

Synthèse sur la reproduction et l'élevage de l'*Heterotis niloticus* sur la Côte Est de Madagascar

Julien Sadousty - Responsable Suivi-Evaluation PADPP3

Madagascar, Région Atsinanana



Projet d'Appui au Développement la Pisciculture Paysanne - Phase 3



Le présent projet est cofinancé par l'Agence Française de Développement



Avant-propos

Le présent document bénéficie du soutien de l'Agence Française de Développement, de la région Normandie et de la Fondation Lord Michelham of Hellingly. Néanmoins, les idées et les opinions présentées sont celles de l'APDRA et ne représentent pas nécessairement celles de l'AFD, de la région Normandie et de la Fondation Lord Michelham of Hellingly.

Ce document a pour objectif de résumer les acquis après presque 10 années de travail et de réflexion visant à introduire l'Heterotis dans les étangs barrage de la Côte Est.

Il revient sur la bibliographie existante et surtout sur la méthodologie, la réalisation et les résultats des principaux travaux menés par les différents projets APDRA et leurs partenaires sur la Côte Est depuis 2012.

Ce document met ainsi en lumière les acquis, ainsi que les contraintes et questionnements qui subsistent autour des trois grandes étapes pour l'élevage de l'Heterotis que sont la reproduction, l'alevinage et le grossissement en étang barrage.

Il a vocation à centraliser l'ensemble des informations produites et des démarches appliquées, en proposer une analyse approfondie et constituer une référence facilement accessible pour les futurs travaux à mener par l'APDRA et ses partenaires.

Les travaux regroupés dans ce document ont été menés par les différentes équipes des projets APDRA sur la Côte Est, en particulier le PPMCE et le PADPP3, en première ligne desquelles sont les animateurs conseillers piscicoles et les techniciens de la station piscicole d'Ivoloina ainsi que les cadres locaux. Merci à eux, pour leur motivation et leur travail, qui ont permis d'aboutir aux résultats présentés ici.

Merci également aux relecteurs pour leurs corrections et leurs commentaires ayant permis d'enrichir ce document.

Table des matières

Table des figures.....	4
I - Généralités et contexte	5
1. La Côte Est (région Atsinanana).....	5
2. Présentation de l' <i>Heterotis niloticus</i>	6
2.1 Carte d'identité.....	6
2.2 Grands traits biologiques et élevage	6
2.3 La reproduction de l' <i>Heterotis</i>	8
3. Historique de l' <i>Heterotis</i> à Madagascar	10
3.1 Introduction sur la côte Est et premières recherches à la station de recherche Ivoloïna	10
3.2 Acclimatation de l' <i>Heterotis</i> et pêche en milieu naturel	11
4. Données complémentaires.....	12
4.1 Le sexage des géniteurs d' <i>Heterotis</i>	12
4.2 Le déclenchement de la reproduction	14
4.3 La survie des alevins	15
II - Sept ans de recherche-action sur la Côte Est.....	16
1. Le pré-grossissement des alevins	16
1.1 La constitution d'un stock de poisson	16
1.2 Le « sauvetage » des boules d'alevins et le pré-grossissement en station piscicole	17
1.3 Enseignements des pré-grossissements en station	19
2. De la station à l'étang : Evolution des <i>Heterotis</i> en milieu paysan	21
2.1 Performances de l' <i>Heterotis</i> en étang.....	21
2.2 <i>Heterotis</i> et polyculture	24
2.3 La mortalité des <i>Heterotis</i>	24
3. Reproduction et pré-grossissement en milieu paysan.....	25
3.1 Les reproductions en milieu paysan.....	25
3.2 Les cas connus de pré-grossissement chez les pisciculteurs avant 2020.....	26
3.3 Saison 2020-2021 : Essais suivis pour obtenir des alevins chez les pisciculteurs.....	28
III – Discussion et perspectives.....	34
1. Difficultés techniques et recommandations	34
1.1 Performances zootechniques de l' <i>Heterotis</i>	34
1.2 La reproduction	35
1.3 La survie des boules.....	36
2. Lien avec les producteurs et contraintes sociales.....	38
2.1 Relation projet - bénéficiaires	38

