditionnement, le transport et la commercialisation des alevins.

La recommandation COFAD pour assurer une meilleure production d'alevins de carpe

concerne le mode d'alimentation de qualité des géniteurs et des alevins, la sélection des géniteurs (poids, âge, écaillage etc.), le stockage séparé des géniteurs mâle et femelle pendant le conditionnement, la densité d'élevage, le respect rigoureux des étapes de préparation des étangs. L'application de ces recommandations, permettrait à une femelle de plus de 1 kg une nette amélioration de la production (20 000 vs 848 alevins de 0,5-1 g).

Le modèle économique de COFAD repose sur un pisciculteur déjà installés disposant de tous les prérequis (étangs, ressources en eau et alimentation) et d'un trio de géniteurs (une femelle d'un poids de 1,5 kg et deux mâles de 1 kg) pour une production moyenne de 40 000 alevins de 4 jours. Avec ce modèle, le processus de production d'alevins dont le conditionnement, la reproduction et l'élevage larvaire s'étale sur 6 mois.

b. Grossissement en étang

Les étapes importantes pour la réalisation de l'élevage de grossissement en étang sont la préparation de l'étang, sa fertilisation et sa mise en charge très tôt avec une densité de 100 alevins par are.

Le choix des aliments en termes de granulométrie et de composition dépend de plusieurs critères : le poids du poisson, la digestibilité des aliments, la teneur en protéine... L'alimentation à volonté (ad libitum) des poissons est fortement recommandée car la prise alimentaire est liée aux paramètres biologiques

(fertilité) et physico-chimiques de l'étang (O_2 dissous, T°). La prolongation de 2 mois de la période d'élevage permet une amélioration de 48% du poids moyen des poissons récoltés.

Le modèle économique du grossissement des poissons sur un étang pour deux longueurs de cycle d'élevage (6 mois vs 8 mois) se base sur les coûts des mains d'œuvres (50.000 vs 60.000AR) et des fertilisants (30.000 vs 38.000AR), et sur le prix d'achat d'un alevin de 1 à 3g (200ar), le prix du kilo d'aliments confectionnés (4.500AR) et le prix à la vente du poisson de poids supérieur à 150g s'élevant à 15.000AR.

c. Reproduction et production d'alevin (tilapia) : techniques, recommandations et modèle économique

L'élevage des tilapias sur les hautes terres exige la fourniture d'alevins de qualité provenant des régions chaudes de Madagascar (Moyen-Ouest et les zones côtières) qui présentent les conditions climatiques ($T^\circ > 22^\circ C$) et d'élevage favorable à la reproduction de l'espèce. Avec la reproduction spontanée du tilapia et les pontes successives, la production d'une nouvelle cohorte toutes les 2 à 6 semaines est possible suivant les conditions climatiques et d'élevage.

Le modèle économique de reproduction repose sur l'alimentation de géniteurs et des alevins avec de l'aliment de qualité. Un système de reproduction en happas

est proposé aux pisciculteurs pour assurer la reproduction spontanée et la ponte successive en même temps. Le pisciculteur disposant d'un étang de surface de 2 ares, de deux happas de 25m² et 50m², de 34 piquets pour leur fixation.

COFAD recommande une reproduction et la production optimale de tilapia du Nil avec une densité 2 à 4 géniteurs par m², un sex-ratio mâle-femelle de 1/2 à 1/3. Le renouvellement des géniteurs ne doit pas dépasser les 2 années de reproduction. L'utilisation d'aliments manufacturés de qualité recommandés par COFAD permet d'obtenir de résultats intéressants en termes de performances de reproduction et de production d'alevins.

d. Elevage en étang (grossissement) : techniques, performances et modèle économique

La densité de mise en charge des alevins de tilapia du Nil de 1 à 5 g de poids ou de 2 à 6 cm de longueur dans un étang de grossissement varie entre 100 à 200 alevins par are. L'utilisation des alevins monosexes mâles est très conseillée pour favoriser leur croissance rapide. Par la combinaison de la fertilisation de l'étang et de l'apport d'aliments manufacturés de qualité adaptés aux besoins nutritionnels du tilapia, l'élevage en étang permet d'améliorer la croissance des poissons et la performance de production de l'étang. C'est pourquoi COFAD recommande la mise en charge dans le moment le plus proche du début de la saison.

e. Pisciculture en enclos (tilapia et carpe)

Des étangs piscicoles sont aménagés sur les berges du lac d'Ivato dont le niveau de l'eau est fluctuant. Les pisciculteurs déjà installés se heurtent aux problèmes tels que la fuite des poissons liée à l'inondation de l'étang et la saisonnalité de la pratique piscicole. Une solution technique proposée est de tester l'enclos dans un étang pour assurer l'élevage toute l'année. La particularité de l'enclos est de pouvoir être déplacé facilement dans une zone profonde en cas de baisse de niveau d'eau et vidé rapidement pour le transfert vers d'autres enclos en cas d'inondations.

L'enclos doit représenter le tiers de la surface de l'étang et la densité d'alevins à grossir dans l'enclos dépend de l'espèce exploitée. Dans le cas de carpe et du tilapia, COFAD recommande l'utilisation d'une maille de côté de 10mm adapté aux poissons de calibre à partir de 12g pré-grossis dans un étang d'alevinage. La fertilisation pratiquée en dehors des périodes d'inondation et l'alimentation exogène assurent la croissance des poissons. La surface d'un enclos ne doit pas excéder 100 m² pour éviter les difficultés de récolte liées à la manipulation de filets trop larges. L'installation autour de l'enclos d'un filet de petite maille (1mm) de hauteur 40 à 50 cm, nommé barrière aliment, permet d'éviter la perte des aliments extrudés ou flottants. La hauteur de ce fil.

La recommandation sur densité d'élevage en enclos est de 300 alevins pour les carpes

et 450 alevins pour les tilapias. Le cycle dure respectivement 7 à 9 mois et 13 mois pour le tilapia et la carpe mais qui peut être allongé dans l'optique d'une meilleure vente. Le test a permis de démontrer l'efficacité de l'enclos pour la survie d'au moins 90% des poissons en cas d'inondation. Le modèle économique de l'élevage de ces deux espèces en enclos se base alors sur un taux de survie de 85% pour assurer la rentabilité de l'exploitation par la diminution des pertes de revenus liées l'assèchement ou l'inondation.

Formations adaptées aux groupes cibles

La dimension sociale joue un rôle décisif dans la viabilité de l'activité de production piscicole. En fait, l'insuffisance de vulgarisateurs expérimentés en aquaculture et la dépendance excessive aux appuis externes nuisent à la pérennisation des activités piscicoles.

L'équipe COFAD a adopté une approche globale participative impliquant le secteur privé, les pisciculteurs et les fournisseurs d'intrants. Le renforcement de capacités, la transmission de connaissances et le transfert de compétences aux différents acteurs constituent les principaux moyens pour amener tous les agents du secteur privé et du secteur public au même niveau d'informations que les pisciculteurs.

En effet en développant les « partenariats privé-privé » il est possible d'assurer la pérennisation du projet. Cette association concernent principalement deux groupes cibles ont des intérêts communs et

complémentaires. Ainsi la demande des pisciculteurs en aliment de qualité pour maximiser leur production pourront rejoindre aux besoins de débouchés des fournisseurs ou producteurs d'aliments. Toutefois pour éviter la dépendance

des pisciculteurs aux fournisseurs, la formation des pisciculteurs sur les aspects techniques et économiques des pisciculteurs leurs permettent de choisir la meilleure stratégie d'approvisionnement en aliments.

Note à l'attention du lecteur

Les résultats techniques et économiques présentés dans ce manuel ont été obtenus en suivant un protocole d'élevage strict. De nombreux paramètres environnementaux, humains, biologiques etc. sont toutefois susceptibles de faire varier ces résultats en fonction du contexte dans lequel l'élevage est développé. En conséquence, COFAD ne pourra être tenu responsable si un pisciculteur n'obtenait pas les mêmes résultats techniques et économiques que ceux indiqués dans ce document.

Les photos présentées dans ce document ont été prises par l'équipe de la COFAD lors de ses activités dans le cadre du PADM. Les photos sont donc la propriété du PADM/GIZ et de la COFAD.

2.1 Contexte, systèmes d'élevage et espèces sur les Hautes Terres à Madagascar



2.1.1 Contexte

À Madagascar, le poisson est un aliment apprécié de la population et une source importante de protéines et d'éléments nutritifs. La satisfaction des besoins alimentaires d'une population en forte croissance (27,2 millions d'habitants en mars 2020) induit actuellement une pression de plus en plus forte sur l'exploitation des ressources halieutiques et plus particulièrement sur les ressources dulçaquicoles des Hauts Plateaux où se situent les grands centres urbains. Rien que sur le marché d'Antananarivo, le déficit en poisson frais d'eau douce était déjà estimé à 2 000 tonnes par an en 2002. L'intégralité de la production piscicole nationale est consommée par la population malgache. Le poisson frais d'eau douce (carpe et tilapia) est le plus fortement demandé sur le marché local, notamment en zone urbaine. La consommation moyenne de poisson par habitant à Madagascar est estimée à 2,5 kg/an contre 20,2 kg/an à l'échelle mondiale (FAO, 2020). Le poisson offre une alimentation riche en protéines et en oligo-éléments à une population malgache qui est, selon l'indice mondial de la faim de 2019, sous-alimentée à 41,5 % et où la moitié environ des enfants âgés de moins de 5 ans présente des retards de croissance du fait d'une alimentation déséquilibrée (Global Hunger Index, 2020). La Lettre de Politique Bleue adoptée en 2015 par le Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) fait le constat que la pauvreté et la sous-alimentation sont fortement répandues, surtout parmi la population rurale et sont des obstacles

majeurs à la réalisation des objectifs de développement durable.

L'aquaculture, et plus particulièrement la pisciculture en eau douce sur les Hauts Plateaux, peut contribuer à fournir des protéines à la population. La pisciculture est également une activité qui peut être génératrice de revenus pour le pisciculteur et sa famille. Il n'existe peu ou pas d'informations précises publiées sur la situation nationale en ce qui concerne la commercialisation, les prix et les tendances du marché du poisson. Les données statistiques de production les plus récentes et les plus complètes proviennent de la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - Statistiques des pêches et de l'aquaculture mondiale en 2017 – Données publiées en octobre 2019) et du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) dans le cadre de la mise à jour de la Stratégie Nationale de Développement de l'Aquaculture à Madagascar (SNDAM, 2021).

Concernant la production de poissons, crustacés et mollusques (donc hors plantes aquatiques), l'estimation de la production aquacole de Madagascar varie entre 10 928 tonnes (FAO, 2019) et 11 770 tonnes (SNDAM, 2021) :

- Les 10 928 tonnes enregistrées par la FAO se divisent en 5 538 tonnes issues de l'aquaculture marine (essentiellement de la crevette) et 5 390 tonnes de tilapia et de carpe

issues de l'aquaculture continentale (voir le **tableau 1**). La FAO estime la valeur totale de cette production à 81 millions de dollars américains ;

- Les 11 770 tonnes du MAEP se divisent en 5 720 tonnes issues de l'aquaculture marine (essentiellement de la crevette) et 6 050 tonnes (essentiellement du tilapia et de la carpe) issues de l'aquaculture

continentale (voir le **tableau 1**). Les données du MAEP précisent que 58 % de la production de l'aquaculture continentale proviennent de la rizipisciculture (3 500 tonnes), 27 % de la pisciculture en étang (1 650 tonnes), 7 % de la pisciculture en cage (400 tonnes) et les 8 % restant d'autres systèmes d'élevage (bassins, circuits fermés etc.) (voir le **tableau 1**).

Tableau 1 – Données statistiques de la FAO et du MAEP concernant la production aquacole de poissons, crustacés et mollusques à Madagascar

Source	FAO	MAEP / SNDAM
Aquaculture marine		
• Crevette	5 439	5 420
• Holothurie	99	250
• Crabe	--	50
<i>Sous total aquaculture marine (en tonnes)</i>	5 538	5 720
Aquaculture continentale (eau douce)		
Production par espèce		
• Carpe	3 510	
• Tilapia	1 880	
Production par système d'élevage		
• Pisciculture en étang (carpe et tilapia)	--	1 650
• Pisciculture en cage (tilapia et esturgeon)	--	400
• Rizipisciculture (carpe principalement)	--	3 500
• Autres systèmes (anguille, truite et gourami)	--	500
<i>Sous total aquaculture continentale (en tonnes)</i>	5 390	6 050
<i>Total aquaculture marine et continentale (en tonnes)</i>	10 928	11 770

Les données de ce tableau correspondent à des produits frais entiers, non transformés et non séchés

Les données publiées par la FAO et dans la SNDAM sont assez concordantes et situent la production aquacole malgache de poissons, crustacés et mollusques autour de 11 000 tonnes dont une moitié est issue de l'aquaculture marine et l'autre moitié de l'aquaculture continentale. Les volumes de poissons, crustacés et mollusques issus de l'aquaculture malgache restent faibles et ne représentent que 0,005 % de la production de l'Afrique (2,2 millions de tonnes) et moins de 0,001 % de la production mondiale (82 millions de tonnes). La production aquacole actuelle de Madagascar (environ 11 000 tonnes) reste encore très loin du potentiel de production estimé à 70 000 tonnes. Il ressort toutefois des données publiées par différentes sources (FAO, MAEP etc.) que la production de l'aquaculture continentale augmente. Ainsi le volume de production issu de la pisciculture en étang (sans la rizipisciculture) est passée de 525 tonnes par an en 2010 à 1 650 tonnes par an actuellement. La production totale de la rizipisciculture a progressé de 2 650 tonnes à 3 500 tonnes par an au cours de la même période, avec seulement 20 % des surfaces rizicoles exploitées pour la production combinée de riz et de poisson

En effet, Madagascar possède une diversité de ressources exploitables dans le domaine continental. Les principaux plans d'eau douce stagnante sont formés par les lacs et les lagunes qui occupent une superficie d'environ 2 000 km². Sur les 1 300 lacs

continentaux répertoriés dans le pays, 6 ont une superficie supérieure à 30 km² dont 4 (Kinkony, Anketraka, Tsimanampetsotsa et Ihotry) sont localisés dans la partie occidentale de l'Ile et 2 (Alaotra et Itasy) se trouvent sur la région des Hautes Terres. Ces plans d'eau pourraient être valorisés par le développement de l'élevage de poisson en enclos ou en cage en fonction de la profondeur de l'eau. Le potentiel de production de la pisciculture en cage reste à déterminer à l'échelle nationale. Un projet de développement de la pisciculture en cage élaboré par le MAEP prévoit la production de 3500 tonnes de poisson issues de 2000 cages de production (MAEP, 2020) mais ce n'est qu'une première étape. Le pays dispose également de vastes terrains irrigués et aménageables, propices à la pisciculture, avec une superficie estimée entre 1 500 et 2 000 km². Leur exploitation par la pisciculture en étang, incluant la rizipisciculture, permettrait de disposer d'une production d'au moins 30 000 tonnes de poisson d'eau douce par an. Le fort potentiel de l'aquaculture à générer des revenus supplémentaires et à alimenter la population rurale et urbaine en poisson (frais ou vivant) riche en protéines et en précieux oligo-éléments est donc largement sous-exploité dans le pays.

A Analamanga, le système d'élevage associant l'étang et la rizière (rizipisciculture) pour la production de poisson est de loin le plus utilisé par les pisciculteurs. Dans la majorité des cas, les pisciculteurs pratiquent à la fois la production d'alevins (alevinage) et la production de poisson de consommation (grossissement) en étang et/

ou en rizière. Ce développement associant étang / rizière et alevinage / grossissement est le résultat des programmes successifs de développement de la filière piscicole sur les Hautes Terres de Madagascar qui ont fait la promotion d'une aquaculture extensive et d'une indépendance des pisciculteurs caractérisée par une autoproduction des alevins utilisés ensuite pour l'élevage. En termes de production, il résulte de cet axe de développement une pisciculture à faible niveau d'intrants et donc peu productive (moins de 400 kg/an/ha).

La pisciculture sur les Hautes Terres s'appuie sur deux modèles biologiques : le tilapia, principalement le tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) et la carpe commune (*Cyprinus carpio*). La carpe reste l'espèce la plus adaptée au contexte environnemental des Hautes Terres, notamment du fait qu'elle supporte mieux les basses températures rencontrées pendant l'hiver austral (mai à août). De plus la carpe continue de grossir pendant l'hiver austral, même si la croissance est plus faible que pendant la saison chaude (septembre à avril). A l'opposé, le tilapia ne grossit pas pendant l'hiver austral et son élevage n'est donc possible que pendant la saison chaude (septembre à avril). Les conditions thermiques ne sont donc, globalement, pas optimales pour la pisciculture sur les Hautes Terres.

Toutefois, Madagascar dispose aussi d'avantages majeurs pour le développement de l'aquaculture continentale :

- La présence de la carpe commune et le tilapia du Nil, deux espèces de

poissons d'eau douce à fort potentiel de production et dont l'élevage est parfaitement maîtrisé au niveau mondial ;

- Une diversité des ressources d'eau douce exploitables, y compris sur les Hautes Terres ;
- Un déficit important de poisson frais sur le marché et une forte demande des consommateurs, ce qui facilite la commercialisation.

Pour mettre en valeur le fort potentiel de développement de l'aquaculture en eau douce à Madagascar, y compris sur les Hautes Terres, nous avons identifié trois axes de travail suite à l'enquête de référence menée par COFAD en 2018 :

- Axe 1 - Augmenter la productivité des systèmes d'élevage en place, principalement l'élevage en étang ;
- Axe 2 - Spécialiser les pisciculteurs dans la production d'alevins de qualité ;
- Axe 3 - Diversifier les systèmes de production afin de (mieux) valoriser les plans d'eau naturels ou artificiels.

La mise en œuvre de ces 3 axes de travail contribuera à augmenter la production de poissons d'élevage, d'accroître le revenu des pisciculteurs et de générer des emplois dans la chaîne de valeur. Pour chacun des trois axes, les thèmes suivants ont été développés :

- Axe 1
 - Augmenter la productivité des systèmes d'élevage en place, principalement l'élevage en étang
 - Elevage de la carpe en étang
 - Elevage du tilapia en étang
 - Axe 2
 - Spécialiser les pisciculteurs dans la production d'alevins de qualité
 - Reproduction et production d'alevins de carpe
 - Reproduction et production d'alevins de tilapia
 - Axe 3
 - Diversifier les systèmes de production
 - Élevage du tilapia en cage
 - Utilisation de l'enclos
- La préparation et la fertilisation des étangs
 - Comment suivre et calculer les performances d'élevage
 - La reproduction et la production d'alevins de carpe
 - L'élevage de la carpe en étang
 - La reproduction et la production d'alevins de tilapia
 - L'élevage du tilapia en étang
 - L'utilisation de l'enclos
 - La méthodologie de formation
 - L'élevage du tilapia en cage

Le manuel de bonnes pratiques présente les aspects techniques et financiers des thèmes développés :

2.1.2 Présentation du modèle biologique tilapia

Le tilapia regroupe environ 90 espèces mais seulement quelques-unes d'entre elles sont adaptées à l'élevage. L'exploitation du tilapia en aquaculture a débuté après la seconde guerre mondiale. Sa production mondiale annuelle a dépassé les 6 millions de tonnes (FAO, 2020) ce qui place les tilapias parmi les espèces les plus élevées en aquaculture après les carpes (29 millions de tonnes par an), mais avant les saumons (3,5 millions de tonnes par an). Le seul tilapia du Nil (voir la figure 1), avec 4,5 millions de tonnes annuellement, représente 75% de la production mondiale de tilapia et est la 4ème espèce la plus

produite au niveau mondial. Il est produit dans au moins 92 pays à travers le monde, dont 3 pays (la Chine, l'Egypte et l'Indonésie) dépassent le million de tonnes par an.

Figure 1 - Le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)



Toutes les espèces de tilapia sont originaires d'Afrique et du Moyen Orient (Israël). Le tilapia du Nil présente une répartition originelle essentiellement africaine, couvrant les bassins du Nil, du Tchad, du Niger, de la Volta, du Sénégal et du Jourdain ainsi que les lacs du graben est-africain, du lac Albert jusqu'au lac Tanganyika. Entre 1951 et 1969, 7 espèces de tilapia ont été introduites pour la pisciculture à Madagascar : *Tilapia rendalli* (1951), *Tilapia zillii* (1955), *Tilapia nigra* (1955), *Oreochromis macrochir* (1955), *Oreochromis mossambicus* (1956), *Oreochromis niloticus* (1956, 2011 et 2012) et *Oreochromis shiranus* (1969). Sur ces 7 espèces, 5 se sont acclimatées à l'environnement du pays. Deux espèces (*Oreochromis shiranus* et *Tilapia nigra*) se sont initialement acclimatées puis ont disparues. Les espèces de tilapia qui se sont acclimatées sont maintenant présentes aussi dans les eaux continentales (lacs, rivières et marais) et sont donc aussi exploitées par les pêcheurs. Concernant le tilapia du Nil *Oreochromis niloticus*, trois souches sont présentes Madagascar :

- La souche locale (appelée parfois « souche des Hauts Plateaux ») est issue des introductions en 1956 d'individus d'Egypte et de l'Ile Maurice. Cette souche est présente dans tous les plans d'eau douce et les rivières de Madagascar ;
- La souche NiloJICA introduite du Japon en 2011 par le Centre de Développement Aquacole (CDA), une entité du MAEP situé à Mahajanga,

et par l'agence de coopération japonaise (JICA) dans le cadre du projet PATIMA (Projet d'Aquaculture du Tilapia à Mahajanga). Cette souche n'est pas considérée comme une souche améliorée génétiquement. Elle serait présente dans les régions d'Analamanga, de Boeny et d'Ihorombe ;

- La souche GIFT (Genetically Improved Farmed Tilapia) introduite de Thaïlande en 2012 par l'ONG MIDEM dans le cadre du projet « Producer Steered Fish Farming, Organisation and Sales » qui a abouti à la formalisation des activités du projet dans l'Union de coopératives de TDE, fin 2014 (encore appuyé par Norges Vel et Norad jusqu'à fin 2023). Cette souche est issue d'un programme d'amélioration génétique dont l'objectif était d'améliorer la croissance des individus. Le programme d'amélioration a été réalisé dans les années 1990 en Asie, et plus particulièrement aux Philippines, à partir d'une vaste base génétique de souches sauvages et de souches d'élevage. Cette souche GIFT a depuis été diffusée à travers le monde.

Le potentiel du tilapia en aquaculture réside dans sa capacité à s'adapter à différents milieux d'élevage (étang, bassin artificiel, cage, enclos et rizière), sa tolérance aux paramètres physico-chimiques (notamment pH, oxygène dissous et température de l'eau), sa capacité d'adaptation à divers

aliments et sous-produits agricoles, ses bonnes performances de croissance en élevage et sa résistance aux manipulations et aux maladies.

Le cas particulier du tilapia du Nil illustre bien la capacité d'adaptation à des environnements et des conditions d'élevage variés :

- Il est thermophile et se rencontre en milieu naturel entre 13,5° et 33°C, avec une tolérance thermique observée plus large (7 à 41 °C) ;
- Il se reproduit lorsque la température est supérieure à 22°C, soit de septembre à avril sur les Hautes Terres ;
- Il présente une bonne croissance au-dessus de 24°C, soit de septembre à avril sur les Hautes Terres ;
- Il présente une grande tolérance aux variations de pH et peut se trouver dans des eaux au pH compris entre 5 et 11 ;
- En termes d'oxygène dissous, il tolère de nets déficits (≤ 3 ppm) et des sursaturations importantes sur de courtes périodes ;
- Dans le milieu naturel, cette espèce est essentiellement phyto-planctonophage et consomme de multiples espèces de micro-algues (Chlorophycées, Cyanophycées, Euglenophycées, etc. du zooplancton, voire des sédiments riches en bactéries et diatomées ;
- En milieu d'élevage, cette espèce devient opportuniste en termes d'alimentation : elle peut se nourrir de sous-produits agricoles divers (sons, tourteaux d'oléagineux, drèches de brasserie etc.), d'excréments d'animaux à travers la fertilisation (fumier, lisier, fientes etc.), de déchets ménagers consommés directement ou à travers la fertilisation et d'aliments composés se présentant sous forme de farine ou de granulés.

L'élevage du tilapia présente toutefois des contraintes dans le contexte local des Hautes Terres :

- **Identification de l'espèce** : les alevins des différentes espèces de tilapia ont la même apparence et il est donc impossible de les différencier et le pisciculteur risque d'acheter des alevins d'une autre espèce de tilapia ou d'espèces mélangées. Il doit privilégier l'élevage du tilapia du Nil (*O. niloticus*) qui est de loin l'espèce la plus performante. Le pisciculteur doit s'approvisionner auprès d'éleveurs connus pour produire des alevins de qualité de tilapia du Nil ;
- **Proliféricité** : le tilapia se reproduit à partir de l'âge de trois mois, ce qui entraîne rapidement une surpopulation par la présence de plusieurs générations dans les étangs d'élevage. Cette surpopulation peut à son tour provoquer une surmortalité par manque d'oxygène et une faible croissance des poissons du fait de la

compétition pour l'aliment. L'élevage de tilapias monosexes mâles (poissons tous mâles) réduit significativement ce risque et permet de bénéficier du potentiel de croissance des mâles qui grossissent plus rapidement que les femelles (dimorphisme sexuel de croissance). Le pisciculteur doit s'approvisionner auprès d'aleviculteur qui produisent des alevins monosexes ;

- **Conditions climatiques** : la période favorable à l'élevage du tilapia sur les Hautes Terres se limite à 8 mois (septembre à avril), période pendant

laquelle il n'est pas possible de réaliser tout le cycle d'élevage (reproduction, élevage larvaire et grossissement). De plus la croissance du tilapia s'arrête pendant l'hiver austral (mai à août) lorsque la température de l'eau descend en dessous de 20 °C. Le pisciculteur doit donc optimiser la croissance pendant la période favorable (septembre à avril), lorsque la température de l'eau est supérieure à 20 °C. Les protocoles d'élevage pour optimiser la croissance du tilapia sont décrits dans les parties consacrées à l'élevage du tilapia en étang, en enclos et en cage.

2.1.3 Présentation du modèle biologique carpe

La carpe commune (*Cyprinus carpio*) est originaire d'Asie Centrale et d'Europe de l'Est (voir la **figure 2**). L'exploitation de cette espèce par l'homme est très ancienne et sa dissémination en Europe de l'Ouest est attribuée aux romains. La production annuelle de carpes dans le monde (incluant les cyprins) est de 29 millions de tonnes (FAO, 2020) ce qui place ce groupe très largement en tête des groupes d'espèces les plus importants. Le deuxième groupe, celui des tilapias, ne représentant que 6 millions de tonnes (FAO, 2018). La carpe commune, avec 4,2 millions de tonnes annuellement, est la 5^{ème} espèce la plus produite au niveau mondial, juste après le tilapia du Nil. L'essentiel de la production de carpe commune est fait en Asie, principalement en Chine (2,9 millions de tonnes – FAO, 2020).

Figure 2 - La carpe commune *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758)



La carpe commune *Cyprinus carpio* a été introduite à Madagascar pour la première fois en 1914, depuis la France). Deux nouvelles introductions sont ensuite signalées, en 1959 (depuis la France) et en 1988 (depuis la Hongrie). A Madagascar, la carpe commune (*Cyprinus carpio*) est la seule espèce de carpe présente mais 4 phénotypes (voir plus de détails en **annexe 1**) sont observés : i) la carpe « écaillée » dont le corps est entièrement recouvert

d'écaïlle ii) la carpe « linéaire » qui présente une ligne d'écaïlles de la tête allant jusqu'à la queue iii) la carpe « miroir » qui a des écaïlles particulières, comprenant de grandes écaïlles miroitantes, disposées irrégulièrement et de tailles différents iv) la carpe « cuir » dont le corps est dénué d'écaïlle.

Dans le milieu naturel, la carpe commune est présente dans les rivières et les cours d'eau, dans des zones inondées et des eaux superficielles confinées comme les lacs, les étangs naturels, les réservoirs et les marais. A Madagascar, elle est présente dans toutes les eaux continentales des régions de hautes et moyennes altitudes, mais pas dans les régions côtières. Cette répartition géographique de la carpe est liée à la température (voir ci-dessous).

La carpe commune est bien adaptée à la pisciculture en étang en terre. Son potentiel d'élevage réside dans sa croissance rapide, son opportunisme en termes d'alimentation, sa bonne adaptation à différentes conditions d'élevage, sa prolificité et sa résistance aux maladies :

- La carpe a une grande tolérance à la température et supporte une température de l'eau de 3 à 35°C ;
- Elle a une croissance optimale lorsque la température de l'eau est entre 20 et 26°C. Sa croissance est faible en-dessous de 15°C et elle entre en hibernation en-dessous de 10°C. La vitesse de croissance est variable selon le milieu et le climat. En zone

subtropicale, les individus peuvent atteindre 0,6 à 1 kg en une saison alors qu'il faudra 2 à 4 saisons pour atteindre 2 kg en milieu tempéré. La température sur les Hautes Terres permet une croissance optimale de septembre à avril (température supérieure à 20 °C) et une croissance plus faible de mai à août (température comprise entre 15 et 20 °C) ;

- Cette espèce entre en reproduction lorsque la température remonte au-dessus de 18°C après une période plus froide. La reproduction s'effectue dans une gamme de température comprise entre 18 et 24°C, donc de septembre à février sur les Hautes Terres. A Madagascar, la maturité sexuelle intervient au cours de la première année pour les mâles et au cours de la deuxième pour les femelles ;
- La carpe peut se rencontrer dans des eaux au pH compris entre 6,5 et 9 ;
- L'espèce tolère de nets déficits en oxygène dissous (≤ 3 ppm) et des sursaturations importantes sur de courtes périodes ;
- Dans le milieu naturel, la carpe commune est omnivore à tendance carnivore (elle se nourrit d'insectes d'eau, de larves d'insectes, de vers, de mollusques et de zooplancton). Elle est benthophage mais consomme aussi des tiges et des graines de plantes aquatiques et terrestres ;

- En milieu d'élevage, cette espèce devient opportuniste en termes d'alimentation. Elle consomme divers sous-produits agricoles (sons, tourteaux d'oléagineux, drèches de brasserie etc.), des excréments d'animaux à travers la fertilisation (fumier, lisier, fientes etc.), des déchets ménagers et des aliments composés sous forme de farine ou de granulés.