2.2	Vol et pertes de géniteurs	39
	Conclusion	40
	BIBLIOGRAPHIE	41
	ANNEXES.....	43

Table des figures

Figure 1 :	Diagramme ombroclimatique de Tamatave (source : climate-data.org, 2021)	5
Figure 2 :	Heterotis niloticus d'après Blache, 1964 (Moreau, 1982).....	6
Figure 3 :	Distribution de l'Heterotis niloticus. (L'Evêque et Paugy, 2006 modifiée par Koua, 2019). Bleu : distribution d'origine Rouge : présence après introduction	7
Figure 4 :	Température moyenne annuelle sur le continent africain (1971-2000) (source : wikipedia.org)	7
Figure 5 :	Photos de la reproduction de l'Heterotis, prises chez les bénéficiaires du projet PADPP3 (APDRA, 2020).....	9
Figure 6 :	Comparaison des températures et précipitations entre Mahajanga, côte Ouest (à gauche) et Tamatave, côte Est (à droite) (climate-date.org, 2021)	12
Figure 7 :	Emplacement des tâches distinctives chez la femelle en période de reproduction d'après un pisciculteurs (Martel et Oswald, 2013)	13
Figure 8 :	exemple d'utilisation de kit de sexage pour A. gigas (source : diag4zoo.fr)	14
Figure 9 :	Nombre final d'alevins obtenus après pré-grossissement en fonction du poids moyen initial (auteur, 2021).....	19
Figure 10 :	Comparaison des biomasses (g/are) et densité (alevins/are) initiale avec le taux de survie final (auteur, 2021).....	20
Figure 11 :	Comparaison de la croissance de l'Heterotis par rapport à la performance global de l'étang (auteur, 2021).....	22
Figure 12 :	Répartition par espèces des biomasses empoissonnées et pêchées en 2020 chez les pisciculteurs du PADPP 2 (auteur, 2021).....	23
Figure 13 :	Relation entre densité de l'Heterotis à l'empoissonnement et GMQ (auteur, 2021).....	24
Figure 14 :	Cloisons pour séparer les géniteurs dans l'étang. Gauche : Ivoloïna en 1965 (Rakotomanampison, 1965) ; Droite : Chez Boto Edmond à Ambodivoananto en 2021 (APDRA, 2021).....	26
Figure 15 :	Pêche finale de l'étang de Randry dans la région Analanjirofo (APDRA, 2021)	28
Figure 16 :	Dates de reproductions des Heterotis sur la Côte Est (estimation)	29
Figure 17 :	Photos de la pêche des alevins dans l'étang barrage de Denis (APDRA, 2021)	31
Figure 18 :	Photos de l'étangs de service et des alevins pré-grossis chez Christine à Ambodivoananto (APDRA, 2021).....	32
Figure 19 :	Photos fabrication de l'épuisette en voile et de la pêche et du transfert chez Lahady (APDRA, 2021).....	33
Figure 20 :	Photos de la préparation de l'étangs de service et des alevins pendant le transfert (APDRA, 2021)	33
Figure 21 :	Photo de la fabrication d'une épuisette pour la pêche de la boule d'alevins Heterotis (APDRA, 2021).....	36

I - Généralités et contexte

1. La Côte Est - région Atsinanana

La région Atsinanana dispose d'un climat de type équatorial. Elle est caractérisée par une forte pluviométrie (2 760 mm de moyenne cumulée annuelle entre 2010 et 2016) présentant une forte variation saisonnière et interannuelle (Figure 2). Les températures mensuelles moyennes varient elles aussi entre 22,4 et 28,8 °C. Ces fluctuations impactent directement la température de l'eau des étangs, avec des températures mensuelles moyennes comprises entre 20 et 31 °C en fonction des saisons.

On peut distinguer ainsi 3 grandes périodes distinctes :

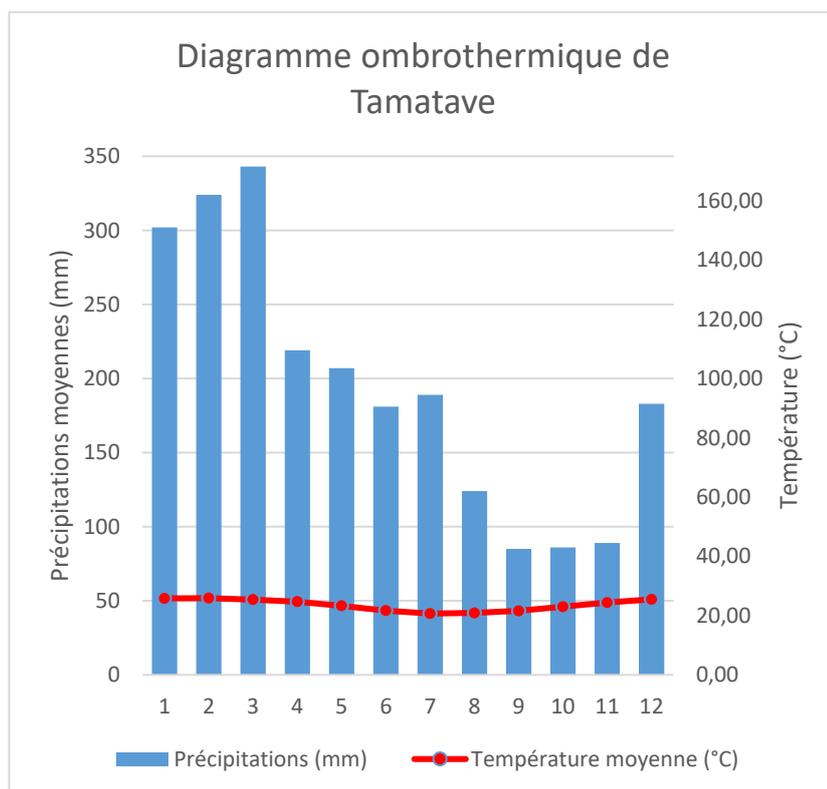


Figure 1 : Diagramme ombroclimatique de Tamatave (source : climate-data.org, 2021)

- La saison cyclonique / Grande saison des pluies de décembre à avril marquée par une forte chaleur (> 25 °C de moyenne) et des fortes précipitations avec des cumuls journaliers importants. Rappelons que la côte Est malgache est l'un des endroits du monde les plus exposés au risque cyclonique, du fait de sa localisation sur l'axe des cyclones en provenance du Nord-Est des Mascareignes et de sa forme allongée.

- Une saison « fraîche » de mai à août qui voit un net recul des températures avec des minima pouvant atteindre 16 °C durant les mois juillet-août et une moyenne autour de 20 °C. Les cumuls de précipitations diminuent. Cependant, le nombre de jours de pluie reste égal, voire supérieur, à la grande saison des pluies (All Met Sat, 2021).

- Une saison sèche et chaude de septembre à novembre où les

précipitations sont au minimum (< 100 mm mensuel) alors que les températures augmentent rapidement pour atteindre leur maximum en décembre (moyenne journalière > 30 °C.)

Malgré de nombreux atouts naturels, la région Atsinanana est caractérisée par de fortes contraintes alimentaires et nutritionnelles et ses zones rurales sont souvent très enclavées. Les cultures de rente (i.e. litchi, girofle, vanille) constituent l'essentiel des revenus des ménages ruraux de la région. Toutefois, ces revenus ne permettent pas aux ménages d'acquiescer des aliments en qualité et quantité suffisante, alors qu'en parallèle, les cultures vivrières peinent à assurer leur autosuffisance alimentaire. Il en résulte une malnutrition qui concerne encore de nombreux ménages ruraux dont 25 % ont une consommation alimentaire insuffisante (WFP, 2021). Cette malnutrition se caractérise essentiellement par des carences protéiques liées à un accès réduit aux produits alimentaires d'origine animale.

Le poisson est la première source de protéine animale dans la région. La pêche artisanale maritime et continentale (dans le canal des Pangalanes) a longtemps permis d'alimenter les marchés urbains et ruraux du

pays, mais la pression démographique provoque un accroissement constant de l'effort de pêche alors que les captures stagnent ou diminuent.

2. Présentation de l'*Heterotis niloticus*

2.1 Carte d'identité

Nom scientifique : *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829)

Nom courant : Heterotis

Noms vernaculaires : *kabo* (Côte Est),
vangolaopaka (Hautes Terres, Côte Ouest)

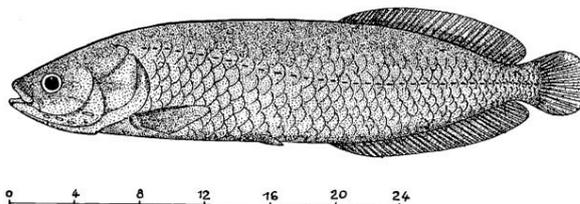


Figure 2: *Heterotis niloticus* d'après Blache, 1964 (Moreau, 1982)

2.2 Grands traits biologiques et élevage

L'*Heterotis niloticus* est un poisson omnivore à tendance benthophage et microphage (Moreau, 1982 ; Aldite et al, 2006 ; Momentcham, 2009) la sous-famille des Arapaimidae. A noter qu'aux premiers stades de croissance, il semble essentiellement consommer du zooplancton et des larves d'insectes. Ce serait seulement à partir du stade fingerling (autour de 17 cm dans les conditions de l'étude de référence en Côte d'Ivoire) qu'il acquiert véritablement un caractère omnivore, bien que la consommation de zooplanctons (copépodes et cladocères en particulier) reste prédominante à tous les stades (Odo et al, 2009 ; Kouakou et al, 2016).

Il est originaire des grands fleuves et lacs d'Afrique de la région soudano-sahélienne (de la partie soudanaise du Nil aux grands fleuves côtiers d'Afrique de l'Ouest), connus notamment pour leurs crues saisonnières importantes auxquelles l'espèce s'est adaptée (cf. figure 3). A noter que la Côte Est malgache est probablement l'un des endroits avec les températures moyennes annuelles les plus basses de toute l'aire de répartition actuelle de l'espèce (cf. figure 4). Grâce à l'adaptation de sa vessie natatoire comme organe respiratoire, il est capable d'utiliser l'oxygène de l'air. Cette « double-respiration » lui permet de survivre dans des eaux relativement pauvres en oxygène (Moreau, 1982).

C'est un poisson qui présente de nombreux atouts en pisciculture, notamment sa croissance exceptionnelle qui peut dépasser les 20 g/jour et il ne semble pas concurrencer le tilapia du Nil, ni la carpe commune, les deux principales espèces élevées en pisciculture à Madagascar. Une étude dans 15 régions de Côte d'Ivoire auprès de 301 exploitations montre d'ailleurs que l'Heterotis est présent en polyculture dans 76% des exploitations enquêtées et l'association bispécifique *Oreochromis niloticus* et Heterotis représente 67% des systèmes de polyculture (Kimou et al, 2016).

La principale contrainte est la gestion de la reproduction et des alevins. En effet, ce poisson ne présente pas de dimorphisme sexuel et la maturité sexuelle est atteinte vers 2 ans seulement sur la côte Est de Madagascar – On ne connaît pas d'observations pour la côte Ouest (Rakotomanampison, 1964 ; *Données de suivi-évaluation du PADPP3*). A noter que dans les pays d'Afrique de l'Ouest on peut observer des maturations plus précoces généralement autour de 20 mois, voire 18 mois en moyenne selon les pisciculteurs camerounais (Moreau, 1982, Canonne et al, 2021). Sa reproduction dans le milieu naturel a souvent lieu lors de crues qui permettent aux géniteurs de confectionner des nids dans des zones enherbées. Une fois éclos, les alevins nagent en un banc compact formant des boules et sortent du nid après quelques jours. Ils sont protégés par les parents au cours des premières semaines.