La carpe est la principale espèce élevée sur les Hautes Terres par les pisciculteurs en étang, qui doivent toutefois faire face aux contraintes suivantes :

- Des ressources limitées et des apports naturels irréguliers en eau dans la majorité des piscicultures : excès pendant la saison des pluies et insuffisance pendant la saison sèche.

Cette situation rend difficile la gestion de l'eau, d'autant que les pisciculteurs ne disposent pas de réservoir qui pourrait leur permettre de contrôler les apports d'eau ;

- Un pic de reproduction (septembre/octobre) qui ne correspond pas, pour la majorité des régions, au début de la saison des pluies. Il résulte de cette situation que les alevins sont souvent prêts bien avant que les pisciculteurs ne disposent de suffisamment d'eau pour remplir les étangs et débiter ainsi le cycle de grossissement ;
- Même si la température sur les Hautes Terres permet une croissance tout au long de l'année, la période de croissance optimale (Température de l'eau > 20 °C) est limitée dans le temps (septembre à avril).

2.2 La préparation et la fertilisation des étangs



2.2.1 Contexte

La fertilisation en pisciculture en étang repose sur le même principe que celle des terres agricoles. L'utilisation de fumier pour fertiliser le sol et augmenter ainsi la production végétale (céréales, légumes, plantes fourragères etc.) est une pratique très ancienne qui s'est développée en Asie il y a 8.000 ans et s'est progressivement répandue en Europe. Les fertilisants organiques (excréments d'animaux, déchets et sous-produits agricoles) et minéraux (inorganiques) peuvent aussi être appliqués en pisciculture en étang pour améliorer de 2 à 5 fois la production de poisson en stimulant la production planctonique du milieu aquatique.

Le nourrissage des poissons avec un aliment manufacturé est devenu une pratique courante à travers le monde et plus souvent pratiquée que la fertilisation. Cette dernière reste cependant une pratique assez généralisée chez les petits pisciculteurs qui optent souvent pour une

pisciculture extensive. La fertilisation peut aussi être combinée avec le nourrissage (avec un aliment manufacturé ou fabriqué artisanalement) pour augmenter la production.

A Madagascar, la majeure partie de la production piscicole provient d'étang en terre ou de rizières (rizipisciculture). La pisciculture est généralement une activité qui s'insère dans un système d'exploitation agricole traditionnelle combinant la production végétale (riz, légumes etc...) et l'élevage (de zébus, poulets, porcs etc...) (voir la **figure 3**). Les pisciculteurs ont donc accès à des fertilisants organiques même si leur disponibilité dépendra des autres activités agricoles qui utilisent aussi ces mêmes fertilisants. Les vols de zébu, qui se sont généralisés au cours de la dernière décennie, limitent la disponibilité en fertilisants organiques pour les activités agricoles, y compris pour la pisciculture.

Figure 3 – Illustrations relatives à des étangs piscicoles insérées dans des exploitations agricoles traditionnelles pratiquant des cultures végétales (riz et légumes)



Des étangs piscicoles dans la région d'Analamanga entourés de parcelles agricoles dans lesquelles sont développées des cultures de riz et de légumes (à gauche des rizières à proximité et à droite un champ de taro)

Afin d'augmenter la production des étangs piscicoles, la COFAD promeut l'utilisation d'aliments (manufacturés ou artisanaux) tout en maintenant les pratiques de fertilisation déjà en place. L'objectif de cette partie est de détailler les étapes successives pour une fertilisation optimale en fonction des fertilisants organiques et inorganiques disponibles localement et en apportant un complément en aliment.

Toutefois, le succès de la fertilisation dépend aussi de la préparation de l'étang avant la mise en eau et l'empoissonnement. La préparation de l'étang s'effectue avant la fertilisation. Les étapes et le calendrier de préparation d'un étang sont décrits ci-dessous.

2.2.2 La préparation de l'étang

La première étape consiste à vider l'étang et à le laisser sécher au soleil. La durée de l'assèchement dépendra de l'ensoleillement mais une période d'au moins 2 semaines est nécessaire. L'action du soleil contribuera à éliminer les parasites, les insectes etc. et favorisera aussi la minéralisation du sol de l'étang. Après l'assèchement, il est préférable d'enlever la vase de l'étang pour avoir une meilleure qualité d'eau pendant le cycle d'élevage. En même temps que l'assèchement, le pisciculteur réparera les digues si nécessaire et coupera l'herbe sur le bord des digues et dans le fond de l'étang. Ces végétaux servent de support pour les parasites et les larves d'insectes, ils doivent donc être éliminés.

Pour favoriser l'action de la fertilisation minérale, il est nécessaire d'apporter de l'amendement calcaïque dans un étang. Cet amendement, appelé « chaulage » contribue au réajustement du pH de l'eau de l'étang qui doit être neutre ou légèrement basique (pH allant de 6 à 8) pour favoriser le développement planctonique. La dolomie est le produit le plus largement utilisé à cet effet à Madagascar. La dose à apporter varie en fonction de l'ancienneté de l'étang (voir le **tableau 2**). Le chaulage s'effectue après l'assèchement et le nettoyage de l'étang (voir la **figure 4**).

Figure 4 – Illustration relative au chaulage et au labourage d'un étang



Le chaulage et le labourage dans le cadre de la préparation d'un étang

La dernière étape consiste à labourer légèrement le fond de l'étang sur une profondeur de 5 à 10 cm pour aérer le sol ce qui optimisera la fertilisation qui sera par la suite appliquée.

Les étapes successives de la préparation d'un étang sont indiquées dans le **tableau 2** ci-dessous.

Tableau 2 - Etapes successives de la préparation d'un étang de pisciculture

Etapes	Calendrier
1. Assèchement de l'étang	Au moins pendant 2 semaines avant la mise en eau.
2. Curage du fond de l'étang	A la fin de la période d'assèchement de l'étang et avant le chaulage et le labourage
3. Réparation / Entretien des digues / Nettoyage de l'étang	Pendant la période d'assèchement de l'étang
4. Chaulage – Première étape de la fertilisation *	Quelques jours avant la mise en eau et en même temps que le labourage Epandre la dolomie (sous forme de poudre) sur le fond de l'étang à raison de 10 kg / are pour un nouvel étang et 5 kg / are pour un étang à partir de la deuxième année d'utilisation
5. Labour	Quelques jours avant la mise en eau et en même temps que le chaulage

2.2.3 La fertilisation

2.2.3.1 Types et effets des fertilisants

Les fertilisants utilisés dans les étangs piscicoles sont classés en deux groupes distincts :

- **Les fertilisants minéraux** (inorganiques) qui contiennent des éléments minéraux tels que le calcium, le phosphore et l'azote. Ces fertilisants minéraux agissent essentiellement sur la production primaire (phytoplancton).
- **Les fertilisants organiques** qui contiennent un mélange de matières organiques et d'éléments nutritifs minéraux. Ils sont constitués d'excréments d'animaux (fumier de bovin, lisier de porc, fientes de volailles, etc.) et de déchets et sous-produits agricoles (foin, paille, herbe, etc...). Ils agissent sur la production primaire et stimulent également les niveaux trophiques supérieurs (zooplancton, benthos...). La production

primaire et secondaire sert d'alimentation aux poissons. Les fertilisants organiques fournissent aussi des matières et détritiques organiques qui peuvent être consommés directement par les poissons comme la carpe et le tilapia.

Les fertilisants minéraux et organiques sont utilisés pour la fertilisation de

fond (pendant la phase de préparation de l'étang) et aussi pour stimuler la production de plancton durant la phase d'élevage (voir le **tableau 3**). La fertilisation est recommandée même si le pisciculteur utilise un aliment, en effet la fertilisation offrira une nourriture naturelle au poisson ce qui favorisera et augmentera sa croissance.

2.2.3.2 Stratégie de fertilisation

La stratégie de fertilisation des étangs dépend des conditions locales. De nombreux facteurs déterminent le succès ou non de la fertilisation. Les plus importants sont la nature du sol, la qualité et la température de l'eau, l'espèce élevée et le type d'élevage, la méthode de fertilisation et la nature des

fertilisants (minéraux et/ou organiques) utilisés. Tous ces éléments doivent être pris en considération lors de la fertilisation de l'étang (voir la méthodologie ci-dessous), l'objectif du pisciculteur étant de maintenir un niveau adéquat de phytoplancton (production primaire).

2.2.3.2.1 Mesures de contrôle à effectuer

La production de phytoplancton est évaluée en observant l'évolution de la couleur de l'eau :

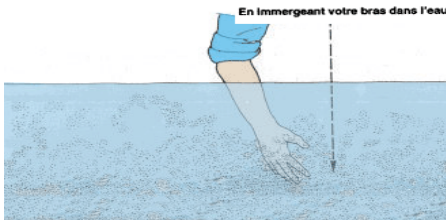
- Une eau trop verte signifie un excès de phytoplancton, ce qui peut conduire à de faibles teneurs en oxygène dissous dans l'eau durant la nuit et causer des mortalités massives voire totales ;
- Une eau pas assez verte signifie qu'il n'y a pas assez de phytoplancton pour nourrir les poissons et avoir une croissance optimale.

La couleur de l'eau, et donc l'efficacité de la fertilisation, peut être suivie quotidiennement en mesurant la

transparence de l'eau de l'étang. Ce critère permet d'apprécier la densité des particules en suspension dans l'eau (surtout le plancton). Cette mesure est réalisée à l'aide d'un disque de Secchi. Lorsque la transparence se situe entre 30 et 60 cm, on considère que la densité de plancton est correcte pour assurer une bonne production. Si la transparence est supérieure à 60 cm il convient de fertiliser. Si la transparence est inférieure à 30 cm, il ne faut pas fertiliser et renouveler au moins un quart du volume de l'étang pour éviter un déficit d'oxygène dissous. Cette opération sera répétée tous les jours jusqu'à ce que la transparence se situe entre 30 et 60 cm.

En l'absence de disque de Secchi, le pisciculteur peut évaluer la transparence de l'eau à l'aide de son bras : en l'enfonçant dans l'eau, il mesure jusqu'à quelle profondeur il voit sa main. Si la main n'est pas visible lorsque son bras est immergé jusqu'à l'épaule (voir la **figure 5**), il n'y a pas besoin de fertilisation.

Figure 5 – Mesure de la transparence de l'eau à l'aide du bras



Dans le contexte de Madagascar, la mesure de la transparence de l'eau peut toutefois

être perturbée si les sédiments sont remis en suspension (de par l'action du vent sur la masse d'eau et / ou l'activité des poissons sur le fond, notamment lorsque l'étang est peu profond) ou lorsque l'eau est fortement colorée par des substances humiques (bas-fond de vallées boisées) ou liées à l'érosion du sol (latérite).

Les valeurs pour la fertilisation organique et minérale indiquées ci-dessous et dans le **tableau 3** sont données à titre indicatif mais chaque pisciculteur devra ajuster la fertilisation (quantité de fertilisants et fréquence) en fonction de l'évolution de la transparence de l'eau au cours du cycle d'élevage. Lorsqu'un pisciculteur doit épandre des fertilisants organiques ou minéraux, il est conseillé de le faire le matin quand le taux d'oxygène dans l'eau est plus élevé.

2.2.3.2.2 La fertilisation minérale

Les engrais minéraux disponibles dans le commerce sont nombreux mais le di-ammonium phosphate (DAP) est le plus adapté à la pisciculture en étang. Le premier apport s'effectue dès que l'étang est rempli d'eau puis à intervalle régulier d'une à deux semaines (en fonction de la

transparence de l'eau) sur toute la durée d'élevage. La dose à apporter est de 125 g de DAP par are. Pour obtenir de bons résultats, il est conseillé de dissoudre le DAP dans un seau d'eau avant de procéder à son épandage sur toute la surface de l'étang.

2.2.3.2.3 La fertilisation organique

Le choix dépend de la disponibilité, de la qualité et du coût des fertilisants organiques. Les excréments de porc et de volaille sont moins disponibles à Madagascar que la bouse de vache. Il est préférable d'utiliser des déjections fraîches, le fumier sec ayant perdu

certaines éléments nutritifs. Il est conseillé de les diluer dans l'eau pour accélérer son action dans tout l'étang.

Le premier apport de fertilisants organiques s'effectue juste avant la mise

en eau de l'étang (voir le **tableau 3**). Pour ce premier apport, il est conseillé d'apporter 20 à 25 kg de fertilisants organiques par are. Après cette première application, l'étang sera à nouveau

fertilisé (en fonction de la transparence de l'eau) à intervalle régulier de 10 à 15 jours pendant toute la durée du cycle de production à raison de 5 à 10 kg de fertilisants organiques par are.

2.2.3.2.4 Utilisation du compost pour la fertilisation organique

La fertilisation organique peut également être apportée sous forme de compost. Le compost est un produit de la dégradation des matières organiques dans des conditions contrôlées, en présence de l'oxygène de l'air et d'humidité. Ce produit est riche en éléments nutritifs qui stimule la production primaire et les niveaux trophiques supérieurs.

Figure 6 - Une compostière installée dans le coin d'un étang de pisciculture



Si le pisciculteur choisit de fertiliser son étang par du compost, il devra installer

la compostière dans le coin à l'opposé au dispositif de vidange ce qui permet la diffusion des fertilisants à travers tout l'étang. La compostière (voir la **figure 6**) est constituée par plusieurs couches alternées de matière végétale et de fumier. Les matières doivent être bien tassées sous l'eau pour assurer leur décomposition. Le tas dépasse légèrement de la surface de l'eau et diminuera progressivement au fur et à mesure de la décomposition des matières. De nouvelles couches de matières seront alors ajoutées pour le reconstituer. Pour avoir une décomposition optimale et obtenir de très bons résultats, les matières d'une compostière doivent être retournées périodiquement. La compostière, par la libération d'éléments nutritifs et de divers organismes (micro-organismes, larves etc.), contribue donc à la fertilisation et à l'apport d'aliment naturel pour les poissons.

Tableau 3 - Récapitulatif des étapes de fertilisation d'un étang de pisciculture sur les Hautes Terres

Quand	Opération	Fréquence	Avec quoi	Quelle quantité
Quelques jours avant le remplissage de l'étang	Fertilisation de fond	1 seule fois	Fertilisants organiques	20 à 25 kg / are
Juste après le remplissage de l'étang	Fertilisation de fond	1 seule fois	Fertilisant minéral (DAP*)	125g / are
Au cours du cycle d'élevage	Fertilisation	Tous les 10 à 15 jours	Fertilisants organiques	5 à 10 kg / are

Quand	Opération	Fréquence	Avec quoi	Quelle quantité
Au cours du cycle d'élevage	Fertilisation	Tous les 7 à 15 jours	Fertilisant minéral (DAP*)	125g / are

* : *Di-Ammonium Phosphate*

Précautions à prendre pour la fertilisation d'un étang de pisciculture

Vérifier la transparence de l'eau (immersion du bras) avant l'application de la fertilisation (organique ou minérale) :

- Transparence supérieure à 60 cm : application de la fertilisation
- Transparence entre 30 et 60 cm : pas de fertilisation
- Transparence inférieure à 60 cm : pas de fertilisation et renouveler un quart du volume de l'eau de l'étang pour éviter un déficit en oxygène dissous. Cette opération sera répétée jusqu'à ce que la transparence se situe entre 30 et 60 cm.
- Diluer les fertilisants dans l'eau pour faciliter l'épandage sur toute la surface de l'étang
- Epancre les fertilisants le matin
- Appliquer la fertilisation organique (tous les 10 à 15 jours) et la fertilisation minérale (tous les 7 à 10 jours) en alternance afin d'optimiser l'efficacité.

2.3 Comment suivre et calculer les performances d'élevage



2.3.1 Introduction

Les performances d'élevage sont des indicateurs qui permettent au pisciculteur de suivre et d'évaluer la conformité de ces résultats par rapport aux résultats attendus. L'enregistrement des données relatives à l'élevage (intrants utilisés, dépenses et recettes), le suivi des paramètres d'élevage (survie, croissance, conversion de l'aliment)

ainsi que l'estimation du rendement sont des outils importants pour l'évaluation des performances de l'élevage. Un exemple de résultats et de performances d'un élevage en étang est donné dans le **tableau 4**. Ces données serviront à la démonstration du calcul des différentes performances (*).

Tableau 4 – Exemple d'un tableau de résultats et de performances d'élevage en étang

	Exemple		Méthode d'obtention
Surface (en are)	2	a	Mesurée
Date de mise en charge	1 ^{er} Novembre 20xx	b	Notée
Nombre initial d'alevins	300	c	Compté
Densité (alevins / are)	150	d	c/a
Biomasse initiale des alevins (kg)	0,9	f	Pesée
Poids moyen initial d'un alevin (g)	3	e	f/c
Date de récolte	30 Avril 20xx + 1	g	Notée
Durée du cycle (en mois - en jours)	6 mois – 180 jours	h	g-b
Nombre final de poissons	254	i	Compté
Biomasse finale des poissons (kg)	77,7	j	Pesée
Poids moyen final par poisson (g)	306	k	j/i
Taux de survie (%)	84,7	l	i/c
Quantité d'aliment consommé (en kg)	121,5	m	Pesée
Taux de conversion de l'aliment	1,58	n	m/(j-f)
Croissance (g/j/poisson)	1,68	o	(j-f)/h x i x 1 000
Gain de biomasse (kg)	76,8	p	j-f
Rendement (tonne / hectare)	3,88	q	(j/a) x 100

(*) en gris : information calculée

2.3.2 Enregistrement des données d'élevage

2.3.2.1 Données concernant l'alimentation et la mortalité

Pour être en mesure de calculer les performances d'élevage, le pisciculteur doit enregistrer correctement et régulièrement les données de son élevage dans un cahier.

Nous donnons ci-dessous des exemples simples de tableaux à remplir pour l'enregistrement des données d'élevage.

Tableau 5 - Registre des étangs

Etang N° : 1	Surface de l'étang : 2 ares
Date de mise en charge des poissons : 01/11/2020	Nombre d'alevins : 300
Origine des alevins : Ecloserie des Hauts Plateaux	Poids moyen des alevins : 3 g

Tableau 6 – Exemple d'enregistrement quotidien des intrants (aliment, fertilisant) et des mortalités

Date	Type d'aliment	Quantité d'aliment		Apport de fertilisants (type et quantité)	Nombre de poissons morts
		Nombre de cuillères à soupe*	Nombre de boîte de lait**		
01/11/2021		0		Fumier de zébu : 47 kg	
02/11/2021		0			
03/11/2021	Alevinage	8		DAP : 250 g	
04/11/2021	Alevinage	8			
05/11/2021	Alevinage	8			
06/11/2021	Alevinage	8			
07/11/2021	Alevinage	9			
08/11/2021	Alevinage	9			1
09/11/2021	Alevinage	9			
10/11/2021	Alevinage	11			
11/11/2021	Alevinage	11		Fumier de zébu : 10 kg	
12/11/2021	Alevinage	12			
13/11/2021	Alevinage	12			
14/11/2021	Alevinage	15			
15/11/2021	Alevinage	15			

Date	Type d'aliment	Quantité d'aliment		Apport de fertilisants (type et quantité)	Nombre de poissons morts
		Nombre de cuillères à soupe*	Nombre de boîte de lait**		
16/11/2021	Alevinage	15			2
17/11/2021	Alevinage	15			
18/11/2021	Précroissance		1	DAP : 250 g	
19/11/2021	Précroissance		1		
20/11/2021	Précroissance		1		
21/11/2021	Précroissance		1		
22/11/2021	Précroissance		1		
23/11/2021	Précroissance		1		
24/11/2021	Précroissance		1		
25/11/2021	Précroissance		2		
26/11/2021	Précroissance		2		
27/11/2021	Précroissance		2	Fumier de zébu : 10 kg	1
28/11/2021	Précroissance		2		
29/11/2021	Précroissance		2		
30/11/2021	Précroissance		2		
31/11/2021	Précroissance		2		
Total mensuel		165	21	Fumier = 67 kg DAP = 500 g	4
		=165x8 = 1320 g = 1,32kg	=21x150 = 3150 g = 3,15kg		

* : une cuillère à soupe = 8 g d'aliment. ** : une boîte de lait concentré pleine = 150 g d'aliment (voir la figure 7)

Figure 7 – Illustration relative à une boîte de lait concentré utilisée pour mesurer la quantité d'aliment distribué par le pisciculteur



Une boîte de lait concentré contenant 150 g d'aliment sous forme de granulés

2.3.2.2 Enregistrement des dépenses

Pour déterminer la rentabilité économique, le pisciculteur doit enregistrer toutes ses dépenses (voir les **tableaux 7 et 8**). Dans son cahier d'élevage, le pisciculteur note ses dépenses dans un tableau. Il est conseillé de le faire par étang.

Tableau 7 - Exemple d'un tableau d'enregistrement mensuel de dépenses

Date	Nature	Unité	Quantité	Prix unitaire (Ariary)	Montant total (Ariary)
15/10/2020	Dolomie	Kg	10	450	4 500
15/10/2020	DAP	Kg	1	2 700	2 700
25/10/2020	Aliment miettes	Sac	1	150 000	150 000
Total mensuel					157 200
02/11/2020	Alevins de tilapia	Pièce	300	200	60 000
17/11/2020	Aliments miettes	Sac	1	150 000	150 000
Total mensuel					210 000
Poursuivre le remplissage par mois					

Tableau 8 - Synthèse relative aux dépenses sur un cycle total

Mois	Montant (en Ariary)
Octobre 2020	157 200
Novembre 2020	210 000
xxx 2020	Xxx
xxx 2021	Xxx
xxx 2021	Xxx
Total pour le cycle	Xxx

2.3.2.3 Enregistrement des recettes

Pour déterminer la rentabilité économique, le pisciculteur doit aussi enregistrer toutes ses recettes (voir les **tableaux 9 et 10**). Dans son cahier d'élevage, le pisciculteur note toutes ses recettes dans un tableau. Il est conseillé de le faire par étang. Les poissons consommés par la famille du

pisciculteur ou offerts à des tiers doivent aussi être comptabilisés. En effet même si ces poissons ne génèrent pas de revenus ils doivent être pris en compte dans le calcul des performances de production (taux de survie, gain de biomasse et taux de conversion de l'aliment).

Tableau 9 - Exemple d'un tableau d'enregistrement mensuel de recettes

Date	Vente ou Auto-consommation/dons (spécifier)	Nombre de poissons	Poids (kg)	Prix unitaire de vente (Ariary/kg)	Montant total (Ariary)
04/04/2021	Vente	32	10	14 000	140 000
07/04/2021	Vente	29	8	15 000	120 000
08/04/2021	Vente	10	4	15 000	30 000
11/04/2021	Autoconsommation	4	1	0	0
Total mensuel	Vente / Autoconsommés et dons	75	23		290 000
Poursuivre le remplissage mensuel					

Tableau 10 - Synthèse relative aux recettes sur un cycle total

Mois	Montant (en Ariary)
Avril 2021	290 000
xxx 2021	Xxx
xxx 2021	Xxx
xxx 2021	Xxx
xxx 2021	Xxx
Total pour le cycle	Xxx

2.3.3 Différents calculs

2.3.3.1 Taux de survie

Le taux de survie représente la proportion de poissons récupérés à la fin de l'élevage par rapport au nombre de poissons mis en charge dans l'étang :

- **Survie (en %) = (Nombre de poissons récoltés / Nombre de poissons mis en charge) x 100**

Exemple : Le pisciculteur a mis en élevage 300 poissons et en a récolté 254. La survie des poissons au cours du cycle d'élevage est 84,7 % (voir calcul ci-dessous) :

$$\text{Survie} = (254 / 300) \times 100 = 84,7 \%$$

2.3.3.2 Croissance journalière

La vitesse de croissance du poisson correspond au nombre de grammes pris par jour et par poisson :

- **Croissance journalière (g/j/poisson) = (Poids moyen final en g – Poids moyen initial en g) / Nombre de jours d'élevage**

Exemple : Le poids moyen des poissons était de 3 g à la mise en charge et est de 306 g à la récolte. Le cycle d'élevage a duré 180 jours. Chaque poisson a donc grossi, en moyenne, de 1,68 g par jour pendant le cycle d'élevage (voir calcul ci-dessous) :

$$\text{Croissance journalière} = (306 - 3) / 180 = 1,68 \text{ g/jour/poisson}$$

2.3.3.3 Gain de biomasse

Le gain de biomasse correspond à la quantité de poisson produite pendant le cycle d'élevage. Avant de calculer le gain de biomasse, il convient de calculer la biomasse initiale. La biomasse finale correspond à la biomasse récoltée par le pisciculteur dans son étang en comptabilisant les poissons vendus mais aussi ceux autoconsommés et offerts.

- **Biomasse initiale (en kg) = (Nombre initial de poissons x Poids moyen initial (g) des poissons) / 1000**

- **Biomasse finale (en kg) = (Nombre final de poissons x Poids moyen final (g) des poissons) / 1000**
- **Gain de biomasse (en kg) = biomasse finale (en kg) – biomasse initiale (en kg)**

Exemple : Le pisciculteur a mis en charge dans son étang 300 poissons de 3 g. Il a récolté 77,7 kg de poissons (254 poissons de 306 g). La biomasse initiale était de 0,9 kg. Le pisciculteur a donc eu un gain de biomasse

de 76,8 kg au cours du cycle d'élevage (voir calcul ci-dessous) :

Biomasse finale = 77,7 kg de poissons récoltés dans l'étang

Biomasse initiale = $(300 \times 3) / 1\,000 = (900) / 1\,000 = 0,9$ kg

Gain de biomasse = $77,7 - 0,9 = 76,8$ kg

2.3.3.4 Taux de conversion de l'aliment

Le taux de conversion correspond à la quantité d'aliment utilisée pour produire un kilogramme de poisson. Le taux de conversion est un très bon indicateur pour déterminer des performances techniques et financières d'un élevage aquacole utilisant de l'aliment.

Exemple : Le pisciculteur a distribué 121,5 kg d'aliment au cours du cycle d'élevage. Le gain de biomasse étant de 76,8 kg, le taux de conversion est de 1,58 (voir calcul ci-dessous) :

Taux de conversion = $121,5 / 76,8 = 1,58$

- **Taux de conversion = Quantité d'aliment distribuée pendant tout le cycle / Gain de biomasse**

Ce résultat signifie que le pisciculteur a distribué 1,58 kg d'aliment pour produire 1 kg de poisson.

2.3.3.5 Rendement d'un étang

Le calcul du rendement permet au pisciculteur de déterminer la productivité qui est exprimée en tonnes par hectare. A noter qu'un hectare équivaut à 10 000 m² où 100 ares.

Exemple : Le pisciculteur a obtenu un gain de biomasse de 76,8 kg sur une surface de 2 ares. Le rendement est de 3,84 tonnes par hectare ce qui signifie que le pisciculteur aurait produit 3,84 tonnes (voir calcul ci-dessous) s'il avait un hectare d'étang.

- **Rendement (tonne par hectare) = [(gain de biomasse en kg x 100) / surface en are] / 1 000**

Rendement = $[(76,8 \times 100) / 2] / 1\,000 = (7680 / 2) / 1\,000 = 3\,840 / 1\,000 = 3,84$ tonnes / hectare

2.3.4 Détermination du poids moyen des poissons lors de l'élevage

Le contrôle du poids moyen des poissons permet de suivre la croissance pendant le cycle d'élevage et de déterminer la quantité d'aliment à distribuer. Il est conseillé de

contrôler le poids moyen des poissons toutes les deux semaines jusqu'à ce que les poissons atteignent 20 g. Ensuite, le contrôle est effectué une fois par mois

jusqu'à la récolte des poissons. Pour éviter un stress trop important des poissons, la pêche de contrôle doit avoir lieu tôt le matin quand les poissons ne sont pas encore nourris, que la température est encore basse et que l'ensoleillement n'est

pas trop important. Les poissons peuvent être renourris 2 heures après le contrôle. La méthode d'échantillonnage est toujours la même quel que soit le système d'élevage (étang, enclos ou cage) :

1. Capturer entre 30 et 50 poissons dans l'étang / la cage / l'enclos au moyen d'un filet de pêche. Les poissons sont placés dans un récipient (seau, bassine) avec de l'eau ;

2. Préparer un seau avec de l'eau, le placer sur la balance et tarer la balance (mise à « zéro ») ;

3. Mettre les poissons capturés dans le seau qui est placé sur la balance (voir la figure 8) ;

4. Lire, sur la balance, le poids indiqué ;

5. Dès que la pesée est terminée, ajouter de l'eau dans le seau qui a servi à peser les poissons afin d'éviter de garder les poissons hors de l'eau trop longtemps ;

6. Compter les poissons un par un en les remettant dans l'étang.

7. Calculer le poids moyen (en g) = Biomasse (en g) des poissons capturés et pesés / Nombre de poissons capturés

Exemple : Un pisciculteur capture 27 poissons. La biomasse totale de ces 27 poissons est de 4 536 g. Le poids moyen des poissons est estimé à 168 g (voir calcul ci-dessous) :

$$\text{Poids moyen} = 4.536 / 27 = 168 \text{ g}$$

Figure 8 – Illustration relative au contrôle de poids moyen des poissons pendant le cycle d'élevage



Pesée d'alevins de carpe dans une assiette avec de l'eau lors d'un contrôle de poids moyen

2.4 La reproduction et la production d'alevins de carpe *Cyprinus carpio*



2.4.1 Introduction

Une écloserie regroupe le matériel et les infrastructures qui permettent de reproduire les géniteurs (mâles et femelles) afin d'obtenir des alevins destinés à être élevés dans des infrastructures de grossissement (étang, cage, enclos). Les pisciculteurs de la région d'Analamanga sont installés, pour une très grande majorité d'entre eux, dans des zones rurales sans accès à l'électricité. L'approvisionnement en eau des piscicultures dépend de petites sources, de barrage de retenue ou de dérivation, mais reste globalement assez limité. Cette limitation assure toutefois un renouvellement régulier en eau mais en implique une gestion rigoureuse dans les étangs d'élevage. Afin d'améliorer la production d'alevins de carpe, il convient de proposer des améliorations techniques qui soient adaptées à toutes ces contraintes auxquelles doivent faire face les pisciculteurs et qui puissent s'insérer dans les pratiques piscicoles déjà en place.