L'Heterotis a une grande importance dans la pisciculture familiale en Afrique de l'Ouest. En Guinée Forestière, il est élevé en polyculture avec le tilapia et contribue à hauteur de 30 % au rendement des étangs barrages (Simon et Benhamou, 2009), en Côte d'Ivoire, il représentait la 3^{ème} espèce la plus produite en quantité (Oswald et al, 2015).

Nous nous limitons ici et par la suite aux éléments qui nous paraissent pertinents dans le cadre des activités du PADPP3. Une revue bibliographique plus complète sur l'Heterotis a été réalisée par le CIRAD dans le cadre du même projet (Cannone et al, 2021).

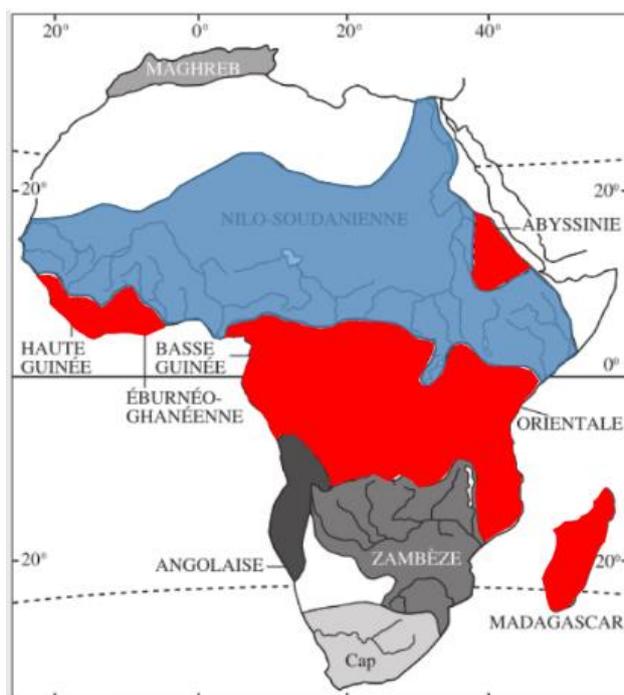


Figure 3 : Distribution de l'Heterotis niloticus. (L'Évêque et Paugy, 2006 modifiée par Koua, 2019).
Bleu : distribution d'origine
Rouge : présence après introduction

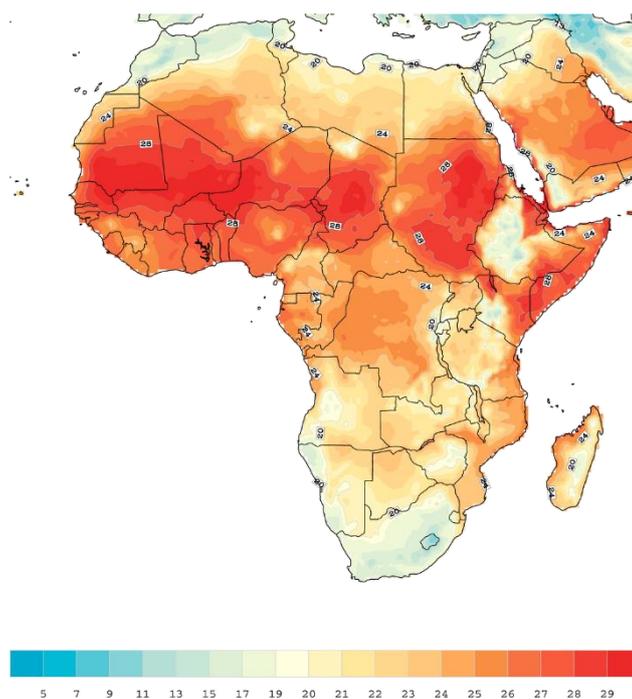


Figure 4 : Température moyenne annuelle sur le continent africain (1971-2000) (source : wikipedia.org)

2.3 La reproduction de l'Heterotis

Pour faciliter la compréhension des lecteurs, nous présentons ici succinctement les grandes étapes de la reproduction de l'Heterotis d'après les données tirées de la bibliographie, principalement les articles de Rakotomanampison (1965) et de Moreau (1982), ainsi que d'après les observations des équipes et des pisciculteurs des projets.



1- Parade : Les Heterotis prennent une couleur bleutée, très foncée pour la première reproduction puis concentrée ensuite sur la nageoire caudale (Rakotomanampison, 1965 ; confirmées par les observations de 2020). Le couple se déplace ensemble dans l'étang et se tourne autour.