Lors de l'enquête de référence menée par COFAD en 2018 dans l'Analamanga, les données recueillies auprès des pisciculteurs alevineurs ont permis d'estimer leur production moyenne à 848 alevins par femelle de carpe par an. Cette production est très faible dans la mesure où, en théorie, le potentiel de production en œufs d'une femelle est de 100 000 œufs par kg de poids vif par an (exemple : une carpe de 2 kg peut pondre 200 000 œufs). Les discussions avec les pisciculteurs ont mis en évidence que les faibles performances de reproduction étaient liées à i) une alimentation inadaptée des géniteurs et des alevins (en qualité et en quantité) et ii) une mortalité élevée en début de la phase d'élevage larvaire. Dans le cadre de notre intervention, nous avons revu et amélioré le processus de reproduction de la carpe afin de limiter l'effet de ces deux paramètres et d'augmenter la production d'alevins par femelle.

2.4.2 Les infrastructures, les matériels et les équipements pour l'élevage

Sur les piscicultures d'Analamanga, la surface, la forme et la profondeur des étangs sont très variables. Ils dépendent de la configuration du terrain et tiennent compte aussi des activités agricoles exercées par le pisciculteur sur son exploitation (voir les **figures 12, 13 et 15** ci-après). Pour effectuer la reproduction de la carpe, le pisciculteur doit disposer d'au moins 5 étangs :

- 2 étangs de stockage des géniteurs afin de séparer les mâles et les femelles hors période de reproduction. Il est conseillé de prévoir une surface 10 m² par géniteur ;
- 1 étang pour la reproduction où la profondeur en eau doit être comprise entre 50 cm et 1 m. Une surface de 20 m² est nécessaire pour un trio de

géniteurs composé d'une femelle et de deux mâles ;

- 1 étang d'éclosion d'une surface minimum de 6 m² dans lequel sera installé le happa pour l'incubation, l'éclosion des œufs et les premiers jours d'alevinage ;
- Au moins un étang d'élevage larvaire. Le nombre et la surface du ou des étangs d'alevinage dépendent des objectifs de production d'alevins (nombre et poids des alevins à la vente).

Chaque étang doit avoir une alimentation et une évacuation individuelles en eau. L'arrivée et la sortie d'eau doivent être munies d'une grille ou d'un morceau de filet pour filtrer et éviter les intrusions de prédateurs (insectes, poissons du milieu naturel, etc.). Un apport d'eau quotidien de 10 % du volume de l'étang permet de maintenir un taux d'oxygénation optimal. Afin d'éviter le vol de géniteurs ou d'alevins, les étangs doivent être situés à proximité de l'habitation ou gardés.

Plusieurs matériels et équipements sont nécessaires pour mener à bien une opération de reproduction et de production d'alevins de carpe :

- Un support de ponte (« Kakaban ») pour collecter les œufs émis par la femelle. L'idéal est de disposer de fibre de piassava (utilisable pendant plusieurs années, voir la **figure 12**) mais d'autres produits de

substitution peuvent être utilisés : fibre synthétique, touffes d'herbe, jacinthe d'eau, anjavidy etc. Une surface de kakaban de 2 m² (1 m x 2 m) par femelle est nécessaire ;

- Un happa en « voile de mariée » (maille nylon de 0,5 mm) pour l'incubation des œufs. Ce happa (dimensions : 2,5 m x 1,5 m x 0,75 m de profondeur) permet un suivi aisé et une protection contre les prédateurs (larves d'insectes, oiseaux etc.). Le happa sera fixé dans l'étang au moyen de 4 piquets en bois de 1,0 m et disposés dans les angles (voir la **figure 9**) ;
- Un filet pour la pêche des géniteurs et des alevins ;
- Des épuisettes pour la manipulation des alevins ;
- Une balance pour les pesées (aliments et poissons) ;
- Des contenants pour la manipulation et le transfert des poissons d'un étang à l'autre (seaux et cuvettes) et aussi pour le comptage des alevins (cuillères, passoirs et assiettes) (voir la **figure 9**) ;
- Un happa (maille de 1 mm) pour stocker et conditionner les alevins avant commercialisation (voir la **figure 9**) ;
- Des bacs ou sacs en plastique pour le transport et la commercialisation des alevins.

Figure 9 – Illustrations relatives au happa d'éclosion (à gauche), aux contenants pour la manipulation des poissons (au centre) et au happa de stockage des alevins (à droite)



Happa d'éclosion en voile de marié fixé avec des piquets en bois



Contenants pour la manipulation des poissons



Happa de stockage des alevins avant la commercialisation

2.4.3 Le matériel biologique

Pour la reproduction, il faut deux mâles pour une femelle. Il est conseillé d'utiliser des géniteurs d'au moins 2 ans d'âge et ayant atteint un poids minimum de 1 000 g pour les femelles et de 750 g pour les mâles. Dans le présent document, nous considérons une production d'alevins issus d'une femelle ayant un poids compris entre 1 et 2 kg, ce qui correspond au cas le plus fréquent rencontrés chez les pisciculteurs alevineurs d'Analamanga.

La sélection des géniteurs de carpe est essentielle pour la production d'alevins de qualité. Les mâles et les femelles utilisés pour la reproduction doivent provenir de lignées parentales différentes. En effet

le croisement de mâles et de femelles de la même origine parentale conduit à une consanguinité qui peut fortement affecter les performances de production (survie, croissance). Les critères de sélection sont variés et peuvent porter sur le phénotype (distribution des écailles : miroir, écailloux, linéaire ou cuir), la forme (dodue, oblongue, longue, épaisse) et éventuellement la couleur (voir la **figure 10** et l'**annexe 1**). Concernant ce dernier point, l'utilisation de géniteurs de carpe Koï (carpe colorée d'ornement) ou de géniteurs hybridés avec une carpe Koï est strictement déconseillée. La carpe Koï n'est pas une variété d'élevage et a des performances de croissance très inférieures à la carpe commune (voir la **figure 10**).

Figure 10 – Illustrations relatives aux phénotypes de la carpe commune *Cyprinus carpio*



Carpe commune miroir



Carpe commune à écaille



Carpe Koï

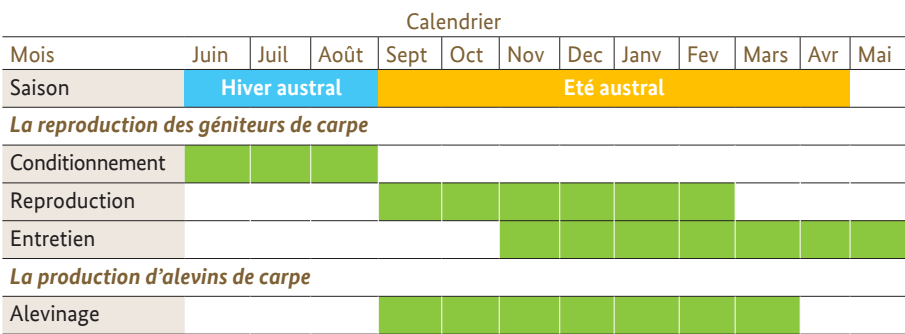
La reproduction de la carpe est un phénomène cyclique qui dépend des variations saisonnières des paramètres environnementaux, notamment de la température. En milieu tropical, les pluies et les crues peuvent aussi être des déclencheurs de la ponte. Le cycle de reproduction de la carpe dans une pisciculture à Madagascar comprend 3 périodes (voir la **figure 11**) :

- **Période 1 (3 mois) :** le conditionnement des géniteurs de juin à août qui consiste à préparer les géniteurs pour la reproduction avec une alimentation et des conditions de stockage spécifiques (voir plus de détails ci-dessous) ;
- **Période 2 (maximum 6 mois) :** la reproduction de septembre à février ;
- **Période 3 (minimum 4 mois) :** le stockage et l'entretien des géniteurs de février à mai. Cette période de

repos des géniteurs s'étend de la dernière reproduction jusqu'au début du conditionnement pour la saison suivante.

Sur les Hautes Terres, la période de reproduction débute en septembre, à la fin de l'hiver austral, lorsque la température de l'eau remonte au-dessus de 18°C. C'est en effet très souvent l'augmentation de la température de l'eau qui déclenche la reproduction chez la carpe. La reproduction s'étend de septembre à février avec un pic en septembre et octobre (voir la **figure 11**). Une carpe peut pondre deux à trois fois pendant la même saison (pontes multiples), les meilleures performances étant généralement obtenues lors de la première ponte. Le conditionnement consiste à présélectionner les géniteurs (en juin) sur la base des critères indiqués ci-dessus, à séparer les mâles et les femelles en les stockant dans des étangs différents et à adapter leur alimentation pour les préparer à la reproduction (voir ci-dessous).

Figure 11 – Calendrier cultural pour la reproduction et la production d'alevins de carpe dans la région d'Analamanga



⚠ Attention : Un calendrier cultural a été élaboré et mis à jour par le Ministère de la Pêche et de l'Economie Bleue avec l'appui du Projet d'Aquaculture Durable à Madagascar en 2023 (Voir Annexe 2 du Livre 4 de ce Manuel).

2.4.4 L'alimentation et les conditions de stockage des géniteurs

Les géniteurs demandent une attention particulière toute l'année sur deux aspects : l'alimentation et les conditions de stockage.

2.4.4.1 L'alimentation

L'alimentation des géniteurs (mâles et femelles) de carpe doit être régulière tant en quantité qu'en qualité. Elle influe sur la richesse de l'œuf en vitellus, richesse dont dépendra la vigueur des alevins après l'éclosion. Il est recommandé de nourrir les géniteurs avec un aliment à 40 % de protéines, si possible un aliment spécialement formulé pour les géniteurs (voir le **tableau 19** et la **figure 20**).

Tableau 11 - Caractéristiques des aliments pour les alevins et les géniteurs de carpe

Stade de l'élevage / Type d'aliment	Poids du poisson (g)	Apparence physique de l'aliment	Taux de protéines (%)	Taux de lipides (%)
Alevinage 1	0 à 2 g	Farine < 1mm	40 à 45	6 à 7
Alevinage 2	2 à 10 g	Miettes de 1 à 1,4 mm	40 à 45	6 à 7
Alevinage 3	10 à 20 g	Miettes de 1,4 à 2 mm	40 à 45	6 à 7
Géniteurs	A partir de 100 g	Granulés de 4mm	40	8



Mode de calcul de la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement à des géniteurs de carpe

Pendant la période de conditionnement et de reproduction

Un pisciculteur dispose d'une femelle de 1 700 g et de deux mâles, un de 800 g et un de 1 200 g. Les 2 mâles et la femelle sont stockés dans des étangs séparés.

1. Déterminer la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement à la femelle avec un taux de nourrissage de 1,5 % pendant la période de conditionnement.

$$\text{Quantité d'aliment (g)} = [1\,700 (\text{poids de la femelle}) \times 1,5 (\text{taux de nourrissage})] / 100 = 26$$

g. Le pisciculteur doit donc distribuer tous les jours 26 g d'aliment à la femelle.

- Déterminer la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement aux mâles avec un taux de nourrissage de 1,5 % pendant la période de conditionnement.
Quantité d'aliment (g) = $[800 + 1\,200 \text{ (poids des 2 mâles)} \times 1,5 \text{ (taux de nourrissage)}] / 100 = 30 \text{ g}$. Le pisciculteur doit donc distribuer tous les jours 30 g d'aliment aux 2 mâles.

Pendant la période de stockage et d'entretien

Un pisciculteur dispose d'une femelle de 1 700 g et de deux mâles, un de 800 g et un de 1 200 g. Les 2 mâles et la femelle sont stockés dans le même étang.

- Déterminer la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement à la femelle et aux 2 mâles avec un taux de nourrissage de 1% pendant la période de stockage et d'entretien.
Poids des géniteurs = $1700 \text{ (poids de la femelle)} + 800 + 1\,200 \text{ (poids des 2 mâles)} = 3\,700 \text{ g}$.
Quantité d'aliment (g) = $[3\,700 \text{ (poids des géniteurs)} \times 1 \text{ (taux de nourrissage)}] / 100 = 37 \text{ g}$.
Le pisciculteur doit donc distribuer 37 g d'aliment à ses géniteurs minimum 3 à 4 fois par semaine pendant la période de stockage et d'entretien.

Le taux et la fréquence du nourrissage dépendent de la période (voir le **tableau 12**). Les géniteurs sélectionnés pour la reproduction sont nourris quotidiennement dès le début du conditionnement (juin) et jusqu'à la reproduction (période 1) à raison de 1 à 1,5 % de leur biomasse par jour. Cette période correspond au développement des ovocytes et à l'accumulation du vitellus dans l'œuf. Suite à la reproduction et jusqu'au début du conditionnement l'année

suivante (période 3), le pisciculteur peut réduire le nourrissage des géniteurs à 1 % de la biomasse et à une fréquence de 3 à 4 fois minimum par semaine.

L'aliment doit être conservé dans un endroit sec et aéré, et les sacs ne doivent pas être en contact direct avec le sol pour éviter l'humidité qui pourrait altérer la qualité de l'aliment.

*Tableau 12 - Taux et fréquence de nourrissage des géniteurs de carpe *Cyprinus carpio* au cours des différentes périodes de l'année*

Période	Taux de nourrissage (%)	Fréquence de nourrissage
Période 1 : Conditionnement	1 à 1,5	Tous les jours
Période 2 : Reproduction	1 à 1,5	Tous les jours
Période 3 : Stockage et entretien	1	Minimum 3 à 4 fois par semaine

2.4.4.2 Les conditions de stockage des géniteurs

Lors de la période de conditionnement les mâles et les femelles sont stockés dans des étangs séparés. Une femelle peut pondre spontanément avant la mise en étang de reproduction donc sans la présence des mâles (« ponte sauvage »). Dans ce cas, les œufs ne seront pas fécondés et aucun alevin ne sera produit. Pour éviter ces pontes sauvages, il convient d'éviter :

- La présence de végétation dans l'étang, qui peut servir de support de ponte (voir la **figure 14**) ;
- Les variations du niveau de l'eau dans l'étang, qui peuvent simuler une crue ;
- Un changement brutal de la température de l'eau par un apport d'eau dans l'étang ;
- La circulation de l'eau de l'étang des mâles vers celui des femelles. Les phéromones émises par les mâles et présentes dans l'eau peuvent stimuler les femelles et les faire pondre. Dans le cas où les étangs sont en cascade, il faut toujours mettre les femelles en amont afin d'éviter ce phénomène.

Figure 12 – Illustrations relatives à la reproduction de géniteurs de carpe commune



Etang inadapté pour le stockage des géniteurs. La présence de végétation peut entraîner des pontes sauvages



Etangs propres sans végétation, adaptés pour le stockage des géniteurs avant la reproduction



Aliment pour géniteur sous forme de granulés extrudés flottants (granulés de 4 mm)

2.4.4.3 Alimentation et condition de stockage des géniteurs dans le cas de pontes multiples pendant la saison de reproduction

Même si généralement un pisciculteur ne reproduit une femelle qu'une fois pendant la saison, il est possible d'effectuer une deuxième, voir une troisième ponte avec la même femelle. Pour ce faire, le pisciculteur

devra après chaque ponte, séparer à nouveau la femelle et les mâles et les nourrir convenablement jusqu'à la date prévue de la ponte suivante.

2.4.5 Le cycle de la reproduction et de l'alevinage

2.4.5.1 La reproduction

- **La préparation de l'étang de ponte :** Le support de ponte (kakaban) est installé à raison d'un support par femelle dans un étang préalablement asséché (voir la

figure 13). L'étang est mis en eau 2 jours avant la reproduction. L'alimentation en eau est contrôlée afin de maintenir une bonne qualité d'eau.

Figure 13 – Illustrations relatives à l'installation du support de ponte (kakaban) dans l'étang de reproduction



Construction et préparation du kakaban



Installation du kakaban dans l'étang de reproduction



Kakaban installé dans l'étang de reproduction

- **Pour la reproduction, les géniteurs sont sélectionnés sur base des critères suivants** (voir la **figure 14**) : la femelle a le ventre gonflé, bien mou et la papille génitale de couleur rougeâtre. Les mâles laissent expulser de la

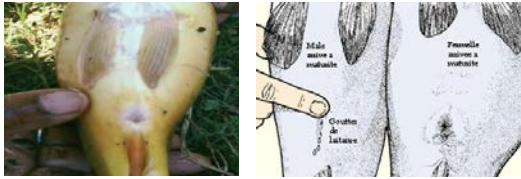
laitance après une légère pression sur l'abdomen. La mise en reproduction de la femelle et des deux mâles dans l'étang de ponte sera effectuée en fin d'après-midi.



Comment calculer le nombre de géniteurs à reproduire ?

Sur la base des résultats obtenus chez les pisciculteurs, une femelle produit en moyenne 40 000 alevins. Ce nombre est déterminé lors du comptage réalisé 4 jours après l'éclosion. A partir de ces 40 000 alevins, un pisciculteur récoltera minimum 20 000 alevins de 0,5 à 1 g après 45 à 60 jours d'élevage en étang d'alevinage (avec un coefficient de survie de 50 %). Si un pisciculteur veut produire 80 000 alevins de 0,5 à 1 g, il devra reproduire 4 femelles : $80\,000 / 20\,000 = 4$ femelles

Figure 14 – Illustrations relatives à la maturité sexuelle de la femelle (à gauche et à droite) et du mâle (à droite) de la carpe



Femelle à maturité avec un ventre gonflé

Mâle (à gauche) et femelle (à droite) de carpe à maturité

- **La ponte** (émission des œufs par la femelle sur le support de ponte suivie de la fécondation par les mâles) a lieu le lendemain matin de la mise en reproduction, au lever du jour. La ponte est terminée lorsque la femelle ne se déplace plus au-dessus du support de ponte. Dans quelques cas, la ponte n'a pas lieu le lendemain matin mais au cours des 2 à 3 jours qui suivent la mise en reproduction. En cas d'absence de ponte après 3 jours, le pisciculteur

devra remettre ses géniteurs en conditionnement et recommencer le processus plus tard au cours de la saison de reproduction.

Si le pisciculteur envisage de faire une deuxième reproduction plus tard dans la saison, les géniteurs sont marqués (par une petite coupure sur une nageoire par exemple), remis dans leurs étangs de stockage respectifs et renourris.

2.4.5.2 L'incubation

- **L'incubation des œufs** : L'étang d'incubation est mis en eau le jour de la mise en reproduction des géniteurs pour éviter le développement des insectes, prédateurs des larves. L'alimentation en eau est contrôlée afin de maintenir une

bonne oxygénation de l'eau ce qui est indispensable au développement des œufs. Le happa en voile de mariée est utilisé pour l'incubation et l'éclosion à raison d'un happa par support de ponte (kakaban) (voir la **figure 15**).

Figure 15 – Illustrations relatives au happa d'incubation et d'éclosion



Happa d'éclosion installé dans l'étang d'éclosion



Happa d'éclosion dans un étang d'éclosion mis en eau



Happa d'éclosion dans un étang d'éclosion en cours de remplissage

- **Après la ponte, le support de ponte,** rempli d'œufs, est transféré dans l'étang d'éclosion et placé dans le happa d'éclosion en voile de mariée. Le transfert s'effectue le matin juste après la reproduction et avant que l'ensoleillement ne devienne trop intense. Lors du transfert du support de ponte il est malgré tout conseillé de le couvrir d'un tissu afin de protéger les œufs du soleil (voir la **figure 16**).

Le support de ponte ne doit pas être posé à même le sol où les œufs risquent d'être recouverts de boue et de périr par manque d'oxygène. Des bouteilles d'eau en plastique de 1,5 litres (remplies au $\frac{3}{4}$ de sable et à $\frac{1}{4}$ d'eau) attachées aux 4 coins du support de ponte permettent de régler la position du support dans le happa d'éclosion et de le maintenir à environ 20 cm sous la surface de l'eau (voir la **figure 16**).

Figure 16 – Illustrations relatives à la mise en place du Kakaban pour l'incubation et l'éclosion des œufs de carpe



Transfert du Kakaban dans l'étang d'éclosion après la reproduction (les œufs sont protégés du soleil durant le transport)



Installation du kakaban dans l'étang d'éclosion



Kakaban installé dans le happa en voile de mariée dans l'étang d'éclosion et positionné à 20 cm sous la surface de l'eau

- **L'éclosion des œufs** de carpe a lieu 3 à 5 jours après la ponte, suivant les conditions du milieu. A l'éclosion, l'alevin puise d'abord sa nourriture dans la réserve vitelline de l'œuf. A ce moment, la vessie natatoire se remplit d'air et l'alevin commence à nager. Les alevins restent dans le happa d'éclosion pendant 2 à 3 jours après les premières éclosions. Quatre jours après l'éclosion (soit environ 7 à 9 jours après la fécondation), les alevins sont comptés

et transférés dans le ou les étangs d'alevinage (voir la **figure 17**).

La première alimentation des alevins a lieu le lendemain des premières éclosions afin de les inciter à ouvrir la bouche. L'alimentation se fait 3 à 4 fois par jour avec un aliment se présentant sous forme de farine (voir le **tableau 11**). A ce stade il suffit de distribuer 5 à 10 pincées d'aliment par nourrissage à répartir sur toute la surface du happa.

Figure 17 – Illustrations relatives à la récolte et au comptage des alevins de carpe commune



Collecte des alevins dans le happa d'éclosion



Comptage des alevins avant la mise en charge en étang d'alevinage



Alevins de carpe au moment du comptage

2.4.5.3 L'alevinage

- **L'étang d'alevinage** : L'étang est préalablement préparé et fertilisé pour produire de la nourriture naturelle (voir la 2.2 : La préparation des étangs et la fertilisation).

- **L'alevinage** consiste à amener les alevins à un poids compris entre 0,5 et 1 g, poids à partir duquel ils peuvent être vendus ou mis en grossissement dans des étangs de production. L'approche proposée pour optimiser la survie et la croissance des alevins repose sur les mesures suivantes :

- Un comptage des alevins lors du transfert du happa d'éclosion vers l'étang d'alevinage pour respecter la densité d'élevage de 100 alevins par m². Le comptage se fait sous eau à l'aide d'une assiette à fond blanc à moitié remplie d'eau, d'une cuillère et à l'ombre pour éviter les risques de mortalité liée à la manipulation (voir la **figure 17**) ;
- Une alimentation complémentaire dans l'étang d'alevinage, avec un

aliment de qualité (teneur en protéines entre 40 et 45 % sous forme de farine puis de miettes) et adapté à la taille de la bouche des alevins (voir le **tableau 11** et la **figure 18**). Les alevins sont nourris au moins 3 fois par jour. La quantité d'aliment dépend de la réponse des alevins (nourrissage à la demande). Pour le nourrissage à la demande, le pisciculteur utilise une cuillère. Il verse une première cuillère d'aliment, les alevins viennent en surface et il peut les voir consommer l'aliment. Il rajoutera des cuillères d'aliment (une par une) tant que les alevins viennent manger. S'il ne les voit plus venir en surface et manger, il arrête le nourrissage. Si le pisciculteur fait l'alevinage sur un étang de plusieurs ares, il est conseillé de nourrir à différents points de l'étang afin que tous les poissons puissent se nourrir correctement, réduisant ainsi la variabilité de poids des alevins à la récolte. Il peut arriver que les alevins ne viennent pas manger lorsque le pisciculteur donne la première cuillère

d'aliment. Le pisciculteur doit arrêter alors l'alimentation, en effet, il ne faut jamais continuer à nourrir des poissons qui ne réagissent pas et ne consomment pas l'aliment au risque de dégrader la qualité de l'eau et de gaspiller de l'aliment.

- Un suivi hebdomadaire de la croissance des alevins dans les étangs d'alevinage par le contrôle du poids moyen (voir la 2.3 : Comment suivre et calculer les performances d'élevage) jusqu'à la vente ou au transfert des alevins dans les étangs de grossissement.

Figure 18 – Illustrations relatives aux aliments pour l'alevinage de la carpe



Aliment « Alevinage 1 » sous forme de farine (particules < 1 mm). L'aliment peut être tamisé pour l'obtention d'une farine plus fine destinée à l'alimentation des alevins à l'éclosion



Aliment « Alevinage 2 » sous forme de miettes (particules de 1 à 1,4 mm)



Aliment « Alevinage 3 » sous forme de miettes (particules de 1,4 à 2 mm)



Comment déterminer le nombre d'alevins de 1 g à produire ?

Un pisciculteur dispose de 2 étangs pour l'alevinage. Le premier étang fait 15 m de long par 8 m de large et le deuxième étang fait 8 m de long par 5 m de large.

Calcul de la surface disponible en m² :

Surface disponible en m² : $(15 \text{ m} \times 8 \text{ m}) + (8 \text{ m} \times 5 \text{ m}) = 120 + 40 = 160 \text{ m}^2$

Déterminer le nombre d'alevins de 4 jours d'âge à mettre en charge :

La densité de stockage est de 100 alevins par m². Ces alevins proviennent du happa d'éclosion. Pour 160 m², le pisciculteur devra mettre en charge 16 000 alevins (voir le calcul ci-dessous) :

Nombre d'alevins à mettre en charge = $160 \times 100 = 16\,000$ alevins

Le pisciculteur doit donc produire 16 000 alevins pour remplir ses deux étangs d'alevinage d'une surface totale de 160 m²

L'alevinage dure de 45 à 60 jours selon la taille souhaitée des alevins, avec un taux de survie minimum de 50 %. La reproduction

ayant lieu entre septembre et février, l'alevinage se déroule donc entre septembre et mars (voir la **figure 11**).

2.4.6 Enregistrement des données d'élevage

Il est nécessaire d'enregistrer toutes les données d'élevage afin de pouvoir, en fin de cycle, établir un bilan complet de la production et évaluer la rentabilité économique. Les 12 paramètres suivants sont à enregistrer :

1. L'origine des géniteurs et le choix des phénotypes (écaille, linéaire, cuir ou miroir) ;
2. La date de mise en conditionnement des géniteurs ;
3. Le nombre, le poids de chaque géniteur lors de la mise en conditionnement ;
4. La date de mise en reproduction ;
5. Le nombre, le poids des mâles et de la femelle lors de la mise en reproduction ;
6. La date de la ponte dans chaque étang de reproduction ;
7. Le nombre, le poids des mâles et de la femelle après la reproduction ;
8. La date de comptage des alevins et le nombre d'alevins stocké dans chaque étang d'alevinage ;
9. La quantité d'aliment distribué tous les jours aux géniteurs et aux alevins ;
10. Le prix d'achat de l'aliment ;
11. Le nombre d'alevins vendus et le prix unitaire de vente ;
12. La date et le nombre de poissons (géniteurs et alevins) morts collectés s'il y a lieu.

Toutes les informations détaillées pour l'enregistrement des données sont indiquées dans la **2.4** « Comment suivre et calculer les performances d'élevage ».

2.4.7 Résumé des recommandations de la COFAD

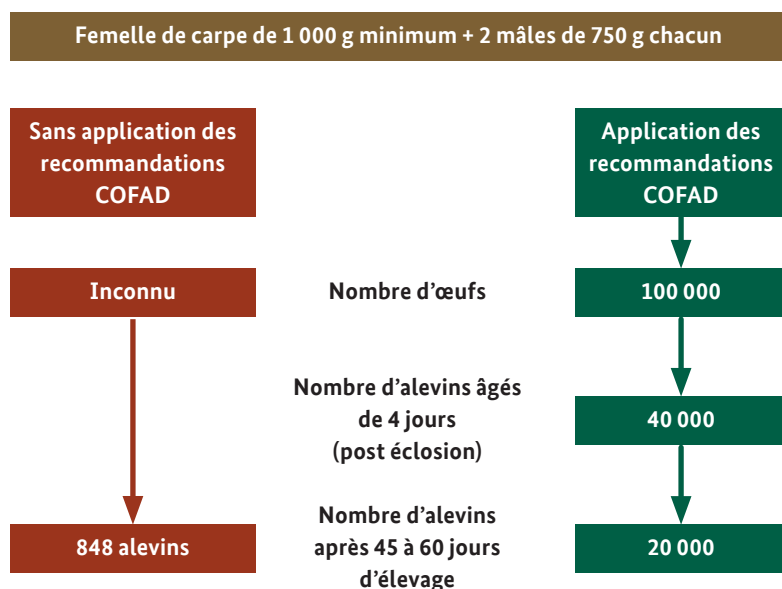
Les principales recommandations de la COFAD, pour augmenter la production d'alevins de carpe, sont les suivantes :

- Bien alimenter les géniteurs toute l'année ;
- Sélectionner les bons géniteurs (poids, âge, écailure etc.) pour la reproduction ;
- Stocker les géniteurs mâle et femelle dans des étangs séparés pendant la période de conditionnement ;

- Nourrir les alevins quotidiennement dès l'éclosion avec un aliment de qualité ;
- Respecter la densité d'élevage pour de meilleurs taux de croissance et de survie ;
- Respecter rigoureusement les étapes successives de préparation des étangs dès le conditionnement des géniteurs et jusqu'à l'alevinage.

En appliquant toutes ces recommandations, un pisciculteur disposant d'une femelle de 1 kg minimum pourra produire au minimum 20 000 alevins de 0,5 à 1 g (voir la **figure 19**) contre, en moyenne, 848 alevins s'il n'applique aucune des recommandations comme déclaré lors de l'enquête de référence.

Figure 19 – Nombre d'alevins obtenus, respectivement sans et avec application des recommandations de la COFAD



2.4.8 Modèle économique standard : les performances économiques obtenues en suivant les recommandations de la COFAD

Le modèle économique standard repose sur un pisciculteur qui dispose d'un trio de géniteurs avec une femelle d'un poids de 1,5 kg et deux mâles de 1 kg. Avec ce trio, le pisciculteur, qui dispose de tous les prérequis (étangs, ressources en eau et alimentation), peut produire en moyenne 40 000 alevins âgés de 4 jours post éclosion. Le modèle économique est toutefois testé avec 5 hypothèses : une production moyenne d'alevins de 5 000, 10 000, 20 000, 30 000 et 40 000 alevins par femelle (voir le **tableau 13**). Nous avons considéré dans ce modèle économique le processus de production d'alevins, à partir d'un trio de géniteurs ne se reproduisant qu'une fois (pas de ponte multiple), s'étale sur 6 mois et inclue le conditionnement, la reproduction et l'élevage larvaire.

L'objectif du projet PADM était de travailler avec des pisciculteurs déjà installés. De ce fait, nous avons considéré dans le modèle économique que les pisciculteurs, qui souhaitent faire la reproduction et la production d'alevins de carpe, disposent des géniteurs. A Madagascar, il n'existe aucune structure qui puisse fournir des géniteurs, les pisciculteurs doivent donc maintenir, gérer et renouveler leur stock de géniteurs, soit en les produisant eux-mêmes, soit en les achetant à un autre pisciculteur. Certains pisciculteurs échangent aussi leurs géniteurs entre eux afin de maintenir une certaine diversité génétique. Face à la diversité des situations, nous avons

considéré dans le modèle économique le coût en aliment pour le maintien d'un stock de géniteurs.

Note explicative sur les différents postes de dépenses :

- **Entretien des étangs** (reproduction, éclosion et alevinage) : 150 000 Ariary
– Coût fixe pour tous les niveaux de production pour un trio de géniteurs
- **Cession des alevins** : coût de 10 Ariary par alevin pour les sacs en plastique et les frais de transport
- **Main d'œuvre pour nourrissage et gardiennage** : 150 000 Ariary/mois pendant 6 mois (conditionnement, reproduction et alevinage) pour une personne mais uniquement pour les pisciculteurs qui produisent 20 000 alevins et plus. Lorsque la production est inférieure à 20 000 alevins, le pisciculteur peut assurer toutes ces activités lui-même ou avec le soutien de sa famille. Coût total sur 6 mois : 900 000 Ariary.
- **Fumier / Dolomie / DAP** : Coût fixe pour tous les niveaux de production pour un trio de géniteurs
- **Aliment géniteur** : coût fixe pour tous les niveaux de production. Le mode de calcul est basé sur une biomasse de 3,5 kg (1 femelle de 1,5 kg et 2 mâles de 1 kg) :

- Nourrissage pendant la période de conditionnement : 1 à 1,5 % de la biomasse par jour, soit 53 g par jour et 9,5 kg au total sur 6 mois.

- Nourrissage hors période de reproduction : 1 % de la biomasse par jour, soit 35 g 4 fois par semaine pendant 6 mois (26 semaines), soit 3,5 kg au total.

- Total : 13 kg d'aliment géniteur par an à 6 000 Ariary/kg = 78 000 Ariary

- **Aliment alevin** : coût variable dépendant du nombre d'alevins à grossir jusqu'à 1 g. Le mode de calcul est basé sur un taux de conversion de 1,5 pour passer de 0 à 1 g, soit 1,5 g d'aliment larvaire par alevin – Coût de l'aliment larvaire : 6 000 Ariary/kg
- **Happas** : 1 happa d'éclosion (45 000 Ariary) amortissable sur 2 ans et un happa de conditionnement des alevins avant commercialisation (60 000 Ariary) amortissable sur 3 ans, soit 42 500 Ariary par an d'amortissement pour les deux happas – Coût fixe pour tous les niveaux de production.
- **Petit matériel (seaux, assiette, épuisette, carnet, crayon...)** : 60 000 Ariary au total, amortissable sur 3 ans, soit 20 000 Ariary par an – Coût fixe pour tous les niveaux de production.
- **Prix de vente** standard de 200 Ariary par alevin.

L'application du protocole décrit dans le présent document conduit à une rentabilité économique dans tous les cas de figure (voir le **tableau 13**). Dans l'hypothèse où le pisciculteur obtient 5 000 alevins par femelle, la rentabilité est réduite mais cela signifie aussi que le pisciculteur n'a pas appliqué tout ou partie du protocole recommandé.

Si un pisciculteur dispose de plusieurs trios de géniteurs ou s'il reproduit plusieurs fois le même trio (pontes multiples), il augmente sa production et donc sa profitabilité dans la mesure où certains postes de dépenses (main d'œuvre, entretien des étangs, amortissement du matériel) restent fixes mêmes s'il effectue plusieurs reproductions pendant la saison.

Dans l'hypothèse où un pisciculteur ne parviendrait pas à produire d'alevins avec son trio de géniteurs (en raison notamment de ponte sauvage, non fécondation des œufs, refus de ponte, vol des géniteurs), les pertes financières s'élèveraient à 345 000 Ariary (voir le **tableau 13**) :

- 150 000 Ariary de préparation des étangs
- 55 000 Ariary d'intrants fumier/dolomie/ADP
- 78 000 Ariary d'aliments pour les géniteurs
- 62 500 Ariary d'amortissement pour les happas et les autres petits équipements.

En effet toutes les autres dépenses indiquées dans le **tableau 13** n'interviennent que si la reproduction a eu lieu (aliment des alevins, main d'œuvre...). Un niveau de production supérieur ou égal à 10 000 alevins par femelle permet de récupérer cette perte éventuelle en une saison de reproduction.

Cette analyse économique démontre qu'un producteur d'alevins doit tendre vers la mise en place de tous les prérequis afin d'optimiser la production d'un point de vue technique et financier. Toutefois, un pisciculteur qui ne disposerait pas de tous les prérequis ou de moyens financiers limités peut décider d'appliquer saison après saison les recommandations suivantes :

1. Le nourrissage d'un trio de géniteurs avec un aliment de qualité (coût annuel

78 000 Ariary) augmentera le nombre et la qualité des œufs ;

2. Un happa d'éclosion (prix d'achat 45 000 Ariary) augmentera le taux de survie des alevins ;
3. Le nourrissage des alevins avec un aliment de qualité (coût annuel 45 000 à 360 000 Ariary en fonction du nombre d'alevins produits) augmentera la survie et la croissance des alevins.

Il n'est pas possible de chiffrer l'amélioration liée à chaque recommandation mais chacune d'elle contribuera à augmenter la production d'alevins. Le nourrissage régulier des géniteurs et des alevins avec un aliment de qualité reste l'amélioration essentielle pour augmenter la production d'alevins et le revenu du pisciculteur.

Tableau 13 - Rentabilité économique d'une production d'alevins de carpe en Analamanga en fonction du nombre d'alevins de carpe par femelle et reposant sur un nourrissage des géniteurs et des alevins avec un aliment manufacturé de qualité – Période : une année

En Ariary	Unité	Quantité	Coût unitaire	Nombre d'alevins produits par femelle						0	
				40 000	30 000	20 000	10 000	5 000	848*		
1 - DÉPENSES											
Main d'œuvre	Entretien/préparation étang	1	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000	
	- Cession / transport des alevins	(Variable)	10	400 000	300 000	200 000	100 000	50 000	8 480		
	- Nourrissage/Main d'œuvre/gardiennage	6	150 000	900 000	900 000	900 000			--		
	Intrants biologiques										
	- Fumier (en charrette)	1	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000	
	- Dolomie	1	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	
	- DAP	1	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	5 000	
	- Aliment pour les géniteurs	13	6 000	78 000	78 000	78 000	78 000	78 000	78 000	--	
- Aliment pour les alevins	1,5 g/alevin	(Variable)	6 000	360 000	270 000	180 000	90 000	45 000	--	--	
Intrants	Happas (amortissement)	1	42 500	42 500	42 500	42 500	42 500	42 500	42 500	42 500	
	- Autres petits équipements (amortissement)	1	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	
TOTAL DES DEPENSES				2 005 500	1 515 500	1 325 500	535 500	440 500	213 480	345 000	
2 - RECETTES											
Vente d'alevins	Nombre d'alevins vendus	Pièce	(Variable)	200	20 000	15 000	10 000	5 000	2 500	848	0
TOTAL DES VENTES				4 000 000	3 000 000	2 000 000	1 000 000	500 000	169 600	0	
3 - BÉNÉFICE NET				1 994 500	1 484 500	674 500	464 500	59 500	-43 880	-345 000	

* : Donnée de l'enquête de référence menée par COFAD en 2018 dans l'Analamanga

2.5 L'élevage de la carpe en étang



2.5.1 Introduction

Les recommandations techniques ont pour objectif d'améliorer la productivité de l'élevage en étang de la carpe dans les conditions environnementales des Hautes Terres de Madagascar. La période optimale de croissance de la carpe sur les Hautes Terres s'étend de septembre à avril. Mais à la différence du tilapia, la carpe continue de grossir pendant l'hiver austral (de mai à août), ce qui offre la possibilité au pisciculteur de réaliser un cycle d'élevage

plus long qu'avec le tilapia. Le pisciculteur doit toutefois profiter au maximum de la période optimale de croissance. Nous recommandons, pour son élevage, d'associer la fertilisation de l'étang à une alimentation exogène de qualité sous forme de granulés manufacturés répondant à ses exigences nutritionnelles. L'aliment, combiné à la fertilisation, améliorera la croissance des carpes et permettra donc d'augmenter la production totale de l'étang.

2.5.2 Préparation de l'étang d'élevage et fertilisation

Toutes les étapes de la préparation de l'étang et de la fertilisation sont décrites dans 2.3 « La préparation des étangs et la fertilisation ».

2.5.3 Densité de mise en charge des alevins

Les alevins de carpe sont mis en charge à raison de 1 alevin par m^2 , soit 100 alevins par are. Il est conseillé de mettre en charge des alevins de qualité de carpe commune *Cyprinus carpio* de 1 à 5 g (environ 2 à 6 cm de longueur). Contrairement au tilapia, il n'est pas nécessaire de disposer d'alevins

monosexes chez la carpe. Les alevins de qualité sont des alevins issus de géniteurs élevés dans de bonnes conditions et des alevins bien nourris pendant la période d'élevage larvaire (voir les recommandations dans le chapitre précédent du présent manuel).



Comment déterminer le nombre d'alevins à mettre en élevage dans un étang ?

Calculer la surface de l'étang :

Un pisciculteur dispose d'un étang d'élevage de 15 m x 20 m. Il doit de calculer la surface de l'étang en m^2 ou en ares (1 are = $100 m^2$)

$$\text{Surface de l'étang en } m^2 : (15 m \times 20 m) = 300 m^2$$

$$\text{Surface de l'étang en ares} = (15 m \times 20 m) / 100 = 3 \text{ ares}$$

Déterminer le nombre d'alevins à mettre en élevage dans l'étang :

Le pisciculteur doit stocker au maximum 100 alevins de 1 à 5 g par are (soit 1 alevin par m²) dans un étang d'élevage. Donc dans un étang de 3 ares il peut stocker :

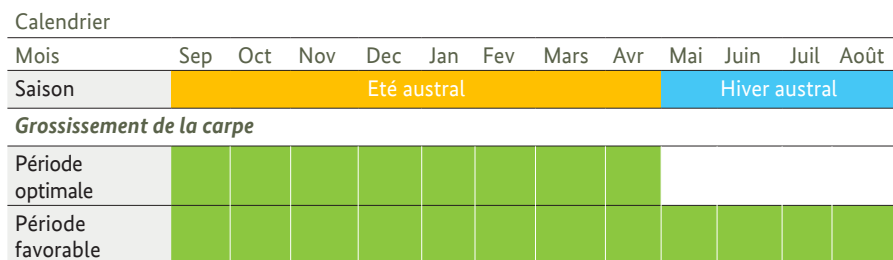
$$\begin{aligned}\text{Nombre maximum d'alevins à mettre en élevage} &= \\ \text{Surface (en are)} \times \text{densité d'élevage (alevins/are)} &= \\ &= 3 \times 100 = 300 \text{ alevins}\end{aligned}$$

Le pisciculteur pourra stocker au maximum 300 alevins de carpe dans son étang de 3 ares

Il est aussi déconseillé de mettre en élevage des alevins de carpe Koï ou issus d'une hybridation avec une carpe Koï. Nous rappelons que la carpe Koï est une variété de poisson ornemental et en aucun cas une variété pour l'élevage. En outre, ses performances de croissance sont bien inférieures à celles de la carpe commune.

Les alevins doivent être mis en charge le plus tôt possible (à partir de septembre) afin de bénéficier d'une période de croissance la plus longue possible pendant la période optimale (voir la **figure 20**). Même si la croissance est plus faible, la carpe continue de grossir pendant l'hiver austral sur les Hautes Terres de Madagascar (voir la **figure 20**).

Figure 20 – Calendrier cultural pour la production de carpe dans la région d'Analamanga



⚠ Attention : Un calendrier cultural a été élaboré et mis à jour par le Ministère de la Pêche et de l'Economie Bleue avec l'appui du Projet d'Aquaculture Durable à Madagascar en 2023 (Voir Annexe 2 du Livre 4 de ce Manuel).

2.5.4 L'aliment et le nourrissage

2.5.4.1 L'aliment

Afin d'obtenir une bonne croissance, l'aliment doit subvenir aux exigences nutritionnelles de la carpe. La forme physique et la teneur en protéines de l'aliment vont varier en fonction du poids

du poisson. Les principales caractéristiques des différents aliments à utiliser au cours de l'élevage de la carpe sont indiquées dans le **tableau 14**.

Tableau 14 - Caractéristiques des aliments manufacturés pour l'élevage de la carpe en étang

Type d'aliment	Poids du poisson (g)	Apparence physique de l'aliment	Taux de protéines (%)	Taux de lipides (%)
Alevinage	1 à 20g	Miettes de 1 à 2 mm	40 à 45	6 à 7
Pré-grossissement	20 à 100g	Granulé de 2 mm	30 à 35	6 à 7
Grossissement	A partir de 100g	Granulé de 4 mm	25 à 30	5 à 6

La taille des miettes et des granulés ainsi que la teneur en protéines et lipides des aliments peuvent varier d'un fournisseur d'aliment à l'autre. Le processus de fabrication des aliments a un effet sur la tenue des granulés dans l'eau : si les aliments sont dits « pressés », ils vont directement couler dans l'eau ; s'ils sont dits « extrudés », ils vont flotter quelques heures s'ils sont sous forme de granulés, ou couler

lentement s'ils sont sous forme de miettes. Aussi, dans la mesure du possible, est-il conseillé d'utiliser des aliments extrudés qui donnent de meilleures performances de croissance du fait d'une meilleure digestibilité. De plus, la distribution est facilitée avec des aliments flottants dans la mesure où le pisciculteur le voit en surface et peut facilement observer la réaction des poissons.

2.5.4.2 Le nourrissage

La quantité d'aliment à distribuer par jour dépend de deux principaux paramètres : le poids des poissons et la température de l'eau. En effet plus la température de l'eau est élevée, plus le poisson est actif donc

plus sa consommation d'aliment augmente. Le **tableau 15** donne le taux de nourrissage quotidien (en pourcentage) en fonction du poids de la carpe et de la température de l'eau.

Tableau 15 - Taux de nourrissage quotidien avec un aliment extrudé en fonction du poids corporel de la carpe et de la température de l'eau (teneur en protéines de l'aliment 32 %).

Température (°C)	12	14	16	18	20	22	24
Poids moyen des poissons (g)	Taux de nourrissage (%)						
1-10	3,0	3,6	4,1	4,7	5,3	6,0	6,6
10-15	2,0	2,7	3,4	4,0	4,6	5,3	6,1
15-40	1,5	2,1	2,7	3,1	3,7	4,3	4,9
40-100	1,2	1,7	2,2	2,5	3,0	3,4	4,0
100-500	1,0	1,3	1,6	1,8	2,2	2,3	2,7
500-1000	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8
1000-5000	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6
> 5000	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3

Une table de rationnement permet de déterminer la quantité d'aliment à distribuer par jour. Toutefois, la prise d'aliment par les poissons est influencée par de nombreux d'autres paramètres que la température, comme le taux d'oxygène dissout, le niveau de fertilisation de l'eau, le vent, l'ensoleillement. Pour synthétiser l'effet de tous ces facteurs, il est conseillé de nourrir

« à la demande », c'est-à-dire en fonction de la réponse des poissons à la distribution d'aliment. Ce mode de nourrissage est grandement facilité si l'aliment est extrudé donc flottant. Il est aussi conseillé de les nourrir à différents points de l'étang afin que tous les poissons puissent accéder correctement à l'aliment, réduisant ainsi la variabilité de poids des poissons à la récolte.



Comment calculer la quantité d'aliment à distribuer par jour à partir d'une table de rationnement :

Exemple : Calculer la quantité d'aliment à distribuer par jour à un poisson de 300 g élevé à 24°C

1. Lire le taux de nourrissage dans le tableau 15 : 2,7 %
2. Calculer la quantité d'aliment en utilisant le poids moyen et le taux de nourrissage :
Quantité d'aliment (g) = [300 (poids du poisson) x 2,7 (taux de nourrissage)] / 100
Quantité d'aliment (g) = 8,1 g
3. La ration journalière par poisson est donc de 8,1 g. Cette valeur est à multiplier par le nombre de poissons dans l'étang. S'il y a 100 poissons dans l'étang il faudra donc donner 810 g d'aliment par jour (8,1 x 100 = 810 g)

Comment nourrir à la demande ? Plusieurs situations peuvent se produire :

- **Pas de réponse des poissons** : arrêter l'alimentation. En effet, il ne faut jamais continuer à nourrir des poissons qui ne réagissent pas et ne consomment pas l'aliment.

Exemple : Le matin à 7h00, quelques granulés flottants sont distribués mais les granulés restent en surface ou le pisciculteur n'observe aucune réaction des poissons (pas de mouvement de l'eau) avec un aliment pressé coulant. Dans ce cas, il arrête le nourrissage et essaie de nouveau 1 à 2 heures plus tard.

- **Quand l'aliment est consommé en moins de 15 minutes**, rajouter immédiatement 10 % de la ration. Répéter cette opération si l'aliment est à nouveau consommé en moins de 15 minutes.

Exemple : Un pisciculteur donne 5 kg d'aliment flottant, après 5 minutes il n'y a plus de granulés flottants à la surface de l'eau. Il ajoute donc 10 % de 5 kg soit 0,5 kg. Cette opération sera répétée si nécessaire.

- **Quand l'aliment n'est pas consommé en moins de 15 minutes**, réduire de 10 % la quantité d'aliment lors du nourrissage suivant.

Exemple : Un pisciculteur donne 5 kg d'aliment et une partie de l'aliment n'est pas consommée après 20 minutes. Lors du nourrissage suivant il donnera 4,5 kg ($5 \text{ kg} - 10 \% \text{ soit } 0,5 \text{ kg}$)

- **Dans tous les cas, le pisciculteur doit suspendre le nourrissage lorsque les poissons ne réagissent pas à la distribution de l'aliment, au risque de détériorer la qualité de l'eau et de gaspiller de l'aliment**

2.5.4.3 Fréquence de nourrissage

La fréquence de nourrissage joue aussi un rôle primordial dans la réussite de l'élevage. La carpe en étang doit être nourrie plusieurs fois par jour :

- Pour des poissons de moins de 20 g, il est conseillé de nourrir 4 fois par jour (par exemple toutes les 2 heures, à 9h, 11h, 13h et 15h) et pas moins de 3 fois par jour (matin, midi et après-midi) ;
- Pour des poissons de plus de 20 g, il est conseillé de nourrir 3 fois par jour (matin, midi et après-midi) et pas moins de 2 fois par jour (matin et après-midi).

La quantité d'aliment à distribuer par repas dépendra de la réaction des poissons au nourrissage à la demande (voir ci-dessus). La quantité d'aliment consommé peut varier d'un repas à l'autre, avec par exemple, une consommation plus élevée à midi que l'après-midi.

L'aliment doit être conservé dans un endroit sec et aéré, et les sacs ne doivent pas être en contact direct avec le sol pour éviter l'humidité qui pourrait altérer la qualité de l'aliment.

2.5.5 Enregistrement des données d'élevage

Il est nécessaire d'enregistrer toutes les données d'élevage afin de pouvoir, en fin de cycle, établir un bilan complet de la production et évaluer la rentabilité économique. Les 11 paramètres suivants sont à enregistrer :

1. La date de mise en charge ;
2. L'origine des alevins ;
3. Le nombre et le poids moyen des poissons à la mise en charge ;
4. La quantité d'aliment distribué tous les jours ;
5. Le prix d'achat de l'aliment ;
6. La quantité de fertilisants organiques et chimiques déversés dans l'étang et la date de fertilisation ;
7. Le prix d'achat des fertilisants organiques et chimiques ;
8. A chaque pêche : le nombre total de poissons pêchés et le poids total des poissons pêchés y compris les poissons

autoconsommés par le pisciculteur et sa famille ;

9. Le prix de vente des poissons ;
10. La date finale de récolte et de mise à sec de l'étang ;
11. La date et le nombre de morts collectés s'il y a lieu.

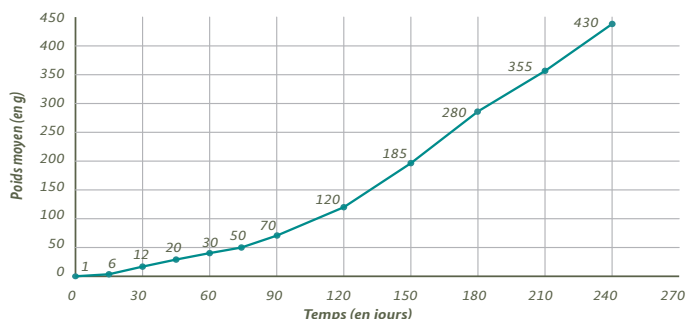
La méthode pour l'enregistrement des données est indiquée dans la **2.3** « Comment suivre et calculer les performances d'élevage ».

Si le pisciculteur dispose d'une balance, il peut faire un contrôle du poids moyen des poissons tous les 15 jours jusqu'à 20 g, puis tous les mois à partir de 20 g jusqu'à la récolte. Ce contrôle permet i) de suivre la croissance des poissons, ii) d'aider le pisciculteur à ajuster la quantité d'aliment à distribuer et iii) de planifier la récolte en estimant la biomasse de poissons à vendre.

2.6.6 Les performances d'élevage de la carpe en étang dans l'Analamanga

La **figure 21** et le **tableau 16** synthétisent les résultats obtenus lors des tests réalisés chez des pisciculteurs dans l'Analamanga entre 2018 et 2020.

Figure 21 - Courbe de croissance de la carpe *Cyprinus carpio* en étang dans la région d'Analamanga. Carpe nourrie avec un aliment extrudé à 30 % de protéines



Pour faciliter la compréhension des données, nous avons considéré un étang de 1 are (100 m²) et deux scénarios techniques (voir le **tableau 16**) :

1. Le pisciculteur 1 met en charge 1 alevin/m² et élève les carpes pendant 6 mois ;
2. Le pisciculteur 2 met en charge 1 alevin/m² et élève les carpes pendant 8 mois.

Tableau 16 - Performances de croissance de la carpe *Cyprinus carpio* élevée en étang dans la région d'Analamanga et nourrie avec un aliment extrudé à 30 % de protéines

Cas de figure	Pisciculteur 1	Pisciculteur 2
Durée du cycle d'élevage (mois)	6 mois	8 mois
Surface (are)	1	1
Date de mise en charge	1 ^{er} Novembre 20xx	1 ^{er} Novembre 20xx
Fertilisation chimique	Dolomie / DAP	Dolomie / DAP
Fertilisation organique	Bouse de vache	Bouse de vache
Nombre initial	100	100
Densité (alevins / are)	100	100
Poids moyen initial des alevins (g)	1	1
Biomasse initiale des alevins (kg)	0,1	0,1
Date de récolte	30 Avril 20xx + 1	30 Juin 20xx + 1
Durée du cycle (jour)	180	240
Nombre final de poissons	85	85
Poids moyen final des poissons (g)	280	430
Biomasse finale des poissons (kg)	23,8	36,6
Taux de survie (%)	85	85
Taux de conversion de l'aliment	1,40	1,40
Croissance (g/j/poisson)	1,55	1,80
Gain de biomasse (kg)	23,7	36,5
Quantité d'aliment consommé (kg)	33	51
Rendement (tonne / hectare)	2,37	3,65

Avec la prolongation de période d'élevage de 6 à 8 mois, le poids moyen à la récolte est 48% plus élevé (430 g après 8 mois d'élevage contre 290 g après 6 mois (voir la **figure 21** et la **tableau 16**). La production par are augmente également significativement de 23,7 à 36,5 kg après une période de 6 et 8 mois d'élevage, respectivement (voir le

tableau 16). La prolongation de la période d'élevage de 2 mois n'a pas eu d'effet sur la survie et le taux de conversion de l'aliment (voir le **tableau 16**). Nous attirons l'attention sur le fait que la prolongation de la période d'élevage peut, en fonction de l'âge et de la taille des poissons, se traduire par une augmentation du taux de conversion.

2.5.7 Modèle économique standard : les performances économiques obtenues en suivant les recommandations de la COFAD

Sur la base des tests réalisés par COFAD en 2018/2019 et 2019/2020 avec les pisciculteurs partenaires, nous avons établi un modèle économique sur un étang de 1 are qui repose sur les hypothèses économiques suivantes :

- Coût en main d'œuvre par are : 50 000 Ariary pour un cycle de 6 mois et 60 000 Ariary pour un cycle de 8 mois ;
- Coût en fertilisants par are : 30 000 Ariary pour un cycle de 6 mois et 38 000 Ariary pour un cycle de 8 mois ;

- Prix d'achat d'un alevin de carpe de 1 à 3 g : 200 Ariary / pièce ;
- Prix moyen de l'aliment manufacturé : 4 500 Ariary / kg ;
- Prix de vente du poisson : 15 000 Ariary / kg pour des poissons d'un poids moyen supérieur à 150 g.

Les résultats correspondants sont présentés dans le **tableau 17**. Si un pisciculteur dispose d'un étang de 3 ares, il doit multiplier par 3 les dépenses, les recettes et les gains indiqués dans le **tableau 17**.

Tableau 17 - Rentabilité économique de l'élevage de la carpe *Cyprinus carpio* en étang d'un are dans la région d'Analamanga en fonction de la durée du cycle d'élevage.

En Ariary par are

Paramètres	Pisciculteur 1	Pisciculteur 2
Durée du cycle d'élevage	6 mois	8 mois
Teneur en protéines de l'aliment (%)	30	30
Surface (are)	1	1
Densité d'élevage (alevin / are)	100	100
Poste 1 / Main d'œuvre (Préparation de l'étang et nourrissage quotidien)	50 000	60 000
Poste 2 / Fertilisants organiques et chimiques	30 000	38 000
Poste 3 / Alevins	20 000	20 000
• Nombre d'alevins	100	100
• Prix à l'unité	200	200
Poste 4 / Aliment	148 500	229 500
• Quantité (kg)	33,0	51,0
• Prix au kg	4500	4500
TOTAL DES DEPENSES	248 500	347 500

Paramètres	Pisciculteur 1	Pisciculteur 2
Recettes des ventes de poissons	355 500	547 500
• Biomasse (kg)	23,7	36 ,5
• Prix de vente au kg	15 000	15 000
TOTAL DES RECETTES	355 500	547 500
BÉNÉFICE BRUT	107 000	200 000

L'analyse économique montre la rentabilité de l'élevage de la carpe en étang basé sur l'utilisation combinée de la fertilisation et d'un aliment manufacturé de qualité dans la région des Hautes Terres de Madagascar. Ces tests démontrent que le principe d'un nourrissage quotidien des poissons conduit à un rendement 8 à 10 fois supérieur au rendement déterminé lors de l'enquête de base (0,354 tonne/ha). Dans le contexte dans lequel il a été établi, le modèle reste viable économiquement jusqu'à un prix minimum de vente de 11 000 Ariary par kg. En-dessous de ce prix, le pisciculteur perd de l'argent.

L'analyse économique montre aussi que la rentabilité s'accroît significativement en augmentant la durée du cycle d'élevage de 2 mois (+87 % de bénéfice brut). Ces résultats démontrent qu'il est de l'intérêt du pisciculteur de prolonger la période d'élevage de quelques mois quand il en a la possibilité, et ce afin de produire des poissons plus gros et donc d'augmenter la productivité de son élevage dans la mesure où un certain nombre de coûts reste fixe, quel que soit la durée d'élevage.

Il est possible d'utiliser un aliment artisanal fabriqué à partir de matières premières locales pour l'élevage de la carpe. Le pisciculteur devra vérifier, par le calcul des performances d'élevage (voir 2.4 du

manuel), la rentabilité économique de son élevage de carpe en utilisant ce type d'aliment. Comme nous l'avons démontré avec le tilapia (voir 2.8 sur l'élevage du tilapia en étang), un aliment artisanal est moins cher à l'achat mais induit un taux de conversion beaucoup plus élevé et une croissance plus faible en comparaison avec un aliment manufacturé de qualité. Il résulte de l'utilisation d'un aliment artisanal une rentabilité économique qui est, au mieux, équivalente à celle obtenue avec des aliments manufacturés, mais avec des poissons plus petits à la récolte et donc moins bien valorisé sur le marché, notamment dans les zones urbaines. Dans la majorité des cas, la rentabilité économique avec un aliment artisanal est inférieure à celle d'un élevage utilisant un aliment de qualité.