2- Nid (J-5 à J-3) : Les nids sont surtout construits pendant la nuit et sont visibles au matin. D'après les pisciculteurs, il faut parfois 2 nuits pour que le nid soit fini. On note aussi qu'un certain nombre de nids sont abandonnés après leur création et qu'il y a parfois les traces de 3 ou 4 nids pour un couple dans un étang. Les deux raisons les plus probables sont d'une part des décrues rapides après une petite inondation qui isole le nid et, d'autre part, le passage de personnes près du nid qui perturbent les Heterotis qui ont tendance à abandonner rapidement le nid en cas de menaces, y compris après la ponte. Un fois le nid construit la ponte intervient vraisemblablement dans les deux jours qui suivent (Moreau 1982). Les nids d'Heterotis sont très facilement reconnaissables avec leur forme ronde, d'un diamètre de 1 à 1,5 mètre et les parois végétales qui affleurent à la surface de l'eau.



3- Gardiennage du nid (J-5 à J0¹) : C'est le premier et le seul signe observable à ce stade montrant que la ponte a bien eu lieu. On a encore assez peu de connaissances sur la ponte du fait des difficultés à l'observer. On sait que la femelle dépose ses œufs sur le sol. Un géniteur est présent en permanence dans le nid tandis que l'autre reste autour du nid sans s'en éloigner. Les géniteurs échangent régulièrement leur place et accèdent au nid grâce à un unique trou percé dans la paroi du nid.

¹ Ici, et pour le reste du document, on considérera J0, comme le jour de l'éclosion (et non de la ponte). Cela donne le décompte le plus fiable car la ponte n'est pas observable tandis qu'on sait que l'éclosion correspond, dans les conditions de la Côte Est de Madagascar, au 2^{ème} jour (voire 3^{ème}) avant la 1^{ère} respiration en surface des larves



4- **1^{ère} respiration des boules (J+2 à J+3)** : Comme l'oxygène se raréfie dans le nid, les alevins montent respirer en surface (Moreau, 1982). C'est la première fois qu'on observe les alevins. Les larves remontent et redescendent au fur et à mesure pour prendre leurs premières respirations aériennes. Cela crée un effet en surface semblable à de l'ébullition.



5- **1^{ère} sortie du nid (J+3 à J+5)** : Les larves sortent pour la première fois du nid, accompagnées de près par les parents qui guident la boule avec des mouvements circulaires. Les premières sorties sont très courtes et les boules ne sortent pas à plus de 2 ou 3 mètres du nid. En comparant les tailles des boules qu'on a pu observer, on s'aperçoit toutefois qu'il y a peu de pertes à ce stade dans la plupart des étangs, hormis les très pauvres (cf photo ci-contre où l'eau est transparente).



6- **Vie en boule (J+6 à J+30)** : A partir de là, la boule va de plus en plus loin dans l'étang, toujours encadrée par les parents s'il n'y a pas de perturbation (prédateur ou présence humaine). Les alevins ont alors atteint l'âge le plus critique de l'alevinage. En effet, le nombre d'alevins diminue plus ou moins fortement dans les boules, quand celles-ci ne disparaissent pas complètement. Nous n'avons pas vu jusqu'ici à Madagascar de boules encore constituée en étang après 30 jours. En effet, soit les alevins meurent avant cet âge, soit les alevins survivants se dispersent dans l'étang.

Dans le milieu naturel, des alevins en boule pesant en moyenne entre 15 et 30 g ont été pêchés, ce qui correspond environ à 60 jours d'existence dans le contexte de la Côte Est malgache et le plus souvent sans parents présents autour, probablement du fait des pêches.

Figure 5 : Photos de la reproduction de l'Heterotis, prises chez les bénéficiaires du projet PADPP3 (APDRA, 2020)

3. Historique de l'Heterotis à Madagascar

3.1 Introduction sur la côte Est et premières recherches à la station de recherche Ivoloïna

Lors d'un sommet politique à Bangui en République Centrafricaine, le président de la République de Madagascar, P. Tsiranana s'est vu servir 3 grands Heterotis au repas. Impressionné par les proportions et la qualité du poisson, il s'est personnellement impliqué dans son introduction à Madagascar. A son initiative, 22 individus ont été introduits sur la Côte Est, à la Station d'Essais d'Ivoloïna en 1962 et 1963, respectivement en provenance de la République Centrafricaine et du Cameroun. Faute d'étangs suffisamment grands à la station d'Ivoloïna pour élever des Heterotis selon lui, l'ingénieur des Eaux et Forêts en charge de l'espèce à Madagascar a d'abord envisagé d'introduire les poissons directement dans le milieu naturel ou dans des étangs barrage pour pouvoir ensuite y prélever les alevins en cas de reproduction. C'est le président lui-même qui s'y est opposé car il souhaitait une maîtrise rapide de la production d'alevins d'Heterotis, notamment pour alimenter son propre étang à qui sera destiné une partie des premiers alevins. Il a finalement réparti les géniteurs dans les petits étangs de la station, aménagés spécialement pour atteindre entre 4 et 5 ares (Rakotomanampison, 1982).

Une première reproduction inattendue a eu lieu très tôt, en février 1964, avec des poissons dont l'âge a été estimé à une douzaine de mois (Rakotomanampison, 1964). Cependant, la boule d'alevins a disparu au bout de quelques jours.