Il est aussi possible d'envisager, pour l'élevage de la carpe, de multiples combinaisons associant fertilisation, aliment manufacturé et/ou aliment artisanal en fonction de la disponibilité en trésorerie. Par exemple, un pisciculteur peut utiliser des aliments manufacturés en début de cycle d'élevage et un mixte d'aliment artisanal et manufacturé en fin de cycle. Une autre combinaison peut associer fertilisation, aliments manufacturé et artisanal et sous-produits agricoles disponibles sur l'exploitation. Dans tous

les cas, il est important pour le pisciculteur d'intégrer la notion de nourrissage quotidien des poissons pour augmenter la production et développer son élevage.

L'utilisation d'intrants de qualité (alevins et aliment) implique des besoins en trésorerie que le pisciculteur doit prendre en compte : il doit s'assurer qu'il disposera de la trésorerie nécessaire pour couvrir toutes les dépenses jusqu'à la récolte, soit entre 250 000 et 350 000 Ariary par are d'étang (voir le **tableau 18**). Le pisciculteur doit aussi s'assurer de son marché et du prix de vente du poisson.

Des paramètres économiques comme le coût des aliments, le prix de vente, la main d'œuvre (familiale ou employée) sont susceptibles de varier d'une région à une autre, voire d'une ferme à une autre. Les données présentées dans le **tableau 17** permettent très facilement au pisciculteur

de faire un calcul économique rapide afin de s'assurer que son élevage sera profitable dans son environnement socio-économique et géographique. Il lui suffit de :

1. Déterminer le nombre d'ares disponibles pour l'élevage ;
2. Calculer les dépenses : ajuster les prix unitaires et les quantités nécessaires en fonction de la réalité de son exploitation puis multiplier le coût par are des 4 postes de dépenses par le nombre d'ares. **Le total des dépenses correspondra également au besoin en trésorerie** (voir le **tableau 18**) ;
3. Calculer les revenus : multiplier le revenu pour un are par le nombre d'ares mis en élevage ;
4. Calculer le gain en déduisant les dépenses des revenus.

Tableau 18 - Besoin mensuel en trésorerie (en Ariary) par cycle d'élevage de la carpe pour un étang de 1 are et une durée d'élevage de 6 ou 8 mois

Mois	Postes	Pisciculteur 1 (6 mois d'élevage)	Pisciculteur 2 (8 mois d'élevage)
1	Entretien étang	20 000	20 000
	Alevins	20 000	20 000
	Aliment	3 000	3 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	10 000	10 000
2	Aliment	9 000	9 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
3	Aliment	15 000	15 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000

2. Production en étang dans la Région Analamanga

Mois	Postes	Pisciculteur 1 (6 mois d'élevage)	Pisciculteur 2 (8 mois d'élevage)
4	Aliment	22 000	22 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
5	Aliment	44 500	44 500
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
6	Aliment	55 000	55 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
7	Aliment		40 500
	Main d'œuvre		5 000
	Fertilisation		4 000
8	Aliment		40 500
	Main d'œuvre		5 000
	Fertilisation		4 000
TOTAL		248 500	347 500

2.6 La reproduction et la production d'alevins en happas de tilapia *Oreochromis niloticus*



2.6.1 Introduction

Une écloserie regroupe les infrastructures, le matériel et les intrants qui permettent de reproduire les géniteurs (mâles et femelles) afin d'obtenir des alevins destinés à être élevés dans des infrastructures de grossissement (étang, cage, enclos).

Les conditions climatiques de la région d'Analamanga ne sont pas les plus favorables pour la reproduction du tilapia. En effet, la température de l'eau descend en dessous de la limite thermique de la reproduction du tilapia (22 °C) pendant 4 à 5 mois par an durant l'hiver austral (mai à août). Les régions plus chaudes comme le Moyen Ouest, les régions côtières de l'Est et de l'Ouest sont plus favorables à la reproduction et la production d'alevins de tilapia. Pour l'élevage du tilapia (en étang, en enclos ou en cage) dans la région d'Analamanga, il est donc recommandé aux pisciculteurs d'acheter des alevins de qualité dans ces régions. Cette approche reste la plus intéressante techniquement et économiquement pour la production de tilapia sur les Hautes Terres, plutôt qu'une approche d'autoproduction d'alevins comme cela se fait pour la carpe (voir 2.8 sur la reproduction de la carpe).

Toutefois, quelques pisciculteurs de la région d'Analamanga produisent quand même des alevins de tilapia pour répondre à la demande du marché, et ce même si la région n'est pas la plus favorable pour ce type de production. Nous avons développé un modèle de reproduction basé sur l'utilisation d'aliment de qualité pour

nourrir les géniteurs et les alevins pour les régions d'Analamanga et d'Atsinanana. En effet, un des pisciculteurs partenaires avec qui nous travaillons a délocalisé une partie de sa production aquacole sur Brickaville (région d'Atsinanana sur la Côte Est) dont notamment la production d'alevins de tilapia. La stratégie de ce pisciculteur s'inscrit dans le schéma global de produire des alevins de tilapia de qualité dans une région favorable pour approvisionner les pisciculteurs qui font de l'élevage de tilapia sur les Hautes Terres.

Les pisciculteurs à Madagascar sont installés, pour une très grande majorité d'entre eux, dans des zones rurales sans accès à l'électricité. L'approvisionnement en eau des piscicultures dépend de petites sources, de barrage de retenue ou de dérivation, mais reste globalement assez limité. Malgré cette limitation et avec une gestion rigoureuse, un renouvellement régulier en eau est assuré. Lors de l'enquête de référence menée par COFAD en 2018 dans la région d'Analamanga, les données recueillies auprès des pisciculteurs ont conduit à une estimation de leur production moyenne à 244 alevins par femelle de tilapia par an. En théorie, une femelle de tilapia *O. niloticus* peut pondre, selon les conditions climatiques, entre 3 et 8 fois par an et produire entre 200 et 3 500 œufs par ponte en fonction de son poids. La production d'alevins par femelle enregistrée par les pisciculteurs en Analamanga est donc très faible au regard des capacités de reproduction d'une femelle de tilapia. Les

discussions avec les pisciculteurs ont mis en évidence que les faibles performances de reproduction étaient principalement liées à i) une alimentation inadaptée des géniteurs et des alevins (en qualité et en quantité), ii) une mortalité élevée en début de la phase d'élevage larvaire et iii) l'absence d'un système et d'un schéma de

reproduction adaptés au tilapia. Nous avons donc proposé aux pisciculteurs de travailler sur un système de reproduction et de production d'alevins adapté au contexte de Madagascar qui s'insère dans les pratiques piscicoles déjà en place et qui s'appuie sur l'utilisation d'intrants de qualité.

2.6.2 Les infrastructures d'élevage, les matériels et équipements

La reproduction du tilapia est spontanée et les pontes sont successives dès que la température de l'eau dépasse 22 °C. Une femelle peut produire une nouvelle cohorte toutes les 2 à 6 semaines en fonction des conditions climatiques et des conditions d'élevage. Afin de pouvoir maîtriser la reproduction spontanée et les pontes successives, nous avons proposé aux pisciculteurs le système de reproduction en happa. Ce système facilite la récolte des alevins et la manipulation des géniteurs. Pour ce faire le pisciculteur doit disposer au minimum :

- D'un étang d'une surface minimum de 200 m² (2 ares) ;
- De 2 happas de reproduction et d'élevage larvaire de 25 m² ou 50 m² (voir détails ci-dessous) ;
- De piquets (12 piquets pour un happa de 25 m² et 22 piquets pour un happa de 50 m²) en bois ou en métal pour fixer le happa dans l'étang. La hauteur des piquets dépend de la profondeur de l'étang (voir la **figure 22**).

Afin d'éviter le vol de géniteurs ou d'alevins, l'étang de reproduction et d'alevinage doit être situé à proximité de l'habitation ou gardé toute l'année.

Les happas sont fabriqués avec du filet de maille 1 mm. Cette dimension de maille empêche les œufs et les alevins de sortir du happa. Deux dimensions de happas sont recommandées :

- Surface de 25 m² : longueur 10 m / largeur : 2,5 m / hauteur : 1,25 m.
- Surface de 50 m² : longueur : 20 m / largeur : 2,5 m / hauteur : 1,25 m.

La largeur (2,5 m) et la hauteur (1,25 m) sont standards et sont adaptées pour une récolte facile des géniteurs et des alevins. Le choix des surfaces de happas (25 et 50 m²) s'appuie sur la taille des étangs chez les pisciculteurs et sur les objectifs de productions en termes d'alevins. Les happas sont lestés avec des bouteilles en plastique remplies de 1,5 litres aux $\frac{3}{4}$ de sable et à $\frac{1}{4}$ d'eau afin que le fond du happa ne remonte pas à la surface. Il faut prévoir 10 bouteilles pour un happa de 25 m² et 20 pour un happa de 50 m².

Figure 22 - Illustrations relatives aux happs de reproduction et d'alevinage du tilapia



Happs de 25 m² pour la reproduction et l'alevinage du tilapia dans un étang en terre d'Analamanga

Les happs sont recouverts d'un filet (filet en mono-filament) d'une maille de 5 cm pour empêcher, d'une part la prédation par les oiseaux et d'autre part, que les géniteurs ne sautent à l'extérieur du happa (voir la **figure 22**). Ce type de filet est disponible partout à Madagascar. Sur la côte Est, il est conseillé au pisciculteur de créer de l'ombrage sur au moins la moitié de la surface du happa pour éviter les trop fortes variations de température. Le pisciculteur peut utiliser différents matériaux pour créer cet ombrage tel qu'un tissu ombrière, des feuilles de bananier etc.

Plusieurs matériels et équipements sont nécessaires pour mener à bien une opération de reproduction et de production d'alevins de tilapia :

- Des épuisettes pour la manipulation des géniteurs et des alevins ;
- Une balance pour les pesées (aliments, géniteurs et alevins) ;
- Des contenants (seaux, cuvettes, cuillères, passoirs et assiettes) pour la manipulation et le transfert des poissons d'un étang à l'autre ;
- Un petit happa de 2 m² (maille de 1 mm – largeur : 1 m – longueur : 2 m – hauteur : 1,25 m) pour stocker et conditionner les alevins avant la commercialisation ;
- Des bacs ou sacs en plastique pour le transport et la commercialisation des alevins.

2.6.3 Le matériel biologique

A Madagascar comme dans la majorité des pays d'Afrique, il n'existe pas de structure fournissant des géniteurs de tilapia aux pisciculteurs. Les pisciculteurs doivent donc constituer, renouveler et gérer eux-

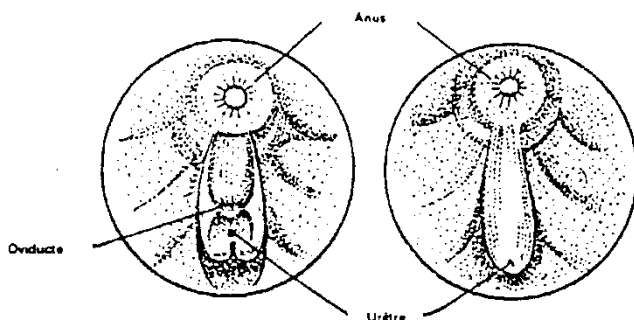
mêmes leur stock de géniteurs de tilapia. Nous avons fait le choix de travailler avec des pisciculteurs qui disposaient déjà d'un stock de géniteurs de tilapia *Oreochromis niloticus*. Les pisciculteurs disposaient

essentiellement de la souche locale, seul un des pisciculteurs disposait de géniteurs de la souche GIFT (voir 2.2 du présent manuel : Présentation du modèle biologique tilapia).

Le tilapia présente un dimorphisme sexuel de la papille génitale permettant de séparer et de distinguer facilement le mâle de la femelle (voir la **figure 23**). Le nombre de géniteurs à mettre en reproduction dépend de la surface disponible. Le nombre total

de géniteurs (mâles et femelles) ne doit jamais excéder 5 par m². Nous recommandons une densité de 2 à 4 géniteurs par m² pour optimiser la reproduction et la production d'alevins. Le rapport mâle / femelle (sex-ratio) pour la reproduction chez le tilapia doit être compris entre 1/1 (1 mâle pour une femelle) et 1/6 (1 mâle pour 6 femelles). Nous recommandons d'utiliser un sex-ratio de 1 mâle pour 2 ou 3 femelles (1/2 ou 1/3).

Figure 23 - Schéma du dimorphisme sexuel de la papille génitale mâle (à droite) et femelle (à gauche) chez le tilapia.



Le choix et la sélection des géniteurs de tilapia sont essentiels pour disposer d'alevins de qualité. Il est préférable d'utiliser des mâles et des femelles qui proviennent de lignées parentales différentes. En effet, le croisement de mâles et de femelles de la même origine parentale conduit à une consanguinité qui peut fortement affecter les performances de production (survie, croissance...) des cohortes d'alevins.

Les tilapias du genre *Oreochromis*, auquel appartient le tilapia du Nil (*O. niloticus*), sont caractérisés par une maturité sexuelle très

précoce. Ainsi les mâles et les femelles se reproduisent dès qu'ils atteignent un poids de 50 g. Toutefois, à 50 g la production d'œufs par ponte est relativement faible, généralement inférieure à 100. Il est donc conseillé au pisciculteur de mettre en reproduction des femelles d'un poids supérieur à 100 g en début de reproduction. Le poids moyen des mâles doit être légèrement supérieur au poids moyen des femelles mises en reproduction (entre 20 et 40 g de plus) : en effet, le mâle est dominant et de ce fait une femelle ne se reproduit pas avec un mâle plus petit qu'elle (voir la **figure**

24). Par ailleurs, il est déconseillé d'utiliser des géniteurs (mâles et femelles) de plus de 800 g qui deviennent difficiles à manipuler. Il est conseillé d'utiliser les géniteurs de

tilapia pendant 2 années successives de reproduction et il est déconseillé de les utiliser plus de 3 années successives.

Figure 24 - Illustration relative aux géniteurs de tilapia *Oreochromis niloticus*



Mâle (à gauche) et femelles (à droite) de tilapia *Oreochromis niloticus* avant leur mise en reproduction dans un happa.

La reproduction du tilapia dépend des environnementaux, notamment la température. Le cycle de la reproduction du tilapia à Madagascar comprend 2 périodes :

- **Période 1 – Reproduction :** elle s'étend d'octobre à avril sur les Hautes Terres et de septembre à mai dans les régions côtières. Pendant cette période les mâles et les femelles sont mélangés dans le happa de reproduction.
- **Période 2 – Entretien des géniteurs :** elle s'étend de la fin de la reproduction (avril ou mai) au début de la période de reproduction suivante (septembre

variations saisonnières des paramètres ou octobre). Pendant cette période, il est conseillé de séparer les mâles et les femelles dans des structures (étang, bassin ou happa) différentes pour éviter les interactions entre les mâles et les femelles.

Un cycle complet dure donc 1 an et comprend une période de reproduction et une période d'entretien des géniteurs. Ce cycle annuel se déroule sur deux années calendaires dans la mesure où la période de reproduction débute en septembre ou octobre et se termine l'année calendaire suivante en avril ou en mai.

2.6.4 L'alimentation des géniteurs

L'alimentation des géniteurs de tilapia doit être régulière tant en quantité qu'en qualité et pendant toute l'année. L'alimentation des géniteurs influe d'une part sur la richesse des œufs en vitellus dont dépend la vigueur des larves à l'éclosion et, d'autre part, sur

le nombre d'œufs produits par ponte. Nous recommandons de nourrir les géniteurs avec un aliment à 40 % de protéines, si possible un aliment spécialement formulé pour les géniteurs (voir le **tableau 19**).

Tableau 19 - Caractéristiques des aliments pour les géniteurs et les alevins de tilapia

Stade de l'élevage / Type d'aliment	Poids du poisson (g)	Apparence physique de l'aliment	Taux de protéines (%)	Taux de lipides (%)
Alevinage 1	0 à 2 g	Farine < 1mm	40 à 45	6 à 7
Alevinage 2	2 à 10 g	Miettes de 1 à 1,4 mm	40 à 45	6 à 7
Alevinage 3	10 à 20 g	Miettes de 1,4 à 2 mm	40 à 45	6 à 7
Géniteurs	A partir de 100 g	Granulés de 4 mm	40	8

Le taux et la fréquence du nourrissage dépendent de la période (voir le **tableau 20**). Les géniteurs sélectionnés pour la reproduction sont nourris quotidiennement dès le début de la reproduction, à raison de 1,5 % de leur biomasse par jour (période 1). Cette alimentation permettra notamment aux femelles de produire les lots successifs d'ovocytes au cours de toute la période de reproduction. Le pisciculteur peut ensuite

réduire le nourrissage des géniteurs à 1 % de la biomasse et à une fréquence de 3 à 4 fois minimum par semaine pendant l'hiver austral (période 2).

L'aliment doit être conservé dans un endroit sec et aéré, et les sacs ne doivent pas être en contact direct avec le sol pour éviter l'humidité qui pourrait altérer la qualité de l'aliment.



Mode de calcul de la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement aux géniteurs de tilapia :

Pendant la période de reproduction (période 1)

Un pisciculteur dispose de 20 mâles et de 40 femelles d'un poids moyen de 200 g.

1. Déterminer la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement par géniteur avec un taux de nourrissage de 1,5 % ;
 $\text{Quantité d'aliment (g)} = [200 (\text{poids d'un géniteur}) \times 1,5 (\text{taux de nourrissage})] / 100$;
 Quantité d'aliment (g) = 3 g. Le pisciculteur doit distribuer tous les jours 3 g d'aliment par géniteur.
2. Déterminer la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement à tous les géniteurs avec un taux de nourrissage de 1,5 % ;
 $\text{Quantité d'aliment (g)} = \text{Nombre total de géniteurs} \times \text{Quantité d'aliment par géniteur}$;

Quantité d'aliment (g) = (20 mâles + 40 femelles) x 3 g = 60 x 3 = 180 g. Le pisciculteur doit donc distribuer tous les jours 180 g aux 60 géniteurs de tilapia pendant la période 1.

Pendant la période d'entretien des géniteurs (période 2)

Un pisciculteur dispose de 20 mâles et de 40 femelles d'un poids moyen de 200 g.

1. Déterminer la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement par géniteur avec un taux de nourrissage de 1 % ;
Quantité d'aliment (g) = [200 (poids d'un géniteur) x 1 (taux de nourrissage)] / 100 ;
Quantité d'aliment (g) = 2 g. Le pisciculteur doit distribuer tous les jours 2 g d'aliment par géniteur.
2. Déterminer la quantité d'aliment à distribuer quotidiennement à tous les géniteurs avec un taux de nourrissage de 1 % ;
Quantité d'aliment (g) = Nombre total de géniteurs x Quantité d'aliment par géniteur ;
Quantité d'aliment (g) = (20 mâles + 40 femelles) x 2 g = 60 x 2 = 120 g. Le pisciculteur doit donc distribuer 120 g aux 60 géniteurs de tilapia au minimum 3 à 4 fois par semaine pendant la période 2.

Tableau 20 - Taux et fréquence de nourrissage des géniteurs de tilapia *Oreochromis niloticus* au cours des différentes périodes du cycle annuel de la reproduction à Madagascar

Période	Taux de nourrissage (pourcentage du poids des géniteurs)	Fréquence de nourrissage
Période 1 : reproduction	1,5	Tous les jours
Période 2 : entretien des géniteurs	1	Minimum 3 à 4 fois par semaine


2.6.5 Les cycles de la reproduction et de l’alevinage

2.6.5.1 Les cycles successifs de la reproduction et de l’alevinage

Dans l’Analamanga, le tilapia se reproduit entre le mois de septembre et le mois d’avril lorsque la température de l’eau est au-dessus de 22°C (voir la **figure 25**).

Figure 25 – Calendrier cultural pour la reproduction et la production d’alevins de tilapia dans la région d’Analamanga

Calendrier												
Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Saison	Été austral								Hiver austral			
Reproduction du tilapia												
Période favorable												

 Attention : Un calendrier cultural a été élaboré et mis à jour par le Ministère de la Pêche et de l’Economie Bleue avec l’appui du Projet d’Aquaculture Durable à Madagascar en 2023 (Voir Annexe 2 du Livre 4 de ce Manuel).

Avec un stock de géniteurs (mâles et femelles), le principe est d’effectuer des cycles de reproduction successivement dans les deux happas (voir la **figure 26**). La durée d’un cycle de reproduction dépend de la région et de la température de l’eau ; sur les Hauts Plateaux, le cycle de reproduction dure 6 semaines ; dans les régions côtières, il dure 2 semaines pendant la période la plus chaude (septembre à mars) et 3 semaines en fin de la période de reproduction (avril/mai) quand la température de l’eau commence à diminuer. Au début de la reproduction ($t = 0$), les géniteurs sont mis dans le happa A pour le cycle 1 (voir la **figure 26**). Le cycle 1 prendra fin après 6 semaines si le pisciculteur est sur les Hauts Plateaux, après 2 semaines s’il est sur la côte. A la fin du cycle 1, les géniteurs sont transférés dans le happa B. Les alevins issus du cycle 1 de reproduction restent dans le happa A. Le pisciculteur a toute la durée du cycle 2 de reproduction pour faire grossir et vendre les alevins issus du cycle 1 et libérer

le happa A qui sera nettoyé (voir détails ci-dessous) afin d’être prêt pour recevoir de nouveau les géniteurs. En effet à la fin du cycle 2, les géniteurs du happa B sont à nouveau transférés dans le happa A pour un nouveau cycle de reproduction (cycle 3). Comme précédemment, les alevins dans le happa B, issus du cycle 2 de reproduction, seront maintenus en élevage dans le happa B. Le happa devra être ensuite libéré pour effectuer le cycle 4 de reproduction. Ces étapes successives seront répétées pour les cycles suivants (5, 6 etc.) jusqu’à la fin de la période de reproduction du tilapia. Sur les Hauts Plateaux un pisciculteur pourra faire de 3 à 5 cycles de reproduction/alevinage. Dans les régions côtières, un pisciculteur pourra faire de 5 à 7 cycles. En fin de période de reproduction (avril ou mai selon les régions de Madagascar), lorsque la température descend en dessous de 22 °C, les femelles arrêtent de pondre, il s’en suivra une absence d’alevins lors du dernier

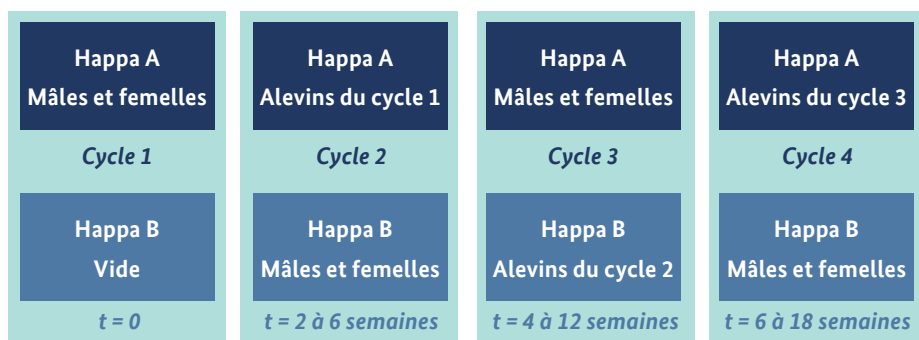
cycle. A ce moment, le pisciculteur arrête la reproduction et sépare les mâles et les femelles (Période 2 : Entretien des géniteurs) en attendant la fin de l'hiver et le début d'une nouvelle période de reproduction.

Le nettoyage des happas entre chaque cycle consiste en un simple brossage afin

d'enlever les algues qui se sont développées sur le filet. Avant le début du premier cycle de reproduction, il est conseillé de retirer les happas de l'eau, de les nettoyer et de les laisser sécher à l'ombre pendant quelques jours avant de les réinstaller et de stocker les géniteurs pour le premier cycle de reproduction (voir la **figure 26**).

Figure 26 - Schéma des 4 premiers cycles successifs de reproduction et d'élevage des alevins de tilapia avec le système en happa. Les cycles suivants (5, 6, etc.) se poursuivent sur le même principe jusqu'à la fin de la période de reproduction.

Nombre de cycles par an : 3 à 5 sur les Hauts Plateaux / 5 à 7 dans les régions côtières



2.6.5.2 La reproduction et l'éclosion

Le happa de reproduction repose au fond de l'étang. Le mâle va y installer un nid en nettoyant une petite surface (environ 40 cm de diamètre) sur le fond du happa. Dans le milieu naturel, le mâle construit un nid en forme de cratère avec le substrat (sable ou gravier). Dans un happa ou un bassin, le simple fait de nettoyer une petite surface sur le fond suffit pour la reproduction. Lorsque la femelle est mûre, elle effectue une parade nuptiale avec le mâle. Elle dépose ensuite ses œufs dans le nid où ils seront fécondés par le mâle.

La femelle reprend ensuite ses œufs fécondés dans sa bouche pour les incuber pendant une période qui dépendra de la température de l'eau. L'incubation dure environ 10 jours à 27 °C et 15 jours à 24 °C. A l'éclosion, les alevins restent dans la bouche de la femelle et vont se développer en utilisant leur réserve vitelline. A la fin de la période d'incubation, les alevins sont capables de nager et donc autonomes, ils quittent alors la bouche de la femelle et viennent en surface, généralement sur les bords du happa, pour s'alimenter.

2.6.5.3 Le nourrissage des alevins

Le nourrissage des alevins débute dès que le pisciculteur les observe sur le bord du happa en surface. Ils sont nourris avec un aliment adapté (minimum 40 % de protéines), tout d'abord sous forme de farine puis sous forme de miettes (voir le **tableau 19**). Cet aliment semi-flottant permet aux alevins de s'alimenter en surface lors de la distribution. Les alevins sont nourris, à satiété, au moins 3 fois par jour.

La quantité d'aliment dépend de la réponse des alevins. Pour l'évaluer, le pisciculteur verse une première cuillère d'aliment, les alevins viennent en surface et observe sa consommation par les alevins. Il rajoute des cuillères d'aliment, une par une, tant que les alevins viennent manger. S'il ne voit plus les alevins venir en surface et manger, il arrête le nourrissage. Il peut arriver que les alevins ne viennent pas manger lorsque le pisciculteur donne la première cuillère d'aliment. Dans ce cas, le pisciculteur arrête alors l'alimentation. Il ne

faut jamais continuer à nourrir des poissons qui ne réagissent pas et ne consomment pas l'aliment au risque de détériorer la qualité de l'eau et de gaspiller de l'aliment. Il est conseillé de nourrir à différents endroits du happa afin que tous les poissons puissent se nourrir correctement, réduisant ainsi la variabilité de poids des poissons à la récolte.

Pendant une partie du cycle, les géniteurs et les alevins sont dans le même happa (voir la **figure 26**). Pour éviter que les géniteurs ne consomment l'aliment destiné aux alevins, le pisciculteur distribuera d'abord l'aliment pour les géniteurs (sous forme de granulés), puis une fois que les géniteurs ont mangé, il distribuera l'aliment pour les alevins (sous forme de farine).

Les alevins sont nourris jusqu'à la récolte finale du happa. Les alevins atteignent en fin de cycle un poids moyen compris entre 0,5 et 1 g en fonction des conditions d'élevage.

2.6.5.4 La récolte des alevins et le stockage avant la vente

Pour la récolte, les alevins sont concentrés à une extrémité du happa de reproduction et d'alevinage en soulevant la partie opposée (voir la **figure 27**). Une fois concentrés, les alevins sont collectés au moyen d'une épuisette et pesés. La procédure de pesage des alevins est la même que celle décrite

pour la détermination du poids moyen (voir 2.4 du présent manuel). Le nombre total d'alevins produits est déterminé par calcul en utilisant le poids moyen des alevins et la biomasse totale récoltée (voir les détails ci-dessous).

Figure 27 - Illustrations relatives à la récolte des alevins puis le stockage et le conditionnement avant la commercialisation.



Concentration des alevins à une extrémité du happa



Récolte des alevins de tilapia au moyen d'une épuisette



Stockage des alevins de tilapia dans un petit happa pour le conditionnement avant la commercialisation

Suite à la récolte dans le happa de reproduction et d'alevinage, les alevins seront stockés dans un petit happa de 2 m² (voir la **figure 27**). Ils seront conditionnés dans ce happa pendant une semaine avant d'être vendus. Pendant cette période

de conditionnement, ils ne sont nourris que deux fois par jour et mis à jeun (pas d'alimentation) le jour avant la vente. La petite taille du happa facilitera leur capture pour la vente.



Comment déterminer le nombre d'alevins produits dans le happa de reproduction à la fin du cycle d'alevinage

Déterminer le poids moyen des alevins en prenant un échantillon d'au moins 100 individus (voir les détails techniques sur la détermination du poids moyen dans la partie 3 du présent manuel)

1. Après avoir concentré les alevins à une extrémité du happa, prélever environ 100 alevins ;
2. Peser les alevins (biomasse des alevins) ;
3. Compter les alevins ;
4. Calculer le poids moyen (en g) = Biomasse (en g) des alevins pesés / Nombre d'alevins comptés

Exemple : Un pisciculteur prélève un échantillon d'alevins et le pèse. La biomasse totale est de 150 g. Il compte ensuite le nombre d'alevins qui est de 174. Il calcule ensuite le poids moyen des alevins en divisant la biomasse par le nombre d'alevins :

$$\text{Poids moyen} = 150 / 174 = 0,86 \text{ g}$$

Le poids moyen des alevins est de 0,86 g.

L'étape suivante consiste à peser la totalité des alevins dans le happa. Pour déterminer le nombre d'alevins, il convient de diviser la biomasse totale d'alevins par le poids moyen d'un alevin.

Exemple : Un pisciculteur récolte les alevins dans son happa et il les pèse. La biomasse totale des alevins est de 2 589 g. Pour déterminer le nombre d'alevins il convient de diviser cette biomasse de 2 589 g par le poids moyen d'un alevin (0,86 g).

Nombre d'alevins = $2\,589 / 0,86 = 3\,010$

Le pisciculteur a donc produit 3 010 alevins dans son happa de reproduction.