En 1964, lors des premiers essais de domestication à Madagascar, cette espèce était peu connue. D'après les autres expériences africaines qu'ils connaissaient, les responsables de l'essai supposaient que :

- Il pond une fois par an ;
- La ponte est déclenchée par les grandes pluies et inondations ;
- La mortalité des alevins est forte ;
- On ne peut pas différencier les mâles et les femelles ;
- C'est une espèce monogame.

Des expériences ont donc été menées afin d'identifier :

- ⇒ La saisonnalité des pontes ;
- ⇒ L'âge de la maturité sexuelle (âge de la 1^{ère} ponte) ;
- ⇒ Le nombre de pontes par couple ;
- ⇒ Les causes de la mortalité des alevins ;
- ⇒ Le nombre d'alevins qu'on peut obtenir.

Ainsi, en 1964 et 1965, pour former les couples, 4 à 5 individus ont été mis dans des étangs de 4 ares avec des palissades en bambou de façon à pêcher facilement les couples une fois qu'ils étaient formés et de les transférer ensuite dans un autre étang. Les reproductions ont été réalisées du 15 octobre au 15 avril, en saison chaude et pluvieuse. Rakotomanampison (1965) voit la température de l'eau comme principal facteur déclencheur de la ponte (supérieure à 30°C en fin d'après-midi pendant quelques jours) mais n'exclut pas la pluviométrie comme un facteur secondaire. La première reproduction a eu lieu chez un individu âgé de 20 mois, mais dans quelques cas il y a eu des reproductions chez des individus ayant tout juste 12 mois (sans certitude sur leur âge). Il peut y avoir plusieurs pontes (4 en moyenne et jusqu'à 7 par an) quand les alevins sont séparés des parents. Chaque ponte peut représenter plus de 1000 alevins (Rakotomanampison, 1965).

Les 800 alevins finalement obtenus ont été dispersés à travers les différentes stations piscicoles de Madagascar, y compris dans les Hautes Terres où l'espèce a été acclimatée. De là, elle a conquis bon nombre de lacs et fleuves du pays. En 1982, le responsable de ces recherches a souligné l'intérêt de poursuivre la recherche fondamentale sur cette espèce, cette fois en étudiant d'une part la niche écologique de l'Heterotis

pour situer sa place dans la faune ichthyologique du pays et d'autre part l'évolution de la structure génétique de la population, étant données la base génétique d'origine restreinte (18 individus) et les conséquences de celles-ci (Rakotomanampinson, 1982).

On signale par la suite des essais d'élevage à la station d'Analamasaotra - Perinet (Andasibe) au début des années 1970, orientés vers la recherche de traitements permettant de résoudre le problème de mortalité des alevins (Morissens, 1974). Malgré l'absence de répétitions dans les expériences, Morissens (1974) conclut sur l'utilisation d'une irrigation en bief complétée par une fertilisation (sans alimentation) en étang pour améliorer le taux de survie (54 % de survie contre 37 % avec seulement alimentation et 42 % avec les 2 modalités). Les géniteurs se seraient reproduits entre 2 et 3 fois dans l'année, soit beaucoup moins que les 4 par années obtenus en moyenne à Ivoloïna. A Andasibe, la saison de reproduction s'est avérée être de seulement 3 mois, au lieu des 6 mois observés sur la Côte Est, peut-être à cause de températures plus basses (Andasibe est situé à 919m d'altitude et présente des températures moyennes environ 5° inférieures à celles de Tamatave).

Selon les données également rapportées par Moreau (1982) à la station proche de Manakara (située au sud de la côte Est), 6 couples se seraient reproduits entre 1 et 4 fois en 1974 et 1975, soit en moyenne 2,7 fois par saison. Or, les conditions climatiques y sont similaires à celles d'Ivoloïna à Tamatave (la seule différence notable est la température minimale 1° plus basse à Tamatave qu'à Manakara). On peut alors penser que les conditions de la station d'Ivoloïna étaient particulièrement favorables à la reproduction et qu'en général, on peut plutôt espérer entre 2 et 3 reproductions par saison dans des milieux moins contrôlés, notamment chez les paysans.

Si l'Heterotis a bénéficié d'une attention exceptionnelle en 1964 et 1965 et dans une moindre mesure dans les années 1970, il sera par la suite délaissé par les techniciens des Eaux et Forêt et par leurs successeurs au profit d'autres priorités de recherche.

3.2 Acclimatation de l'Heterotis et pêche en milieu naturel

L'Heterotis s'est naturalisé sur la Côte Est, d'abord dans la rivière Ivoloïna puis dans le canal des Pangalanes². Le stock et les prélèvements d'Heterotis sont très difficiles à mesurer car les techniques de pêche traditionnelles sont peu adaptées à sa capture et il n'y a aucune donnée sur l'évolution de la population depuis son introduction (Lassere, 1979). Il aurait toutefois tendance à se raréfier ces dernières décennies d'après les dires des pêcheurs. De plus, il est introuvable sur les marchés locaux. Selon les pêcheurs, la saison de capture de l'Heterotis correspond au retour des pluies (novembre-décembre) et donc à la période de reproduction. Ajouté à cela, on sait que les adultes ont tendance à abandonner le nid en cas de menace, même après la ponte. On peut donc supposer que la diminution observée des Heterotis sur la région Atsinanana est due à une pression importante pendant la période de reproduction, éventuellement aggravée par des prélèvements excessifs.