2.6.6 Enregistrement des données d'élevage

Il est nécessaire d'enregistrer toutes les données d'élevage afin de pouvoir, en fin de cycle, établir un bilan complet de la production et évaluer la rentabilité économique. Les 11 paramètres suivants sont à enregistrer :

1. L'origine des géniteurs ;
2. La date de mise en charge des géniteurs pour le premier cycle de reproduction ;
3. Le nombre et le poids moyen des mâles et des femelles à la mise en charge pour le premier cycle de reproduction ;
4. La quantité d'aliment distribué tous les jours aux géniteurs et aux alevins ;
5. Le prix d'achat de l'aliment ;
6. La date du début et de la fin de chaque cycle de reproduction (changement des géniteurs de happa) ;
7. A chaque récolte d'alevins, le nombre total d'alevins récoltés et le poids total des alevins ;
8. Le nombre d'alevins vendus et le prix unitaire de vente ;
9. La date d'arrêt de la reproduction et de la séparation des géniteurs en fin de période de reproduction ;
10. Le nombre et le poids total des mâles et des femelles à la fin du dernier cycle ;
11. La date et le nombre de poissons (géniteurs et alevins) morts collectés s'il y a lieu.

Toutes les informations détaillées pour l'enregistrement des données sont indiquées dans 2.4 « Comment suivre et calculer les performances d'élevage ».

2.6.7 Les performances de reproduction et de production d'alevins de tilapia dans les régions d'Analamanga et d'Atsinanana

Les **tableaux 21 et 22** présentent une synthèse des résultats obtenus lors des tests réalisés chez des pisciculteurs de la région d'Analamanga et de la région d'Atsinanana entre 2018 et 2021. Plusieurs paramètres ont varié d'un essai à l'autre :

1. La souche de tilapia ;
2. La surface et le nombre des happas de reproduction et d'alevinage ;
3. La densité de géniteurs par m² ;
4. Le sex-ratio mâle / femelle ;
5. Le poids moyen initial des géniteurs ;
6. Le nombre de cycles de reproduction par an ;
7. La région.

Plusieurs sets de 2 happas ont pu être installés chez certains pisciculteurs ce qui a permis de dupliquer ou tripler les tests au cours d'une même année.

Le nombre d'alevins de tilapia produits par femelle et par cycle est l'indicateur de performance que nous avons utilisé pour évaluer la productivité du système en fonction des différentes variables.

Dans la région d'Analamanga (voir le **tableau 21**), les pisciculteurs partenaires ont produit entre 53 et 139 alevins par

femelle de la souche locale et par cycle de reproduction. Le nombre de cycles de reproduction varie entre 3 et 5 en fonction des pisciculteurs. L'augmentation à plus de 3 géniteurs par m² par le pisciculteur 1 au cours de la période 2020/2021 a montré une diminution de la production d'alevins par femelle et par cycle (53 alevins par femelle et par cycle avec 3,4 géniteurs/m² contre 92 alevins par femelle et par cycle avec 1 géniteur/m²).

Les femelles de la souche GIFT étaient moins productives que les femelles de la souche locale, avec seulement 30 alevins par cycle et par femelle au cours d'une année avec 5 cycles de reproduction. Les géniteurs de la souche GIFT ont en revanche montré une croissance plus élevée que les géniteurs de la souche locale avec un poids moyen en fin de dernier cycle de 600 g et 400 g respectivement (voir le **tableau 21**). La souche GIFT est une souche améliorée par sélection dont l'objectif est de produire des alevins plus performants en termes de croissance. Nos résultats semblent confirmer la meilleure performance de croissance des poissons de la souche GIFT. En revanche la fécondité des femelles de cette souche est plus faible que celle des femelles de la souche locale.

Tableau 21 - Performances de reproduction et de production d'alevins de tilapia chez les pisciculteurs partenaires dans la région d'Analamanga

Surface du happa de reproduction : 25 m²

Pisciculteur	Pisciculteur 1			Pisciculteur 2			
Année	2018/ 2019	2019/ 2020	2020/ 2021	2019/ 2020	2020/ 2021		
Période de test	Nov. 18/ Avril 19	Oct. 19/ Avril 20	Oct. 20/ Avril 21	Oct. 19/ Avril 20	Oct. 20/ Avril 21		
Souche de tilapia	Locale			Locale	GIFT	Locale	
Nombre de femelles	17	23	53	34	35	35	35
Nombre de mâles	8	12	31	16	16	15	15
Sex-ratio mâle / femelle	1 / 2,1	1 / 1,9	1 / 1,7	1 / 2,1	1 / 2,2	1 / 2,3	1 / 2,3
Nombre de géniteurs par m ²	1	1,4	3,4	2	2	2	2
Poids moyen initial des géniteurs (g)	97,3	135,1	83,3	119,5	204,7	108	110
Poids moyen final des géniteurs (g)	443,8	428,6	220,2	377,1	615,3	437,5	440,0
Nombre de cycle de reproduction par an	3	3	3	5	5	5	5
Nombre total d'alevins récoltés	4699	4963	8500	16 642	5 173	24 300	21 950
Nombre d'alevins par femelle et par cycle	92	72	53	98	30	139	125

Dans la région d'Atsinanana (voir le **tableau 22**), le pisciculteur a produit entre 66 et 125 alevins par cycle et par femelle avec une souche locale et une densité de 4 géniteurs par m². Il a effectué 7 cycles de reproduction au cours de l'année 2020/2021. Le poids moyen des femelles

en début de période de reproduction de l'année 2020/2021 était inférieur à 100 g, ce qui peut expliquer la plus faible production d'alevins par femelle et par cycle comparativement aux données collectées lors de l'année précédente (2019/2020).

Tableau 22 - Performances de reproduction et de production d'alevins de tilapia chez le pisciculteur partenaire dans la région d'Atsinanana

Surface du happa de reproduction : 25 m² ou 50 m²

Année	2019/2020	2020/2021	2020/2021	2020/2021
Période de test	Mars à Avr. 20	Oct. 20/Fév. 21	Oct. 20/Fév.21	Oct. 20/Fév 21
Surface happa de reproduction (m ²)	50	50	50	25
Souche de tilapia	Locale	Locale	Locale	Locale
Nombre de femelles	180	150	150	75
Nombre de mâles	60	50	50	25
Sex-ratio mâle / femelle	1 / 3	1 / 3	1 / 3	1 / 3
Nombre de géniteurs par m ²	4,8	4	4	4
Poids moyen initial des géniteurs (g)	150,0	70,8	66,0	72,0
Poids moyen final des géniteurs (g)	225,0	246,2	272,2	259,1
Nombre de cycle de reproduction par an	1	7	7	7
Nombre total d'alevins récoltés	22 500	75 500	69 500	44 700
Nombre d'alevins par femelle et par cycle	125	72	66	85

2.6.8 Résumé des recommandations de la COFAD

Les conditions environnementales sont très différentes entre la région d’Analamanga et celle d’Atsinanana. Les tests explicités au paragraphe 6 nous ont permis d’établir un schéma de reproduction et de production d’alevins de tilapia en utilisant des happas de reproduction et d’alevinage. L’application des recommandations de la COFAD concernant l’utilisation d’un aliment manufacturé de qualité pour le nourrissage des alevins et des géniteurs permet d’obtenir les résultats suivants en termes de performances de reproduction et de production d’alevins :

- Dans la région d’Analamanga, la mise en charge de 2 géniteurs par m² avec un sex-ratio de 1 mâle pour 2 femelles conduit à une production moyenne de 100 alevins par femelle et par cycle. Le

nombre de cycles de reproduction par an varie de 3 à 5. Une femelle produit donc par an de 300 à 500 alevins de 0,5 à 1 g (voir le **tableau 23**).

- Dans la région d’Atsinanana, la mise en charge de 4 géniteurs par m² avec un sex-ratio de 1 mâle pour 3 femelles conduit à une production moyenne de 100 alevins par femelle et par cycle. Le nombre de cycles de reproduction par an varie de 5 à 7. Une femelle produira donc par an de 500 à 700 alevins de 0,5 à 1 g (voir le **tableau 23**).

La production d’alevins de tilapia d’un pisciculteur dépendra du nombre de femelles dont ils disposent et du nombre de cycle de reproduction qu’il effectue par an (voir le **tableau 23**).

Tableau 23 - Performances standards de reproduction et de production d’alevins de tilapia en happa (25 m²) dans la région d’Analamanga et dans la région d’Atsinanana, en suivant les recommandations de la COFAD

Région	Analamanga			Atsinanana		
Nombre de géniteurs par m ²	2			4		
Nombre total de géniteurs	50			100		
Sex-ratio mâle / femelle	1/2			1/3		
Nombre de femelles	33			75		
Nombre d’alevins produits par femelle et par cycle	100			100		
Nombre de cycles par an	3	4	5	5	6	7

Région	Analamanga			Atsinanana		
Nombre total d'alevins produits	9 900	13 200	16 500	37 500	45 000	52 500
Quantité totale d'aliment (kg) pour géniteurs par an	50 (à raison de 1 kg / an / géniteur)			110 (à raison de 1,1 kg / an / géniteur)		
Quantité totale (kg) d'aliment pour alevins par an (1,5 g d'aliment par alevin)	15	20	25	57	68	79

2.6.9 Modèle économique standard : les performances économiques obtenues en suivant les recommandations de la COFAD

Le modèle économique repose sur les caractéristiques techniques définies au paragraphe 7 (happas, densité des géniteurs et sex-ratio etc.). Les performances économiques sont indiquées dans le **tableau 24**.

Note explicative sur les différents postes de dépenses :

- **Nourrissage / Main d'œuvre / Gardiennage / Entretien** d'un étang de 200 m² et des 2 happas de reproduction/alevinage : Coût fixe de 150 000 Ariary par an pour l'entretien et 50 000 Ariary par mois pour les opérations de production, soit au total, 750 000 Ariary par an.
- **Cession des alevins** : coût de 10 Ariary par alevin pour les sacs en plastique et les frais de transport
- **Aliment géniteur** : Coût fixe par géniteur basé sur un poids moyen de 250 g en moyenne sur toute l'année.

- Nourrissage pendant la période de reproduction : 1,5 % de la biomasse par jour par géniteur soit 3,8 g par jour pendant 7 mois (210 jours) en Analamanga et pendant 9 mois (270 jours) en Atsinanana ;
- Nourrissage pendant la période d'entretien des géniteurs : 1 % de la biomasse par jour par géniteur soit 2,5 g par jour, 4 fois par semaine, soit 10 g par semaine et par géniteur pendant 20 semaines (5 mois) en Analamanga et pendant 12 semaines (3 mois) en Atsinanana.
- Au total un géniteur de 250 g consommera 1 kg par an (3,8 g par jour x 210 jours + 10 g par semaine x 20 semaines) en Analamanga et 1,1 kg par an (3,5g par jour x 270 jours + 10 g par semaine x 12 semaines) en Atsinanana. Coût de l'aliment géniteur : 6 000 Ariary/kg.

- **Aliment alevin** : Coût variable dépendant du nombre d'alevins à grossir jusqu'à 1 g. Le mode de calcul est basé sur un taux de conversion de 1,5 pour passer de 0 à 1 g, soit 1,5 g d'aliment larvaire par alevin. Coût de l'aliment larvaire : 6 000 Ariary/kg
- **Happas** : Le coût d'un happa inclut le coût du filet qui est importé, le coût des cordes de support et le coût du montage du happa par une couturière. Le coût d'un happa complet d'une surface de 25 m² est de 379 200 Ariary. Il faut 2 happas de reproduction/alevinage soit 758 200 Ariary. Les happas sont amortissables sur 3 ans, soit un amortissement annuel de 252 800 Ariary pour 2 happas.
- **Petit matériel (seaux, assiette, épuisette, carnet, crayons etc.)** : 60 000 Ariary au total, amortissable sur 3 ans, soit 20 000 Ariary par an. Coût fixe quel que soit le niveau de production.
- **Prix de vente** standard de 300 Ariary par alevin.

Un pisciculteur peut augmenter sa production d'alevins en installant plusieurs sets de 2 happas. Il lui suffira alors de multiplier les dépenses, les recettes et les gains (bénéfice obtenu) en fonction du nombre de sets de 2 happas qu'il mettra en production.

L'application du protocole décrit dans le présent document conduit à une

rentabilité économique dans tous les cas de figure, même sur les Hautes Terres avec seulement 3 cycles de reproduction par an (voir le **tableau 24**). En effet, dans la région d'Analamanga, le gain est alors de l'ordre de 1,5 million d'Ariary par an pour un pisciculteur disposant de 2 happas de 25 m². Dans la région d'Atsinanana, cette rentabilité sera supérieure, de l'ordre de 2,5 millions d'Ariary par an.

Pour développer une activité de production d'alevins de tilapia, le pisciculteur doit s'assurer qu'il dispose des fonds nécessaires pour l'investissement initial (820 000 Ariary dont 760 000 Ariary pour l'achat des 2 happas et 60 000 pour l'achat du petit matériel) et de la trésorerie pour acheter l'aliment (minimum 400 000 Ariary) pour les géniteurs et les alevins (voir le **tableau 24**). Le pisciculteur doit aussi disposer de géniteurs de tilapia. Le tilapia se reproduisant plusieurs fois par période de reproduction, il y a toute la certitude qu'un pisciculteur produise des alevins au cours d'une année, sauf en cas de perte de ses géniteurs.

Des paramètres économiques comme le coût des aliments, le prix de vente des alevins, la main d'œuvre (familiale ou employée) sont susceptibles de varier d'une région à une autre, voire d'une ferme à une autre. Les données présentées dans le **tableau 24** permettent très facilement au pisciculteur de faire un calcul économique rapide afin de s'assurer que son élevage sera profitable dans son environnement socio-économique et géographique. Il lui suffit de :

1. S'assurer qu'il dispose des 2 happas nécessaires à la reproduction et à l'alevinage ;
2. Calculer les dépenses : ajuster les prix unitaires et les quantités nécessaires en fonction de la réalité de son exploitation puis multiplier le coût des 3 postes de dépenses en fonction de la région et du nombre de cycles de reproduction qu'il prévoit de faire ;
3. Calculer les recettes : multiplier les recettes espérées pour un cycle par le nombre de cycles de reproduction que le pisciculteur prévoit de faire ;
4. Calculer le gain (bénéfice) en déduisant les dépenses des recettes.

Cette approche technique et économique de production d'alevins de tilapia peut contribuer à augmenter significativement la production d'alevins de tilapia et donc soutenir la production de cette espèce très recherchée par les consommateurs dans toutes les régions du pays. Cette approche est adaptée à toutes les régions de Madagascar.

Tableau 24 - Rentabilité économique d'une production annuelle d'alevins de tilapia dans la région d'Analamanga et d'Atsinanana en fonction du nombre de cycles de reproduction par an et avec utilisation d'aliments de qualité. Le pisciculteur dispose de 2 happas de 25 m² pour la reproduction et l'alevinage.

En Ariary par an

Région	Analamanga			Atsinanana		
Nombre de cycles de reproduction	3	4	5	5	6	7
Main d'œuvre						
-Entretien/ Nourrissage/	750 000	750 000	750 000	750 000	750 000	750 000
Main d'œuvre/ gardiennage						
-Cession / transport des alevins	99 000	132 000	165 000	375 000	450 000	525 000
Intrants biologiques						
-Aliment pour les géniteurs	300 000	300 000	300 000	660 000	660 000	660 000
-Aliment pour les alevins	90 000	120 000	150 000	342 000	408 000	474 000

Région	Analamanga			Atsinanana		
Intrants (amortissement annuel)						
-Happas	252 800	252 800	252 800	252 800	252 800	252 800
-Autres petits équipements (bassine, épuisettes...)	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
TOTAL DES DEPENSES	1 511 800	1 574 800	1 637 800	2 399 800	2 540 800	2 681 800
Recettes des ventes d'alevins						
- Nombre d'alevins vendus	9 900	13 200	16 500	37 500	45 000	52 500
- Prix unitaire moyen	300	300	300	300	300	300
TOTAL DES RECETTES	2 970 000	3 960 000	4 950 000	11 250 000	13 500 000	15 750 000
BÉNÉFICE NET	1 458 200	2 385 200	3 312 200	8 850 200	10 959 200	13 068 200

2.7 L'élevage du tilapia en étang



2.7.1 Introduction

Les recommandations techniques ont pour objectif d'améliorer la productivité de l'élevage du tilapia en étang dans les conditions environnementales des Hautes Terres de Madagascar. Du fait de l'hiver austral, la période favorable à l'élevage du tilapia y est limitée à 8 mois (septembre à avril). Le pisciculteur doit profiter de cette période pour optimiser sa production. Nous recommandons d'associer la fertilisation de

l'étang à une alimentation exogène de qualité sous forme de granulés manufacturés répondant aux exigences nutritionnelles du tilapia. Cette alimentation, combinée à la préparation et la fertilisation de l'étang qui sont également d'importants facteurs de succès, améliorera la croissance des poissons et permettra donc d'augmenter la production totale de l'étang.

2.7.2 Préparation et fertilisation de l'étang d'élevage

Toutes les étapes de la préparation et de la fertilisation de l'étang sont décrites dans 2.3 « La préparation et la fertilisation des étangs ».

2.7.3 Densité de mise en charge

Les alevins de tilapia sont mis en charge à raison de 1 à 2 alevins par m², soit 100 à 200 alevins par are. Il est conseillé de mettre en charge des alevins de tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*) de 1 à 5 g (soit environ 2 à 6 cm de longueur) et si possible des alevins monosexes mâles. Les alevins doivent être mis en charge le plus tôt possible dans la saison, au plus tard au mois

de novembre afin de pouvoir bénéficier d'une période de croissance d'au moins 6 mois jusqu'à fin avril (qui correspond au début de l'hiver austral sur les Hautes Terres). En effet dans l'Analamanga, la période favorable au grossissement du tilapia s'étend de septembre à avril (voir la **figure 28**).



Comment déterminer le nombre d'alevins à mettre en élevage dans un étang ?

Calculer la surface de l'étang :

Un pisciculteur dispose d'un étang d'élevage de 15 m x 20 m. Il convient de calculer la surface de l'étang en m² ou en are (1 are = 100 m²) :

Surface de l'étang en m² : (15 m x 20 m) = 300 m²

Surface de l'étang en ares = (15 m x 20 m) / 100 = 3 ares

Déterminer le nombre d'alevins à mettre en élevage dans l'étang :

Le pisciculteur doit stocker au maximum 200 alevins de 1 à 5 g par are (soit 2 alevins par m²) dans un étang d'élevage. Sur un étang de 3 ares, il peut donc stocker :

Nombre maximum d'alevins à mettre en élevage =

Surface (en ares) x densité d'élevage (alevins/are) = 3 x 200 = 600 alevins

Conclusion : le pisciculteur pourra stocker au maximum 600 alevins de tilapia dans son étang de 3 ares.

Figure 28 – Calendrier cultural pour la production de tilapia dans la région d'Analamanga

Calendrier												
Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Saison	Été austral								Hiver austral			
Grossissement du tilapia												
Période favorable												

⚠ Attention : Un calendrier cultural a été élaboré et mis à jour par le Ministère de la Pêche et de l'Economie Bleue avec l'appui du Projet d'Aquaculture Durable à Madagascar en 2023 (Voir Annexe 2 du Livre 4 de ce Manuel).

2.7.4 L'aliment et le nourrissage

2.7.4.1 L'aliment

Afin d'obtenir une bonne croissance, l'aliment doit subvenir aux exigences nutritionnelles du tilapia. La forme physique de l'aliment et la teneur en protéines varient en fonction

du poids du poisson. Les principales caractéristiques des différents aliments à utiliser au cours des trois phases de l'élevage du tilapia sont indiquées dans le **tableau 25**.

Tableau 25 - Caractéristiques des aliments manufacturés pour l'élevage du tilapia en étang

Stade de l'élevage / Type d'aliment	Poids du poisson (g)	Apparence physique de l'aliment	Taux de protéines (%)	Taux de lipides (%)
Alevinage	1 à 20 g	Miettes de 1 à 2 mm	40 à 45	6 à 7
Pré-grossissement	20 à 100 g	Granulés de 2 mm	30 à 35	6 à 7
Grossissement	A partir de 100 g	Granulés de 4 mm	25 à 30	5 à 6

La taille des miettes et des granulés ainsi que la teneur en protéines et lipides des aliments varient d'un fournisseur d'aliment

à l'autre. Le processus de fabrication des aliments a un effet sur la tenue des granulés dans l'eau : si les aliments sont

aits « pressés », ils vont directement couler dans l'eau ; s'ils sont dits « extrudés », ils vont flotter quelques heures s'ils sont sous forme de granulés, ou couler lentement s'ils sont sous forme de miettes. Aussi, dans la mesure du possible, est-il conseillé d'utiliser des aliments extrudés qui donnent de meilleures performances de croissance du fait d'une meilleure digestibilité. De

plus, la distribution de l'aliment est facilitée avec des aliments flottants dans la mesure où le pisciculteur voit l'aliment en surface et peut facilement observer la réaction des poissons.

Le pisciculteur peut aussi fabriquer artisanalement son aliment à partir de matières premières disponibles localement.

Tableau 26 - Exemple de formulation d'un aliment à base de matières premières locales

Matière première	Quantité (kg)	Quantité (%)
Semoule de maïs	7	14
Farine de manioc	13	26
Son de riz fin	12	24
Tourteau d'arachide broyé	4	8
Soja cuit réduit en farine	8	16
Farine de thon	2	4
Farine de sang	2	4
Farine d'os	1	2
Coquillage broyé	1	2
TOTAL	50 kg	100%

Nous avons testé un aliment fabriqué par un pisciculteur. La formulation pour 50 kg de cet aliment artisanal est indiquée dans le **tableau 26**. Le taux de protéines dans cet

aliment a été évalué à 18 %, bien inférieur à un aliment manufacturé qui contient 25 à 32 % de protéines.

2.7.4.2 Taux de nourrissage et quantité d'aliment

La quantité d'aliment à distribuer par jour dépend de deux principaux paramètres : le poids des poissons et la température de l'eau. En effet plus la température de l'eau est élevée, plus le poisson est actif

donc plus sa consommation d'aliment augmente. Le **tableau 27** donne le taux de nourrissage quotidien (en % du poids moyen des poissons) en fonction de ces deux paramètres.

Tableau 27 - Taux de nourrissage quotidien (en pourcentage du poids moyen des poissons) avec un aliment extrudé (à 30-32% de protéines) en fonction du poids moyen du tilapia et de la température de l'eau

Température (°C)	20	22	24	26	28
Poids moyen des poissons en g	Taux de nourrissage en %				
1	2,6	4,1	6,3	9,3	13,3
5	1,5	2,7	3,9	5,5	7,6
20	1,3	1,9	2,6	3,5	4,7
50	1,1	1,5	2,0	2,6	3,5
100	0,9	1,2	1,6	2,1	2,7
200	0,8	1,0	1,3	1,7	2,1
300	0,7	0,9	1,2	1,1	1,9
400	0,6	0,8	1,1	1,3	1,7



Comment calculer la quantité d'aliment à distribuer par jour à partir d'une table de rationnement:

Exemple : Calculer la quantité d'aliment à distribuer par jour par poisson de 200 g élevé à 24°C

1. Lire le taux de nourrissage dans le *tableau 27* : 1,3 %
2. Calculer la quantité d'aliment en utilisant le poids moyen et le taux de nourrissage :

$$\text{Quantité d'aliment (g)} = [200 (\text{poids du poisson}) \times 1,3 (\text{taux de nourrissage})] / 100$$

$$\text{Quantité d'aliment (g)} = 2,6 \text{ g}$$
3. La ration journalière par poisson est donc de 2,6 g. Cette valeur est à multiplier par le nombre de poissons dans l'étang. S'il y a 100 poissons dans l'étang il faudra donc donner 260 g d'aliment par jour ($2,6 \times 100 = 260 \text{ g}$)

Une table de rationnement permet de déterminer la quantité d'aliment à distribuer par jour. Toutefois, la prise d'aliment par les poissons est influencée par de nombreux paramètres autres que la température comme le taux d'oxygène dissous, le niveau de fertilisation de l'eau, le vent... Pour synthétiser l'effet de tous ces facteurs, il est conseillé de nourrir « à

la demande », c'est-à-dire en fonction de la réponse des poissons à la distribution d'aliment. Ce mode de nourrissage est grandement facilité si l'aliment est extrudé, donc flottant. Il est aussi conseillé de nourrir à différents points de l'étang afin que tous les poissons puissent se nourrir correctement, réduisant ainsi la variabilité de poids des poissons à la récolte.



Comment nourrir à la demande ? Plusieurs situations peuvent se produire :

- **Pas de réponse des poissons** : arrêter l'alimentation. En effet, il faut ne jamais continuer à nourrir des poissons qui ne réagissent pas et ne consomment pas l'aliment.

Exemple : Le matin à 7h00, quelques granulés flottants sont distribués mais les granulés restent en surface ou le pisciculteur n'observe aucune réaction (pas de mouvement de l'eau) des poissons avec un aliment pressé coulant. Dans ce cas, il arrête le nourrissage et essaie de nouveau 1 à 2 heures plus tard.

- **Quand l'aliment est consommé en moins de 15 minutes**, rajouter immédiatement 10 % de la ration. Répéter cette opération si l'aliment est à nouveau consommé en moins de 15 minutes.

Exemple : Un pisciculteur donne 5 kg d'aliment flottant, après 5 minutes il n'y a plus de granulés flottants à la surface de l'eau. Il ajoute donc 10 % de 5 kg soit 0,5 kg. Cette opération sera répétée si nécessaire.

- **Quand l'aliment n'est pas consommé en moins de 15 minutes**, réduire de 10 % la quantité d'aliment lors du nourrissage suivant.

Exemple : Un pisciculteur donne 5 kg d'aliment et une partie de l'aliment n'est pas consommé après 20 minutes. Lors du nourrissage suivant il donnera 4,5 kg (5 kg – 10 % soit 0,5 kg)

- **Dans tous les cas, le pisciculteur doit suspendre le nourrissage lorsque les poissons ne réagissent pas lors de la distribution de l'aliment, au risque de détériorer la qualité de l'eau et de gaspiller de l'aliment**

2.7.4.3 Fréquence de nourrissage

La fréquence de nourrissage joue aussi un rôle primordial dans la réussite de l'élevage. Le tilapia en étang doit être nourri plusieurs fois par jour :

- Pour des poissons de moins de 20 g, il est conseillé de nourrir 4 fois par jour (par exemple toutes les 2 heures, à 9h, 11h, 13h et 15h) et pas moins de 3 fois par jour (matin, midi et après-midi).

- Pour des poissons de plus de 20 g, il est conseillé de nourrir 3 fois par jour (matin, midi et après-midi) et pas moins de 2 fois par jour (matin et après-midi).

La quantité d'aliment à distribuer par repas dépendra de la réaction des poissons (voir ci-dessus). La quantité d'aliment consommé

peut varier d'un repas à l'autre, avec par exemple une consommation plus élevée à midi que l'après-midi.

L'aliment doit être conservé dans un endroit sec et aéré, et les sacs ne doivent pas être en contact direct avec le sol pour éviter l'humidité qui pourrait altérer la qualité de l'aliment.

2.7.5 Enregistrement des données d'élevage

Il est nécessaire d'enregistrer toutes les données d'élevage afin de pouvoir, en fin de cycle, établir un bilan complet de la production et évaluer la rentabilité économique. Les 11 paramètres suivants sont à enregistrer :

1. La date de mise en charge ;
2. L'origine des alevins ;
3. Le nombre et le poids moyen des alevins à la mise en charge ;
4. La quantité d'aliment distribué tous les jours ;
5. Le prix d'achat de l'aliment ;
6. La quantité de fertilisants organiques et chimiques déversés dans l'étang et la date de fertilisation ;
7. Le prix d'achat des fertilisants organiques et chimiques ;
8. A chaque pêche : le nombre total de poissons pêchés et le poids total des poissons pêchés y compris les poissons

autoconsommés par le pisciculteur et sa famille ;

9. Le prix de vente des poissons ;
10. La date finale de récolte et de mise à sec de l'étang ;
11. La date et le nombre de poissons morts collectés s'il y a lieu.

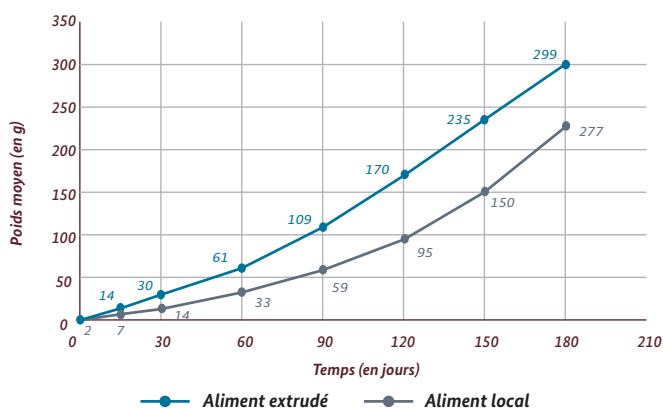
La méthode pour l'enregistrement des données est indiquée dans 2.4 « Comment suivre et calculer les performances d'élevage ».

Si le pisciculteur dispose d'une balance, il peut faire un contrôle du poids moyen des poissons tous les 15 jours jusqu'à 20 g, puis tous les mois à partir de 20 g jusqu'à la récolte. Ce contrôle permet i) de suivre la croissance des poissons, ii) d'aider le pisciculteur à ajuster la quantité d'aliment à distribuer et iii) de planifier la récolte en estimant la biomasse de poissons à vendre.

2.7.6 Les performances d'élevage du tilapia en étang dans l'Analamanga

La **figure 29** et le **tableau 28** présentent une synthèse des résultats obtenus lors de tests réalisés chez des pisciculteurs dans l'Analamanga entre 2018 et 2020.

Figure 29 - Courbe de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* en étang dans la région d'Analamanga en fonction du type d'aliment utilisé (extrudé manufacturé ou artisanal)



Pour faciliter la compréhension des données, nous avons considéré un étang de 1 are (100 m²) et deux cas de figure. Le pisciculteur 1 a acheté de l'aliment extrudé manufacturé de qualité. Il a donc utilisé successivement un aliment « alevinage » (45% de protéines / miettes semi-flottantes), un aliment pré-grossissement (35% de protéines / granulés flottants de 2 mm) et un aliment grossissement (30% de protéines / granulés flottants de 4 mm) (voir le **tableau 25**). Le pisciculteur 2 a fabriqué son aliment sur place avec des matières premières locales. Cet aliment artisanal est sous forme de poudre et contient 18 % de protéines (voir le **tableau 26**).

Le **tableau 28** et la **figure 29** montrent que la croissance des poissons est plus rapide avec un aliment manufacturé (1,65 g/jour/poisson) qu'avec un aliment artisanal (1,25 g/jour/poisson). Après 6 mois d'élevage, un pisciculteur utilisant de l'aliment manufacturé récoltera donc plus de biomasse et des poissons d'un poids moyen plus élevé. Le taux de conversion de l'aliment est significativement plus bas avec un aliment manufacturé (1,50) qu'avec un aliment artisanal (4,00). Le taux de survie des poissons n'est en revanche pas affecté (85% de survie quel que soit l'aliment utilisé). Le rendement par hectare avec un aliment manufacturé (3,8 tonnes) est plus élevé qu'avec un aliment artisanal (2,9 tonnes).

Tableau 28 - Performances de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* élevé en étang dans la région d'Analamanga en fonction du type d'aliment utilisé (extrudé manufacturé ou artisanal).

Paramètres	Pisciculteur 1	Pisciculteur 2
Type d'aliment	Extrudé manufacturé	Artisanal
Teneur en protéines de l'aliment (%)	30	18
Surface (are)	1	1
Date de mise en charge	1 ^{er} Novembre 20xx	1 ^{er} Novembre 20xx
Fertilisation chimique	Dolomie / DAP	Dolomie / DAP
Fertilisation organique	Bouse de vache	Bouse de vache
Nombre initial de poissons (alevins)	150	150
Densité (alevins / are)	150	150
Poids moyen initial des alevins (g)	2	2
Biomasse initiale des alevins (kg)	0,3	0,3
Date de récolte	30 Avril 20xx + 1	30 Avril 20xx + 1
Durée du cycle (jours)	180	180
Nombre final de poissons	128	128
Poids moyen final des poissons (g)	299	227
Biomasse finale des poissons (kg)	38	29
Taux de survie (%)	85	85
Taux de conversion de l'aliment	1,50	4,00
Croissance (g/j/poisson)	1,65	1,25
Gain de biomasse (kg)	37,7	28,7
Quantité d'aliment consommé (kg)	57	116
Rendement (tonne / hectare)	3,77	2,87

2.7.7 Modèle économique standard : les performances économiques obtenues en suivant les recommandations de la COFAD

Sur la base des tests réalisés par la COFAD en 2018/2019 et 2019/2020 avec les pisciculteurs partenaires, un modèle économique a été établi pour un étang de 1 are, selon les hypothèses économiques suivantes :

- Coût en main d'œuvre par are pour un cycle de 6 mois : 50 000 Ariary ;
- Coût en fertilisants par are pour un cycle de 6 mois : 30 000 Ariary ;
- Prix d'achat d'un alevin monosexé de tilapia de 1 à 3 g : 300 Ariary la pièce ;
- Prix moyen de l'aliment manufacturé : 4 500 Ariary / kg ;

- Prix moyen de l'aliment local : 1 500 Ariary / kg ;
- Prix de vente du poisson : 15 000 Ariary / kg pour des poissons d'un poids moyen supérieur à 150 g.

Les résultats correspondants sont présentés dans le **tableau 29**. Si un pisciculteur dispose d'un étang de 3 ares, il doit multiplier par 3 les dépenses, les revenus et les gains, indiqués dans le **tableau 29**.

L'analyse technique et économique réalisée sur la base des tests mentionnés ci-dessus démontre la rentabilité de l'élevage du tilapia en étang basé sur l'utilisation d'aliment sur les Hautes Terres. Ces tests démontrent que le principe d'un nourrissage quotidien des poissons conduit à un rendement 8 à 10 fois supérieur au rendement déterminé lors de l'enquête de référence (autour de 3 tonnes/ha et 0,354 tonne/ha, respectivement). Un aliment de qualité manufacturé conduit à une production et une rentabilité plus élevée qu'un aliment fabriqué à partir de matières premières locales. L'aliment local est certes 3 fois moins cher à l'achat, mais il en faut au moins deux fois plus qu'un aliment manufacturé. Un aliment manufacturé de qualité permet aussi de produire des poissons plus gros qui, sur certains marchés, se vendent à un prix plus élevé.

Il est possible d'envisager de multiples combinaisons associant fertilisation, aliment manufacturé et/ou aliment

artisanal en fonction de la disponibilité en trésorerie. Par exemple, un pisciculteur peut utiliser des aliments manufacturés en début de cycle d'élevage et un mixte d'aliment artisanal et manufacturé en fin de cycle. Une autre combinaison peut associer fertilisation, aliment manufacturé et aliment artisanal préparé à partir de sous-produits agricoles disponibles sur l'exploitation. Dans tous les cas, il est important pour le pisciculteur d'intégrer la notion de nourrissage quotidien des poissons pour augmenter la production et développer un élevage rentable économiquement.

Une période d'élevage de 6 mois permet au pisciculteur de produire des poissons d'un poids variant de 250 g (aliment local) à 300 g (aliment manufacturé).

Le pisciculteur doit s'assurer qu'il disposera de la trésorerie nécessaire pour couvrir toutes les dépenses jusqu'à la récolte, soit entre 300 000 et 400 000 Ariary par are d'étang sur 6 mois, notamment pour l'utilisation d'intrants de qualité (alevins et aliment) (voir le **tableau 30**). Le pisciculteur doit aussi s'assurer de son marché et du prix de vente du poisson.

Le modèle économique (voir le **tableau 29**) s'appuie sur un prix de vente de 15 000 Ariary par kg. Sur la base des mêmes hypothèses concernant les dépenses, le modèle reste viable économiquement jusqu'à un prix minimum de vente de 11 000 Ariary par kg. En dessous de ce prix, le pisciculteur perd de l'argent.

Tableau 29 - Rentabilité économique de l'élevage du tilapia *Oreochromis niloticus* élevé en étang dans la région Analamanga en fonction du type d'aliment utilisé (extrudé manufacturé ou artisanal).

En Ariary par are

Cas de figure	Pisciculteur 1	Pisciculteur 2
Type d'aliment	Extrudé manufacturé	Artisanal
Teneur en protéines de l'aliment (%)	30	18
Surface (ares)	1	1
Poste 1 / Main d'œuvre (Préparation de l'étang et nourrissage quotidien)	50 000	50 000
Poste 2 / Fertilisants organiques et chimiques	30 000	30 000
Poste 3 / Alevins	45 000	45 000
Nombre d'alevins	150	150
Prix à l'unité	300	300
Poste 4 / Aliment	256 500	174 000
Quantité (kg)	57	116
Prix au kg	4500	1500
TOTAL DES DEPENSES	381 500	299 000
Recettes des ventes de poissons	570 000	435 000
Biomasse (kg)	38	29
Prix de vente au kg	15 000	15 000
TOTAL DES RECETTES	570 000	435 000
BÉNÉFICE BRUT	188 500	136 000

Des paramètres économiques comme le coût des aliments, le prix de vente, la main d'œuvre (familiale ou employée) sont susceptibles de varier d'une région à l'autre, voire d'une ferme à l'autre. Les données présentées dans le **tableau 29** permettent très facilement au pisciculteur de faire un calcul économique rapide afin de s'assurer que son élevage sera profitable dans son environnement socio-économique et géographique. Il lui suffit de :

1. Déterminer le nombre d'ares disponibles pour l'élevage ;
2. Calculer les dépenses : ajuster les prix

unitaires et les quantités nécessaires en fonction de la réalité de son exploitation puis multiplier le coût par are des 4 postes de dépenses par le nombre d'ares. **Le total des dépenses correspondra également au besoin en trésorerie pour les 6 mois d'élevage** (voir le **tableau 30**) ;

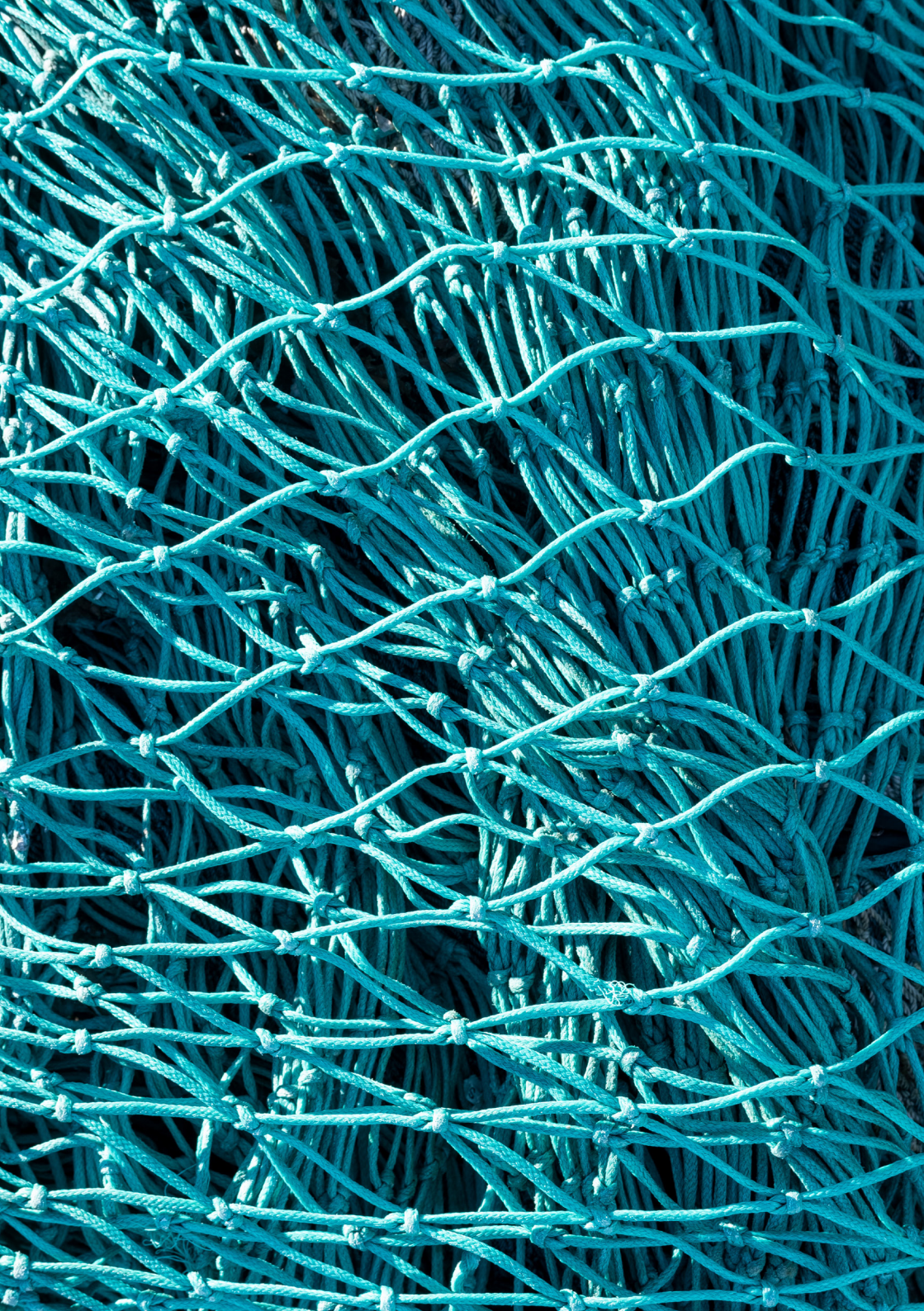
3. Calculer les recettes : multiplier la production en kg par are par le prix de vente escompté et par le nombre d'ares en élevage ;
4. Calculer le bénéfice brut en déduisant les dépenses des recettes.

Tableau 30 - Besoin mensuel en trésorerie (en Ariary) par cycle d'élevage du tilapia pour un étang d'un are

En Ariary

Mois	Postes	Pisciculteur 1	Pisciculteur 2
1	Entretien étang	20 000	20 000
	Alevins	45 000	45 000
	Aliment	10 000	5 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	10 000	10 000
2	Aliment	15 000	10 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
3	Aliment	30 000	20 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
4	Aliment	40 000	25 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
5	Aliment	75 000	50 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
6	Aliment	86 500	64 000
	Main d'œuvre	5 000	5 000
	Fertilisation	4 000	4 000
TOTAL		381 500	299 000

2.8 L'utilisation de l'enclos pour l'élevage de la carpe et du tilapia



2.8.1 Introduction

Lors de l'enquête de référence (2018), l'équipe COFAD a identifié qu'une centaine de pisciculteurs (membres de l'association « SILOAMA ») est installée sur les bords du lac Ivato, dans la région d'Analamanga. Ce lac de barrage, appelé aussi communément « soute à bombes », est destiné à drainer la zone de l'aéroport international d'Ivato et sert également de réservoir d'eau pour le périmètre irrigué des plaines rizicoles autour d'Antananarivo.

Ces pisciculteurs ont aménagé des étangs sur les berges du lac qu'ils gèrent en fonction des variations du niveau d'eau du lac avec :

- Des risques d'inondation des étangs pendant la saison des pluies, lorsque les vannes du barrage sont fermées afin de stocker l'eau (voir la **figure 30**) ;
- Des risques d'assèchement des étangs en fin d'année (août à décembre), lorsque les vannes sont ouvertes pour irriguer les plaines rizicoles.

Du fait des variations saisonnières du niveau de l'eau du lac, les pisciculteurs ont indiqué qu'ils subissent régulièrement des pertes importantes sur leur élevage piscicole, soit du fait de la fuite des poissons lors des inondations suite à l'immersion des digues, soit du fait de mortalités en raison de l'assèchement des étangs dû à la baisse du niveau de l'eau dans le lac. Il en résulte une perte significative de revenus. Ces risques augmenteront très

probablement au cours des prochaines années avec le changement climatique. La gestion de l'eau dans un étang en bord du lac est difficile (voir la **figure 30**). Lorsque le niveau de l'eau est haut, les étangs ne se vident plus par gravité. A l'opposé, lorsque le niveau de l'eau est bas dans le lac, l'eau est loin des étangs ce qui rend difficile le renouvellement dans les étangs. Dans les deux cas, le pisciculteur doit alors avoir recours à une pompe pour remplir ou vider son étang, ce qui représente un coût opérationnel supplémentaire.

Cette zone du lac d'Ivato offre cependant un réel potentiel pour l'aquaculture et les pisciculteurs de SILOAMA qui assurent une partie de l'approvisionnement de la capitale en poissons frais. Madagascar compte aussi de nombreux plans d'eau douce qui, avec le changement climatique, seront très probablement soumis aux mêmes aléas que le lac Ivato. Lors des visites et des discussions sur le terrain avec les pisciculteurs, nous avons constaté que le renforcement des digues des étangs installés sur le bord du lac n'était pas une solution durable dans la mesure où d'une part les crues endommagent les digues et réduisent à néant les travaux de consolidation et, d'autre part, ces travaux sont onéreux. Certains pisciculteurs ont essayé d'empêcher les poissons de s'échapper en installant des filets moustiquaires autour des étangs (voir la **figure 30**). Ces filets se sont révélés inefficaces et surtout coûteux dans la mesure où leur faible qualité oblige le

pisciculteur à en racheter tous les ans. Au final, ces solutions n'empêchent pas les poissons de s'échapper et ne résolvent pas le problème de la gestion de l'eau dans ces étangs inondables.

Il semblait toutefois important d'apporter une solution technique aux pisciculteurs déjà installés et à ceux qui souhaiteraient développer une activité piscicole dans ce plan d'eau. Nous avons donc proposé de tester l'enclos comme solution technique à quelques pisciculteurs du lac d'Ivato.

Figure 30 - Illustration relative au lac artificiel d'Ivato dans la région d'Analamanga



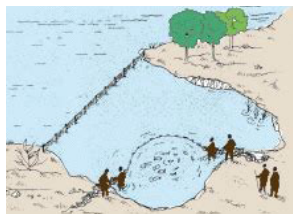
Vue sur les étangs inondés d'une pisciculture installée sur les bords du lac d'Ivato

2.8.2 L'enclos comme infrastructure d'élevage

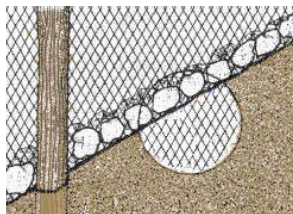
En pisciculture, l'enclos peut désigner un espace naturel clos dont les côtés sont formés par des berges sauf un seul, ce dernier étant généralement fermé par une solide barrière poreuse en filet renforcé par

des piquets en bois (voir la **figure 31**). La partie supérieure du filet doit dépasser d'au moins 50 cm de la surface de l'eau (voir la **figure 31**) afin d'éviter que les poissons ne sautent et s'échappent.

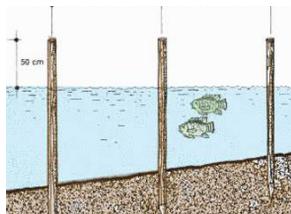
Figure 31 - Illustrations relatives à un enclos créé par la fermeture d'un espace naturel



Espace naturel transformé en enclos suite à l'installation d'un filet



Le filet est solidement fixé et supporté par des piquets en bois



Disposition des piquets en bois pour la création d'un enclos dans un espace naturel

L'enclos peut aussi être défini comme un espace fermé par un filet (sur les côtés et sur le fond) dans un milieu naturel ouvert comme un lac ou un marais ou même dans un étang

(voir la **figure 32**). L'enclos peut être utilisé pour développer un élevage géré comme un élevage extensif, semi-extensif ou intensif en fonction de la surface du plan d'eau.

Figure 32 - Illustration relative à un enclos fermé en filet installé dans un espace naturel



Enclos en filet, fermé sur les 4 côtés et sur le fond. L'enclos est maintenu par des piquets en bois (voir la figure 29)

Dans le contexte du lac Ivato, il s'agit d'installer un enclos dans un étang, ce dernier pouvant devenir un milieu ouvert en cas d'inondation (voir la **figure 33**). L'utilisation de l'enclos, dans ce contexte, permet de pratiquer l'élevage aquacole toute l'année sans risque de perdre sa production en raison des fluctuations du niveau d'eau

du lac. En effet l'enclos évite la fuite des poissons en cas d'inondation. Si le niveau de l'eau baisse, le pisciculteur peut 1) déplacer son enclos avec les poissons qui s'y trouvent dans une zone plus profonde 2) transférer les poissons dans un autre enclos situé dans une zone plus profonde 3) capturer facilement ses poissons et les vendre.

Figure 33 - Illustrations relatives à un enclos en filet sur les bords du lac Ivato dans la région d'Analamanga



Un pisciculteur et son enclos installé dans un étang



Un enclos en filet dans un étang installé dans une zone inondable

2.8.3 Mode de gestion d'un enclos installé dans un étang

Dans le contexte des pisciculteurs du lac Ivato, le mode de gestion d'un enclos est assez similaire à la gestion d'un étang. Le principal changement concerne le nombre et la taille des poissons à mettre en charge dans un enclos par rapport à un étang.

2.8.3.1 Densité de stockage

Le nombre de poissons à stocker dans l'enclos dépend de la surface de l'étang et de l'espèce élevée (voir 2.6 et 2.8 du présent manuel relatives respectivement à l'élevage de la carpe et du tilapia en étang). La première étape consiste à calculer la surface de l'enclos qui doit représenter un tiers de la surface de l'étang (voir ci-dessous « Calcul de la surface d'un enclos et du nombre d'alevins

à mettre en élevage dans un enclos »). Ensuite, le pisciculteur calcule le nombre d'alevins qu'il doit normalement stocker dans l'étang en fonction de la surface et de l'espèce élevée (voir ci-dessous « Calcul de la surface d'un enclos et du nombre d'alevins à mettre en élevage dans un enclos »). Les alevins qu'il devait déverser dans son étang seront mis en élevage dans l'enclos.



Calcul de la surface d'un enclos et le nombre d'alevins à mettre en élevage dans un enclos

Calculer la surface de l'enclos :

Un pisciculteur dispose d'un étang d'élevage de 15 m x 20 m. Il doit calculer la surface de l'étang en m² ou en ares (1 are = 100 m²)

$$\text{Surface de l'étang en m}^2 : (15 \text{ m} \times 20 \text{ m}) = 300 \text{ m}^2$$

$$\text{Surface de l'étang en ares} = (15 \text{ m} \times 20 \text{ m}) / 100 = 3 \text{ ares}$$

La surface de l'enclos représente 1/3 de la surface de l'étang :

$$\text{Surface de l'enclos en m}^2 = \text{surface de l'étang en m}^2 / 3 = 300 / 3 = 100 \text{ m}^2$$

$$\text{Surface de l'enclos en ares} = \text{surface de l'étang en ares} / 3 = 3 / 3 = 1 \text{ are}$$

Déterminer le nombre d'alevins à mettre en élevage dans l'enclos :

Le pisciculteur prévoyait de stocker 100 alevins par are (soit 1 alevin par m²), soit ce qui est recommandé dans un étang d'élevage. Dans un étang de 3 ares il prévoyait de stocker :

$$\text{Nombre d'alevins à mettre en élevage} =$$

$$\text{Surface (en ares)} \times \text{densité d'élevage (alevins/are)} = 3 \times 100 = 300 \text{ alevins}$$

Donc, au lieu de stocker les 300 alevins directement dans l'étang, le pisciculteur les stocke dans l'enclos de 100 m² (1 are).

Pour faire du grossissement de carpe ou de tilapia, nous recommandons d'utiliser un filet d'une maille de côté de 10 mm (voir ci-dessous « comment mesurer la longueur de la maille d'un filet »). Le pisciculteur devra mettre en élevage des poissons de 12 g

minimum dans ce type de filet. Pour obtenir des poissons de 12 g, le pisciculteur devra, soit faire pré-grossir les alevins de 1 g dans un étang d'alevinage avant de les déverser dans l'enclos, soit acheter des alevins pré-grossis jusqu'à 12 g.

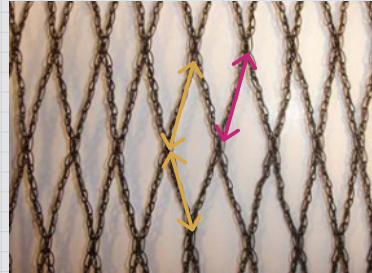


Comment mesurer la longueur de la maille d'un filet ?

Les fabricants de filet ont deux approches pour indiquer la taille des mailles d'un filet :

1. Soit ils parlent de la longueur totale de la maille (↔), ce qui correspond à l'addition de la longueur de 2 côtés de maille – On parle alors de maille étirée.
2. Soit ils parlent de la longueur d'une demi-maille (↗↘) ce qui correspond à la longueur d'un côté de la maille

Les longueurs de maille indiquées dans le présent document sont basées sur la longueur d'un côté de maille (↗↘). Ainsi, quand il est recommandé d'utiliser un filet de maille 10 mm, cela signifie qu'un côté de la maille a une longueur de 10 mm. Mais attention, ce type de filet correspond à un filet de 20 mm si le fabricant utilise la longueur totale de la maille (↔)



2.8.3.2 Fertilisation et alimentation

Concernant la fertilisation, tant que l'étang dans lequel est installé l'enclos n'est pas inondé, le pisciculteur peut fertiliser comme indiqué dans la 2.3 du présent manuel (voir 2.3 « La préparation et la fertilisation des étangs »).

Si l'eau submerge les digues, alors le pisciculteur doit arrêter de fertiliser son étang. En effet la fertilisation ne sera plus efficace en raison de la communication de l'étang avec le lac. Dans ce cas, la croissance des poissons dépendra uniquement de

l'alimentation exogène (aliment manufacturé, aliment artisanal ou sous-produits agricoles).

Concernant l'alimentation des poissons avec un aliment exogène, le pisciculteur

doit se référer aux parties consacrées à l'élevage de la carpe et du tilapia en étang (voir **2.6 et 2.8** du présent manuel sur l'élevage en étang du tilapia et de la carpe).

2.8.3.3 Récolte

La récolte des poissons dans un enclos est plus facile que dans un étang. La surface de l'enclos est progressivement réduite en soulevant le filet un côté de l'enclos (voir la **figure 34**). Les poissons se retrouvent

concentrés dans une partie de l'enclos et sont récoltés au moyen d'une épuisette. Cette récolte ne nécessite pas de baisser le niveau de d'eau de l'étang ni même de le vider.

Figure 34 - Illustrations relatives à la récolte des poissons dans un enclos en filet dans l'Analamanga



Concentration des poissons dans un enclos en filet lors de la récolte finale. La réduction de la surface de l'enclos facilite la capture des poissons

2.8.4 Dimensions et construction d'un enclos

Dans le calcul de la surface de l'enclos (voir ci-dessus), le pisciculteur doit aussi intégrer dans sa réflexion les aspects pratiques liés à la récolte et à l'installation d'un enclos. Nous avons testé des enclos de 100 m² (voir les **figures 33 et 34**) et nous recommandons aux pisciculteurs de ne pas excéder cette surface. Si un pisciculteur dispose d'un étang de 6 ares, nous lui conseillons alors d'installer 2 enclos de 100 m² plutôt qu'un enclos de 200 m². En effet, une surface supérieure à 100 m² pose des problèmes

pratiques pour la récolte des poissons compte tenu de la grande surface de filet à manipuler.

Le prix de construction d'un enclos doit aussi être pris en considération dans la réflexion. Pour jouer pleinement son rôle de protection du cheptel contre les inondations, l'enclos doit être fabriqué avec un filet de qualité et résistant. Il existe de nombreux types de filet et de fournisseurs (voir **annexe 2**). Face à cette diversité, il

est impossible de donner une liste et des caractéristiques particulières pour choisir un filet. Nous donnons toutefois les conseils suivants pour le choix du filet :

- Une maille minimum de 10 mm est recommandée pour la construction des enclos.
- Le filet doit être solide et résistant aux ultraviolets. Une simple traction manuelle sur les mailles du filet permet de tester la solidité de celui-ci. Un filet monofilament (un seul fil) est à exclure car trop fragile. Un filet solide est fabriqué à partir de plusieurs fils enroulés sur eux-mêmes, comme une petite cordelette. Un filet solide servira au moins 5 ans.
- Il est préférable d'utiliser un filet « sans nœuds » (voir la **figure 35**). Le filet avec nœud peut provoquer des blessures sur les poissons lors des manipulations dans l'enclos (concentration des poissons pour un contrôle, un transfert ou la récolte).
- En termes de composition, les matières comme le polyéthylène, le polyamide ou le polypropylène seront préférées au nylon et au PVC.

Figure 35 - Illustrations relatives aux filets d'élevage pour la fabrication et la gestion d'un enclos



Filet d'élevage en enclos avec nœuds



Filet d'élevage sans nœuds

La construction d'un enclos à partir de nappes de filet brut est simple. La première étape consiste à découper les différentes parties de l'enclos (les 4 côtés et le fond) aux dimensions choisies. Ces différentes parties sont ensuite assemblées en les cousant autour d'une corde d'un diamètre de 10 à 12 mm (voir la **figure 36**).

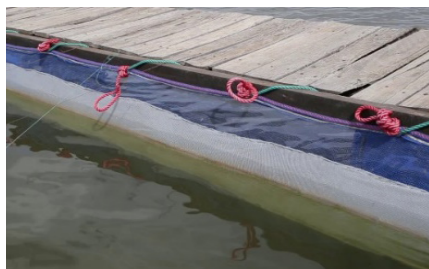


Figure 36 - Illustration relative à la fabrication d'un enclos.

Assemblage des différentes parties du filet qui sont cousues autour d'une corde de 10 ou 12 mm

Si le pisciculteur utilise un aliment extrudé donc flottant, il doit penser à installer tout autour de l'enclos un filet de type moustiquaire (maille de 1 mm) qui empêchera l'entraînement de l'aliment flottant en dehors de l'enclos. Lors du nourrissage, l'agitation des poissons ou le vent peut faire passer l'aliment à travers le filet d'élevage. Cela aura des conséquences sur les performances de l'élevage (perte de croissance, augmentation du taux de conversion de l'aliment) et donc sur la rentabilité. Ce filet, communément appelé « barrière aliment » est cousu sur le filet de l'enclos (voir la **figure 37**). Il doit avoir une hauteur de 40 à 50 cm, dont la moitié est immergée. Du fait du maillage réduit de la « barrière aliment » (maille de 1 mm), il est conseillé de la nettoyer régulièrement afin d'éviter le colmatage et une mauvaise circulation de l'eau.

Figure 37 – Illustration relative au filet d'élevage et à la « barrière aliment »



Filet d'élevage (en bleu) avec une barrière aliment (filet moustiquaire blanc)

Il faut prévoir des anneaux en corde dans les angles de l'enclos pour le fixer sur les piquets en bois (voir la **figure 38**). Si la longueur d'un côté du happa dépasse 2 m,

il faudra prévoir des anneaux de fixation et des piquets en bois supplémentaires dans la longueur et/ou la largeur de l'enclos (voir les **figures 38 et 39**). La longueur des piquets en bois dépend de la hauteur du happa et de la profondeur de l'étang (voir la **figure 31**).