Il est intéressant de noter qu'à l'ouest du pays (régions Boeny et Betsiboka notamment), le phénomène inverse semble s'opérer. L'Heterotis est décrit comme abondant et fréquent sur les marchés. Il est même décrit dans plusieurs plans d'eau comme prenant le pas sur des espèces indigènes (FAO, 1989 ; MEDD, 2019) et considéré comme une menace en tant qu'une des « *espèces exotiques prédatrices et compétitives [qui induisent] une modification radicale des structures et composantes d'habitats naturels* » (au même titre que *Oreochromis niloticus* et *Channa sp.*) (MEDD, 2019).

L'une des explications de ce contraste est la faible productivité globale des Pangalanes, qui présente des eaux saumâtres du fait de sa proximité avec l'Océan Indien (près des embouchures mais aussi lorsque le cordon

² Le canal des Pangalanes, creusé entre la fin du 19^{ème} et le début du 20^{ème} siècle s'étend sur 650 km le long de la Côte Est entre Foulpointe au Nord et Farafangana au Sud. Dans ce document, le terme désigne aussi bien le canal en lui-même que la multitude de lacs, fleuves et lagunes qu'il recoupe.

dunaire qui sépare les deux eaux se rétrécit) peu favorables aux espèces d'eaux douces comme l'Heterotis. Les températures plus fraîches de l'eau, qui descendent jusqu'à 21 °C peuvent aussi être un facteur défavorable (Lassere, 1979).

Le climat de la Côte Ouest correspond d'ailleurs davantage au climat de savane aride ou subhumide des aires d'origines de l'espèce que la Côte Est, avec une saison sèche marquée et des températures minimales moyennes (atmosphérique cette fois) ne descendant jamais en dessous de 20 °C (figure 5). A la lumière de cette comparaison et connaissant l'influence de la température sur l'Heterotis et notamment sur sa reproduction, on peut supposer que le climat de la Côte Est n'est pas le plus favorable à l'Heterotis, bien qu'il y soit acclimaté.

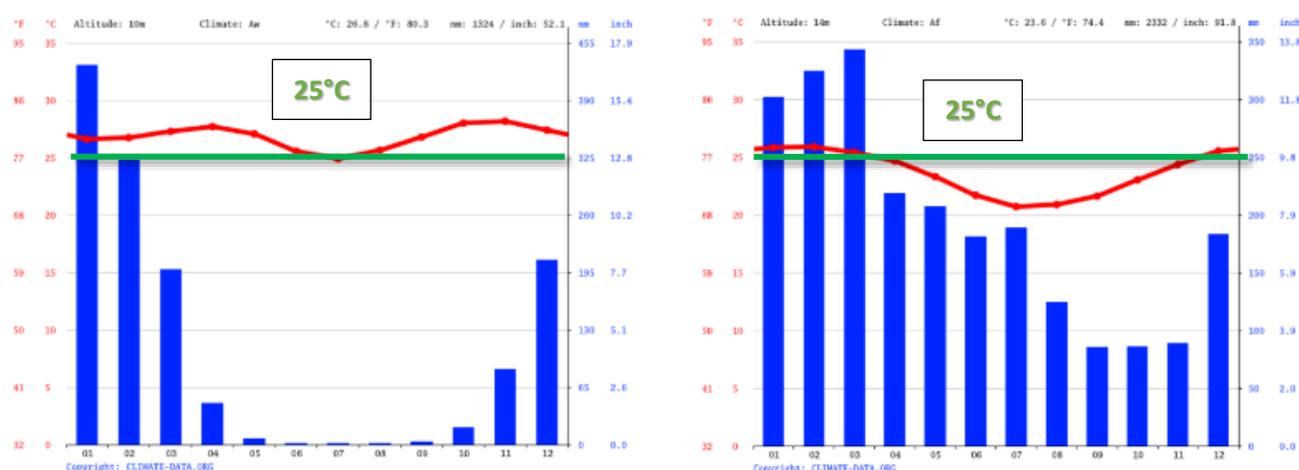


Figure 6 : Comparaison des températures et précipitations entre Mahajanga, côte Ouest (à gauche) et Tamatave, côte Est (à droite) (climate-date.org, 2021)

4. Données complémentaires

La biologie de ces poissons reste encore peu étudiée par rapport à d'autres espèces à hautes valeurs piscicoles, même si quelques travaux récents ont apporté des connaissances nouvelles, notamment sur la nutrition et l'alimentation du poisson (Odo et al, 2009, Monentcham, 2009 ; Koua, 2019). Parmi les lacunes et questions qui subsistent sur l'Heterotis certaines sont essentielles pour comprendre et maîtriser sa reproduction dans la perspective de l'élevage du poisson à grande échelle sur la côte Est de Madagascar.

4.1 Le sexage des géniteurs d'Heterotis

L'une des difficultés majeures par rapport à la reproduction est l'absence de dimorphisme sexuel marqué chez l'Heterotis et donc l'impossibilité de constituer des couples. Plusieurs pistes complémentaires ont été explorées par l'APDRA ou par des institutions de recherches.