Figure 38 - Schéma d'un enclos en filet et du système de fixation avec des piquets en bois

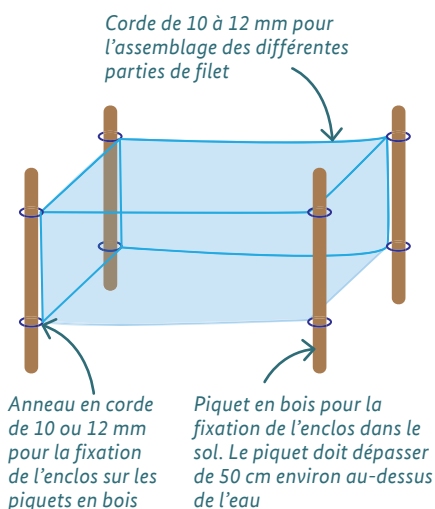


Figure 39 - Illustration relative à l'installation d'un enclos dans un étang



Un enclos fixé au fond d'un étang au moyen de piquets en bois de 2,5 m de longueur

2.8.5 Résultats techniques

Nous avons testé la technique de l'enclos chez 4 pisciculteurs partenaires installés sur le bord du lac Ivato, l'objectif principal étant de tester l'effet de l'utilisation de l'enclos sur le taux de survie des poissons mis en élevage. Un enclos de 100 m² (maille de 10 mm) a été installé dans un étang de chaque pisciculteur. Les pisciculteurs partenaires ont construit et installé leur enclos eux-mêmes avec l'appui technique de la COFAD. En février 2020, trois pisciculteurs ont mis en charge des carpes de 15 à 17 g.

En janvier 2020, un pisciculteur a mis en charge des tilapias de 15 g (voir le **tableau 31**). Concernant la densité d'élevage, nous avons recommandé une densité de 300 alevins de carpe ou 450 alevins de tilapia par enclos. Toutefois l'achat des alevins était à la charge des pisciculteurs et un des pisciculteurs a acheté seulement 116 alevins. Concernant le nourrissage des poissons, nous avons laissé les pisciculteurs utiliser leurs pratiques habituelles de fertilisation et d'apport d'aliment local.

Tableau 31: Taux de survie de lacarpe (*Cyprinus carpio*) et du tilapia (*Oreochromis niloticus*) élevés en enclos dans le lac Ivato (4 pisciculteurs).

Surface du happa : 100 m²

Pisciculteur	1	2	3	4
Espèce élevée	Carpe	Carpe	Carpe	Tilapia
Durée du cycle d'élevage (jours)	225	243	264	401
Poids moyen initial des poissons (g)	17,4	16,6	15,7	15,0
Poids moyen final des poissons (g)	224,1	376,8	116,6	308,2
Croissance (g/jour/poisson)	0,92	1,48	0,38	0,73
Nombre initial de poissons	116	316	317	450
Nombre final de poissons	109	313	316	414
Survie (%)	91,9	99,1	99,7	92,0

La durée du cycle d'élevage est de 7 à 9 mois pour les carpes et 13 mois pour le tilapia. Cette durée d'élevage est plus élevée que la durée d'élevage en étang (6 à 8 mois – voir 2.6 et 2.8 du présent manuel relatives respectivement à l'élevage de la carpe et du tilapia en étang). Toutefois du fait que d'une part les poissons étaient en sécurité dans l'enclos et, d'autre part, que le niveau du lac était élevé, les pisciculteurs en ont profité pour garder plus longtemps les

poissons en élevage ce qui leur a permis de les vendre à une période plus favorable, à savoir pendant la fermeture de la pêche en Octobre/Novembre ou pendant les fêtes de fin d'année. Lors de ces périodes, la demande en poisson et le prix de vente sont plus élevés.

La croissance a été très variable d'un pisciculteur à l'autre, mais ces performances de croissance sont à mettre en relation avec

l'alimentation des poissons (fertilisation, aliment local à base de son de riz, sous-produits agricoles...) et/ou l'origine des alevins. Ces tests démontrent que le taux de survie des poissons dans les enclos est très élevé, supérieur à 90 %, ce qui signifie que les pisciculteurs n'ont pas eu de pertes

importantes suite à la montée du niveau d'eau du lac pendant la saison des pluies. Ce taux de survie en enclos est similaire à celui enregistré dans les étangs (85 % de survie – voir 2.6 et 2.8 sur l'élevage du tilapia et de la carpe en étang). L'enclos a donc permis d'atteindre l'objectif de protéger le cheptel.

2.8.6 Analyse économique

Les modèles économiques standards de l'élevage du tilapia et de la carpe en enclos s'appuient sur un taux de survie de 85 % (voir 2.6 et 2.8 relatives respectivement à l'élevage du tilapia et de la carpe en étang). Si un pisciculteur perd plus de poissons à cause des inondations ou d'un assèchement, ses revenus diminuent. Nous avons calculé l'effet de la diminution du taux de survie sur les revenus pour les

deux modèles standards d'élevage en étang (voir le **tableau 32**). Pour les deux espèces, à partir d'un taux de survie de 55%, le pisciculteur perd de l'argent dans la mesure où les recettes de la vente ne couvrent plus les dépenses (indications en rouge dans le **tableau 32**). Certains pisciculteurs du lac d'Ivato enregistrent des taux de survie de 10 % suite à une inondation ou un assèchement.

Tableau 32 - Effet du taux de survie sur les recettes et le bénéfice brut par are pour l'élevage de la carpe et du tilapia en étang

En Ariary par are

Taux de survie (en %)	85 %	75 %	65 %	55 %	45 %
Carpe - Cycle d'élevage de 6 mois					
Dépenses	248 500	248 500	248 500	248 500	248 500
Recettes	355 500*	313 500	271 500	229 500	187 500
Résultat brut	107 000	65 000	23 000	-19 000	-61 000
Carpe - Cycle d'élevage de 8 mois					
Dépenses	347 500	347 500	347 500	347 500	347 500
Recettes	547 500	481 500	418 500	354 000	289 500
Résultat brut	200 000	134 000	71 000	-6 500	-58 000
Tilapia - Cycle d'élevage de 6 mois					
Dépenses	381 500	381 500	381 500	381 500	381 500
Recettes)	570 000*	502 500	435 000	365 500	300 000
Résultat brut	188 500	121 000	53 500	-16 000	-81 500

* : recettes d'un élevage en étang d'un are avec un taux de survie standard de 85 % (voir les parties 5 et 7 relatives à l'élevage de la carpe et du tilapia en étang dans le présent manuel).

L'achat d'un enclos représente un investissement pour un pisciculteur, mais cet investissement est indispensable pour sécuriser sa production au risque d'enregistrer des pertes financières à chaque cycle d'élevage. Les données financières ci-dessous permettent à un pisciculteur d'établir un « business plan » et de déterminer les moyens nécessaires pour l'investissement et la trésorerie.

Le coût d'un enclos de 100 m² est évalué à 1 700 000 Ariary (1 500 000 Ariary pour le filet et 200 000 Ariary pour la fabrication et la fixation du happa dans l'étang). Avec un filet de qualité, un enclos est amortissable sur 5 ans, soit 300 000 Ariary par an. Ce coût peut paraître élevé mais il permet de sécuriser l'élevage et de garantir les recettes en fin de cycle. A l'opposé, sans enclos, le pisciculteur investit tous les ans dans la réparation des digues (coût variable) et/ou l'achat de filets moustiquaires

(environ 60 000 Ariary pour un étang de 3 ares) mais sans retour sur investissement car ces aménagements n'empêchent pas les pertes de poissons et de revenus.

Un enclos de 100 m² permet de sécuriser la production équivalente à un étang de 3 ares. Le **tableau 33** montre que le pisciculteur continue d'enregistrer un bénéfice en incluant l'amortissement du happa sur 5 ans. Cependant le bénéfice net, après amortissement, est beaucoup plus faible (21 000 Ariary) pour un élevage de la carpe pendant 6 mois que pour l'élevage de la carpe pendant 8 mois (300 000 Ariary) ou que pour le tilapia pendant 6 mois (265 000 Ariary) (voir la **tableau 33**). Compte tenu de ces résultats, un pisciculteur, installé sur les bords du lac d'Ivato (ou dans des conditions similaires), doit orienter donc sa production privilégier, soit un cycle d'élevage de 8 mois de la carpe, soit l'élevage du tilapia.

Tableau 33 - Bénéfice net (après amortissement) d'un élevage en enclos de 100 m² installé dans un étang de 3 ares avec un taux de survie de 85 %

En Ariary

	Gain pour un étang de 3 ares / an	Amortissement de l'enclos / an	Bénéfice (net) après amortissement
Carpe - cycle de 6 mois	321 000	300 000	21 000
Carpe - cycle de 8 mois	600 000	300 000	300 000
Tilapia - cycle de 6 mois	565 500	300 000	265 500

L'enclos offre une solution technique aux pisciculteurs installés en bordure de lac ou de plan d'eau et notamment à ceux qui sont soumis à des inondations saisonnières. Sans cette solution, les étangs construits en bordure de plan d'eau ne sont pas exploitables de façon rentable.

Nous avons axé notre étude technique et économique pour répondre à la situation particulière des pisciculteurs installés sur le bord du lac Ivato. L'enclos offre aussi d'autres approches techniques comme le montrent les **figures 31 et 32**. Dans le cas d'un enclos installé dans un milieu ouvert (voir la **figure 32**), la gestion se rapprochera alors de celle d'une cage.

2.9 Méthodologie de formation



2.9.1 Contexte

Au regard, d'une part de la demande croissante en poisson et, d'autre part, des volumes limités issus de l'aquaculture à Madagascar, il apparaît clairement que l'objectif d'une compensation du déclin de la pêche par l'élevage est loin d'être atteint, et ce malgré les nombreux projets de développement qui se sont succédés ces dernières années. Globalement, ces projets n'ont pas été en mesure de contribuer à créer des piscicultures viables et pérennes. La viabilité de l'activité de production n'est pas liée uniquement aux aspects techniques et économiques, la dimension sociale est également à prendre en considération. Les acteurs de la filière doivent s'approprier, tout système de production, qu'il soit extensif ou intensif, ce qui implique que tout système de production doit pouvoir s'insérer dans le contexte socio-économique.

Par ailleurs, les projets de développement se sont aussi souvent heurtés au manque de vulgarisateurs ayant une expérience pratique en aquaculture. Pour diffuser leurs approches ou pour former les pisciculteurs, ces projets ont recruté, formé et constitué leur propre cellule de vulgarisation. Malheureusement les agents

vulgarisateurs, formés par les projets, n'ont pas le temps d'acquérir une solide compétence technique en aquaculture, ce qui rend difficile la transmission des informations aux pisciculteurs qui restent la cible de tout projet de développement en aquaculture à Madagascar. En effet, dans un contexte où la production est largement déficitaire par rapport à la demande du marché, l'essentiel des actions de formation doivent se focaliser sur les pisciculteurs ainsi que sur la sensibilisation et la sollicitation des acteurs de la chaîne de valeur en amont de la production (fournisseurs d'intrants) afin d'augmenter significativement la production de poissons.

Afin de contourner les principaux points de blocage au développement de la production, notamment l'accès aux intrants, les projets ont souvent financé et distribué ces intrants destinés aux pisciculteurs. Cet esprit interventionniste n'est cependant pas pérenne et maintient le pisciculteur dans une situation de dépendance vis-à-vis du projet. A l'issue du projet, le système de soutien aux pisciculteurs (circuits d'approvisionnement en intrants, financement) s'arrête et laisse le pisciculteur sans solution alternative.

2.9.2 Approche COFAD dans le cadre du PADM

En s'appuyant sur les expériences passées (voir ci-dessus) et grâce à une bonne connaissance du contexte local, l'équipe COFAD a mis en place une approche globale participative focalisée sur le secteur privé et principalement sur deux groupes cibles :

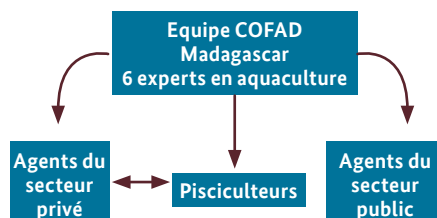
- Les pisciculteurs ;
- Les fournisseurs d'intrants, en l'occurrence les sociétés produisant et/ou commercialisant de l'aliment pour l'aquaculture, et plus

particulièrement les technico-commerciaux travaillant pour ces sociétés et qui ont des contacts directs avec les pisciculteurs ;

- Dans d'autres filières d'élevage comme l'aviculture, ces sociétés fournissent en plus des intrants, des conseils techniques et des formations aux éleveurs. Il s'agissait donc de reproduire le même schéma pour la filière pisciculture.

La formation, le transfert de compétences et de connaissances s'adressent donc directement au niveau des pisciculteurs et des agents du secteur privé, sans passer par des formateurs ou des agents de vulgarisation (voir la **figure 40**). Afin de consolider la diffusion des nouvelles approches techniques proposées, nous avons aussi associé aux sessions de formation des agents du secteur public, notamment les représentants « pêche et aquaculture » du MAEP au niveau des districts, des chercheurs, etc. (voir la **figure 40**). L'objectif était d'amener les agents des secteurs privé et public au même niveau de connaissances et de compétences que les pisciculteurs. Dans cette approche, un pisciculteur est considéré comme un opérateur privé dont l'objectif est d'améliorer la rentabilité de son entreprise.

Figure 40 - Schéma de l'approche globale de COFAD axée sur la formation de deux groupes cibles : les pisciculteurs et les agents du secteur privé



En termes de support de formation, la COFAD a élaboré des modules de formation sur chaque thématique développée dans le présent manuel (voir 2.5 et 2.9). Ces modules servaient de support de formation et contenaient les informations techniques et économiques qui ont été obtenues dans le cadre de test effectués chez des pisciculteurs partenaires, donc dans l'environnement socio-économique dans lequel travaille les pisciculteurs de la région d'Analamanga.

Cette approche globale a donc 3 objectifs majeurs :

- Amener les pisciculteurs à un niveau de connaissances et de compétences leur permettant d'augmenter leur production de manière rentable et durable mais aussi de les professionnaliser ;
- Amener les agents du secteur privé à un niveau de connaissance et de compétences leur permettant d'appuyer techniquement les pisciculteurs au-delà du projet ;

- Favoriser les contacts et échanges entre les pisciculteurs et les agents du secteur privé afin de rendre autonome les pisciculteurs en termes d'approvisionnement en intrants

Dans cette approche globale, ce dernier objectif est essentiel sur le moyen et long terme. En effet le développement des relations « privé – privé » constitue une stratégie de sortie qui offre la possibilité d'un effet pérenne du projet. Les deux groupes cibles ont des intérêts mutuels : les pisciculteurs ont besoin d'un aliment de qualité pour augmenter leur production de poisson et les fournisseurs d'intrants ont besoin de débouchés pour écouler leur production d'aliment. On peut donc penser que cette situation devrait conduire à un maintien des effets du projet sur le moyen et le long terme. De plus cette stratégie de sortie a été mise en place dès le début du projet avec l'implication des pisciculteurs et des agents du secteur privé afin de créer des réseaux de contact entre ces deux groupes.

Toutefois, nous avons évité, dans cette approche globale, la création de relations de dépendance du pisciculteur vis-à-vis des fournisseurs d'intrants. Pour ce faire, la formation des pisciculteurs sur les aspects techniques et économiques est essentielle et vise à amener le pisciculteur à plus de discernement dans sa stratégie d'approvisionnement en aliment. Ainsi le pisciculteur doit être en mesure de faire le choix de son fournisseur d'aliment notamment sur le rapport qualité / prix de l'aliment (en fonction de son système de production et de ses objectifs de production)

et sur l'accessibilité à l'aliment (distribution et approvisionnement des points de vente). Nous avons aussi impliqué plusieurs sociétés qui approvisionnent le marché malgache en aliment pour l'aquaculture afin de garantir une diversité de l'offre et d'éviter toute position dominante d'un acteur.

Pour la mise en œuvre de la formation, nous avons privilégié la pratique sur le terrain qui est, à notre avis, la meilleure approche pour acquérir des compétences techniques et des connaissances pratiques en pisciculture. La grande majorité des formations, pour les pisciculteurs mais aussi pour les agents du secteur privé et public, se sont déroulées sur des fermes piscicoles. Cela a permis de faire une démonstration et une mise en pratique des approches proposées par la COFAD pour améliorer la production. Une formation pratique sur le terrain permet aux personnes formées de voir et de comprendre facilement comment gérer une pisciculture, comment nourrir les poissons, comment les manipuler, les reproduire, les faire grossier et comment enregistrer les données (voir les parties précédentes du présent manuel). Plusieurs modalités de formation ont été développées dans le cadre de l'intervention de COFAD :

- Formation en groupe de 10 à 15 personnes, *in situ*, sur les différents aspects techniques et économique de la production de tilapia et de carpe (alevins et poissons de consommation) (voir la **figure 41**). Ces formations associaient des pisciculteurs et des agents du secteur privé et public ;

Figure 41 – Illustrations relatives aux formations en groupe



Formation en groupe sur le grossissement en étang avec utilisation d'aliment manufacturé



Formation en groupe sur l'utilisation du happa d'éclosion pour la production d'alevins de carpe

- Session, *in situ*, d'échanges, de discussions et de partage d'expérience entre les pisciculteurs, les agents du secteur privé et public et les experts de l'équipe COFAD (voir la **figure 42**) ;

Figure 42 – Illustrations relatives aux échanges et aux discussions entre les pisciculteurs et les experts de la COFAD



Formation pratique sur l'échantillonnage des poissons pendant un cycle de grossissement



Echange technique entre le pisciculteur, sa famille et les experts COFAD

- Encadrement technique individuel, *in situ*, sur des aspects zootechniques nécessitant des compétences plus pointues comme par exemple sur la reproduction et l'élevage larvaire (voir la **figure 43**) ;

Figure 43 – Illustrations relatives à l'encadrement technique individuel



Encadrement technique individuel sur la sélection des géniteurs pour la reproduction



Encadrement technique individuel sur la récolte, le comptage et le transfert des alevins de carpe en étang d'alevinage

- Formation en salle de pisciculteurs et d'agent du secteur privé et public (voir la **figure 44**). Ces formations ont principalement été mise en œuvre pour des personnes situées i) dans des zones non sécurisées de la région

d'Analamanga et où l'intervention des experts de COFAD était difficile ii) en dehors de la région d'intervention de COFAD. Ces formations en salle étaient toujours combinées avec des visites de piscicultures.

Figure 44 – Illustrations relatives aux formations en groupe en salle (à gauche) ou sur le terrain (à droite)



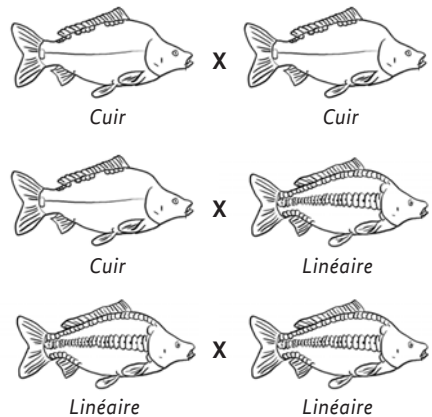
Formation pratique sur l'échantillonnage des poissons pendant un cycle de grossissement



Echange technique entre le pisciculteur, sa famille et les experts COFAD

Ces carpes « néo-écaillées » du milieu naturel comportent moins d'écaillés que les carpes « écaillées » d'élevage et leurs écaillés sont moins bien « rangées ». Dans les résultats du projet PARRUR, il est recommandé de ne pas effectuer certains croisements (voir la **figure 46**) car un pourcentage élevé (au moins 25 %) des œufs fécondés ne sont pas viables. Les trois croisements de phénotypes suivants ne sont pas conseillés :

Figure 45 - Schémas des croisements de phénotypes non recommandés chez la carpe *Cyprinus carpio* à Madagascar



Sources :

- De Verdal, H. et al., 2019. Manuel de pisciculture semi-intensive, Projet Ampiana, 72 pages
- Séminaire de restitution des résultats du projet PARRUR, volet Madapisci, Miarinarivo, Madagascar, 11 juillet 2018.

Présentation de la COFAD

Dans le cadre du PADM, la COFAD est le partenaire de mise en œuvre de la composante B1 consacrée au développement de la pisciculture en étang dans la région de l'Analamanga. L'objectif de cette partie du manuel est de donner un bref aperçu des activités du consortium COFAD-GOPA dans le domaine de la pêche et de l'aquaculture. **COFAD GmbH**, société de conseil dans le secteur de la Pêche, de l'Aquaculture et du Développement Régional, a été fondée en 1983 en Allemagne et le siège est à Weilheim, près de Munich. Le 1^{er} Janvier 2009, COFAD a rejoint **GOPA Consulting Group**, un des groupes de consultance leader en Europe dans les secteurs de la coopération internationale et du développement global.

Les activités et services de consultance

COFAD offre des services de consultance pour la planification, la mise en œuvre, la formation et l'évaluation dans les secteurs de la pêche, de l'aquaculture et du développement régional, et plus particulièrement dans les domaines suivants :

- Politiques et stratégies de pêche et d'aquaculture au niveau international, régional, national et sous-sectoriel ;
- Développement, ajustement structurel et sectoriel de la pêche et de l'aquaculture ;
- Administration des pêches et de l'aquaculture, organisation, renforcement des institutions et cogestion ;
- Soutien aux infrastructures de l'aquaculture et de la pêche ;
- Réalisation technique de fermes aquacoles et d'usines de transformation ;
- Soutient et développement technologique dans le secteur de la pêche et de l'aquaculture ;
- Suivi, contrôle, surveillance (MCS) et systèmes d'information de la pêche ;
- Transformation du poisson et commercialisation ;
- Santé et hygiène, HACCP, biosécurité pour le marché des produits de l'aquaculture et de la pêche ;Tourisme et développement régional dans les zones dépendantes de la pêche ;
- Evaluation de la chaîne de valeur (incluant l'emploi et la notion de genre) dans les secteurs de la pêche et de l'aquaculture ;
- Pêche et aquaculture responsables et durables, y compris la mise en œuvre du code de conduite pour une pêche responsable de

la FAO, de la Politique Commune de la Pêche (PCP) et les normes environnementales de l'UE ;

- Conservation et gestion des ressources aquatiques, biodiversité.

COFAD intervient essentiellement auprès des organisations internationales et des agences de financement, auprès des gouvernements et des organismes nationaux, auprès des organisations non gouvernementales, et auprès du secteur privé (entreprises et particuliers).

ANNEXES

Annexe 1 : Les phénotypes de la carpe commune *Cyprinus carpio* présents à Madagascar

Dans le cadre du projet PARRUR (PArtenariat et ReCherche en milieu RuRal), le collectif Madapisci a conduit une étude sur le potentiel et la gestion de la ressource génétique de la carpe à Madagascar. Le collectif Madapisci regroupait les partenaires suivants :

- Le FOFIFA (Centre National de Recherche Appliquée pour le Développement Rural) ;
- Le MAEP (Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et de la Pêche) ;
- Le Département de biologie animale de l'Université d'Antananarivo ;
- Le CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement) ;
- L'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) ;
- L'APDRA Pisciculture Paysanne ;
- Des pisciculteurs.

L'objectif était d'étudier la variabilité génétique de la carpe à Madagascar. Dans le cadre de cette étude, 1 600 carpes ont été analysées et 187 pisciculteurs de 6 régions (Analamanga, Itasy, Haute Matsiatra, Vakinankaratra, Analanjirofo et Amrron'i Mania) ont été impliqués.

A Madagascar, il n'existe qu'une seule espèce de carpe, la carpe commune (*Cyprinus carpio*) dont on observe 4 phénotypes.

Figure - Illustrations et descriptions relatives aux 4 phénotypes de la carpe *Cyprinus carpio* présents à Madagascar



La carpe « écaillée » dont le corps est entièrement recouvert d'écaillés (*).



La carpe « linéaire » qui présente une ligne d'écaillés allant de la tête jusqu'à la queue



La carpe « miroir » a des écaillés particulières, comprenant des grandes écaillés miroitantes, disposées irrégulièrement et de tailles différentes

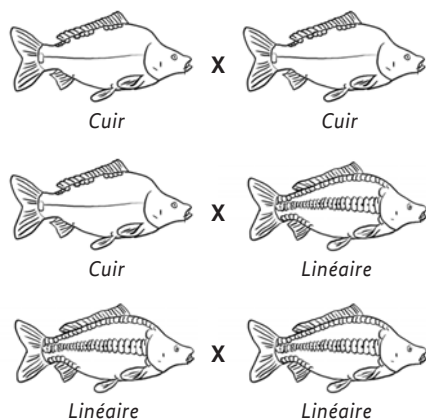


La carpe « cuir » dont le corps est dénué d'écaillés

* il existe à Madagascar le phénotype « néo-écaillé » présent uniquement dans la Grande Île. Les carpes néo-écaillées descendent des premières carpes miroirs introduites au début du 20^{ème} siècle. Dans le milieu naturel et génération après génération, la sélection naturelle les a fait redevenir écaillées pour mieux résister aux agressions extérieures (parasites etc.). Ces carpes « néo-écaillées » du milieu naturel comportent moins d'écaillés que les carpes « écaillées » d'élevage et leurs écaillés sont moins bien « rangées ».

D'après les résultats du projet PARRUR, il est recommandé de ne pas effectuer certains croisements car un pourcentage élevé (au moins 25 %) des œufs fécondés ne sont pas viables. Les trois croisements de phénotypes suivants ne sont pas conseillés.

Figure – Schémas des croisements de phénotypes non recommandés chez la carpe *Cyprinus carpio* à Madagascar



Sources :

- De Verdal, H. et al., 2019. Manuel de pisciculture semi-intensive, Projet Ampiana, 72 pages
- Séminaire de restitution des résultats du projet PARRUR, volet Madapisci, Miarinarivo, Madagascar, 11 juillet 2018.

Annexe 2 : Les coordonnées de quelques fournisseurs d'équipements aquacoles et de filets pour la fabrication des enclos, des happas et des cages

FARMAQUA en Thaïlande (Filets et équipements aquacoles)

Baan Promanong Co. Ltd
118 Moo 1, Tambon Bangrabow
Ampur Ban Sang, Prachinburi
25150 Thailand
Phone : +66-818052962
Fax : +66-37402220
Email: info@baanpramong.com
Site web: www.farmaqua.com

ALNET en Afrique du Sud (Filets)

Alnet Pt Ltd
Moorson Avenue epping 2,
Private bag X308
Eppindust 7475
South Africa
Phone: +27-21 530 2400
Fax: +27-21 534 8338
Email: exports@alnet.co.za
Site web: www.alnet.co.za

EVERSTAR AQUACULTURE HIGH-TECH EQUIPMENT en Chine

EVERSTAR AQUACULTURE HIGH-TECH EQUIPMENT CO., LIMITED
Address: Room 1505, D&D Fortune Center,
No. 182-6 Hai'er Road, Qingdao, China
TEL: +86-532-55561108
FAX: +86-532-55561107
Email: info@qhffishing.com
Site web: www.qhffishing.com

GARWARE TECHNICAL FIBRES en Inde (Filets)

Garware-wall ropes Ltd
Plot N°11, Block N° D-1,
MIDC, Chinchwad, Pune,
411019 India
Phone: +91-20-27990301 / +91-20-27990306
Email: sales@garwarefibres.com
Site web: www.garwareropes.com

AQUACULTURE PARTNERS en France et en Espagne (Equipements aquacoles)

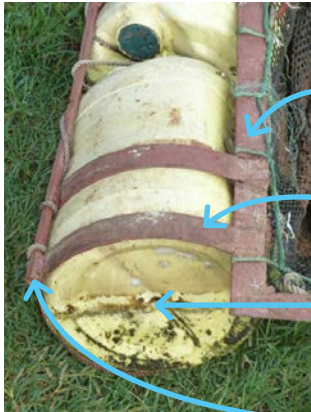
Aquaculture Partners S.L.
Poligono Industrial Joeria Sud
Carrer dels Esclopeters, 2C
17150 Sant Gregori (Girona)
Espagne
Tel France: +33 297 676 937
Tel Espagne: +34 972 429 541
Email: contact@aquaculture-partners.com
Site web: www.aquaculture-partners.com

AQUALOR en France (Equipements aquacoles)

Aqualor S.A.
Parc d'Activité
Route de Sarre-Union
57930 Fénétrange
France
Tel: +33 3 87 25 72 02
Fax: +33 3 87 07 52 20
Site web: www.pro.aqualor.com ou www.aqualor.com

Annexe 3 : Informations techniques pour la construction d'une cage avec un cadre en métal et des bidons flottants de 10 litres

Les photos ci-dessous montrent une cage de 3 m x 3 m. Les dimensions peuvent être adaptées.



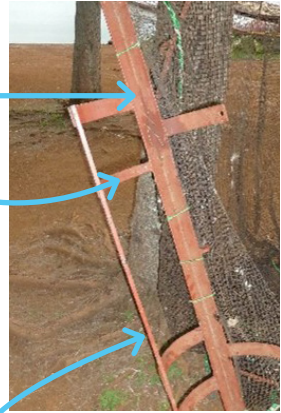
Cornière en acier d'environ 3,5 cm x 3,5 cm. Épaisseur de l'acier : 3 mm

Fer plat en acier d'environ 3,5 cm Épaisseur de l'acier : 3 mm

Bidon en plastique (bidon d'huile alimentaire de 10 l) servant de flotteur

Fer carré de 10 à 12 mm

Vue détaillée du dessus de la cage



Vue de dessous du cadre de la cage



Barrière aliment pour empêcher l'aliment flottant de sortir de la cage

Petit crochet en fer carré de 10 à 12 mm qui sert à fixer le filet sur le support flottant

Filet bleu en polyéthylène ; maille de 10 mm

Vue d'ensemble de la cage



*Nourrisseur à la demande
installé sur le cadre qui sert de
support*

*Cadre en tube carré de 1,5 cm
avec grillage au-dessus pour
éviter la prédation par les
oiseaux*

*Aucune partie métallique n'est
immergée dans l'eau (cadre, fixation
des bidons)*

Vue de la cage dans l'eau



Tube carré de 1,5 cm x 1,5 cm

*Grillage pour la protection
anti-oiseaux, qui peut être
remplacé par un filet*

Vue de la cage avec le couvercle ouvert



Vue d'un train de cages carrées (SON Fish Farm Ltd – Ouganda)

Publié par
Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Projet Aquaculture Durable à Madagascar
Lot IIK 68 Bis Lotissement Bonnet Soavimasoandro-Antananarivo 101
Madagascar

padm@giz.de
www.giz.de/www.giz.de/madagascar-mg

Mandaté par le Ministère de la Coopération Economique et du Développement Allemand
(Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, BMZ)
Sous tutelle du Ministère de la Pêche et l'Economie Bleue.