Une grande partie de ces pistes, porte sur les critères morphologiques extérieurs observables à l'œil nu. En Côte d'Ivoire, en Guinée et à Madagascar, on rapporte de nombreux cas de pisciculteurs reconnus pour leur capacité à sexer cette espèce sans qu'on ait pu pour l'instant les valider après réplification des techniques. A Madagascar la principale limite pour la mise au point de cette technique est qu'il s'agit d'une démarche empirique qui nécessite un grand stock de géniteurs à sacrifier (ou d'investir dans un scanner) et la difficulté de pêcher suffisamment de géniteurs « bleutés », stade qui correspond aux quelques jours entre la parade et la séparation de la boule. Plusieurs témoignages décrits ci-dessous font état de différences observables uniquement à ce stade. Parmi ces techniques certaines méritent d'être rapportés ici, pour témoigner d'une

possibilité future d'arriver à une technique facile de sexage et pour faciliter l'identification de telles pratiques par les équipes techniques.

1- En 1998, en Côte d'Ivoire, un pisciculteur réussit à obtenir un couple en se basant sur la différence de taille entre les juvéniles et donc vraisemblablement entre le mâle et la femelle, le premier étant supposé plus gros. L'animateur décide de tenter l'expérience à son tour à partir de 10 alevins issus d'une même boule. Après un cycle de 6 mois au cours duquel les Heterotis atteignent 2,5 kg en moyenne, il sépare les Heterotis selon leur taille avant de former 2 couples en associant un petit et un gros. Il met ensuite chacun des couples dans un étang différent. Après le 3^{ème} cycle (donc des géniteurs d'environ 2 ans), il obtient des reproductions dans les deux étangs. Cette technique semble bien fonctionner à condition de former les couples à partir de poissons issus d'une même boule et ayant eu les mêmes conditions de croissance.

2- En 2012, à Madagascar, lors d'une mission pour récupérer des géniteurs, Bertrand Pajon, expert piscicole de l'APDRA, et l'équipe projet en place ont rencontré un pêcheur qui serait capable de sexer les poissons à l'œil nu dans un village à une trentaine de kilomètres au sud de Maevatanana. Sur 22 poissons transportés, le taux d'exactitude du sexage fût de 100 % après vérification à partir du puçage et de l'autopsie des Heterotis décédés pendant le transport.

Selon les explications, le pêcheur utilise comme indice morphologique des taches blanches à la racine de la ligne d'écaille qui sont présentes uniquement chez la femelle en période de reproduction, au moment où l'Heterotis prend une coloration bleutée.

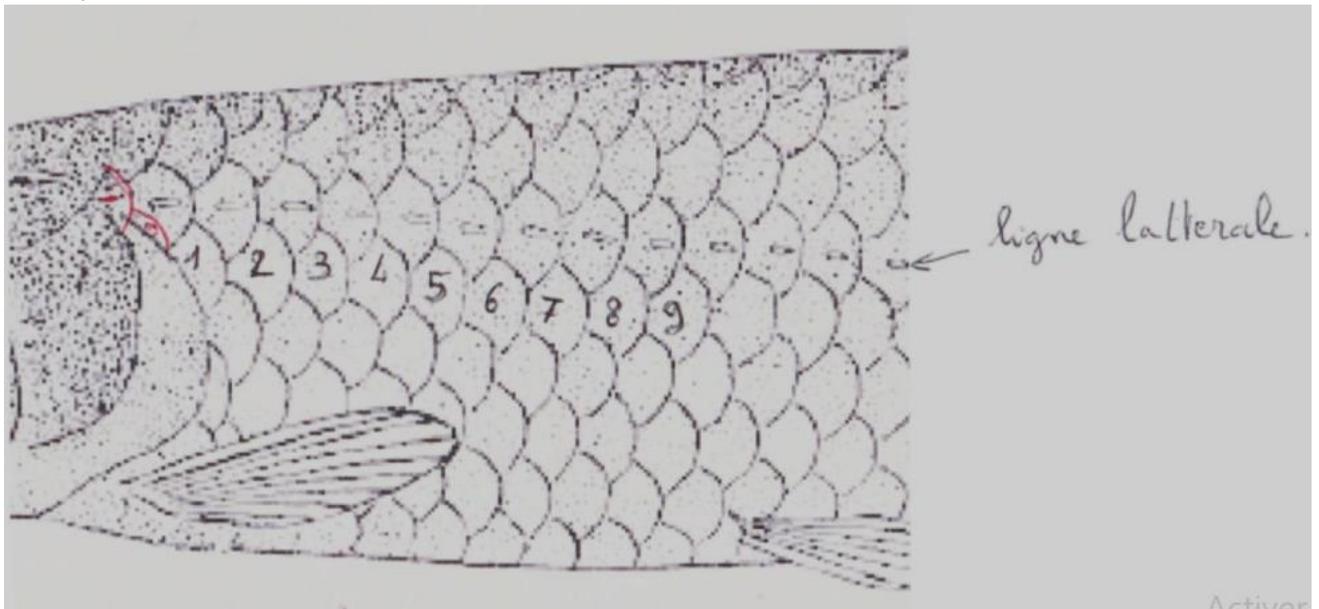


Figure 7 : Emplacement des taches distinctives chez la femelle en période de reproduction d'après un pisciculteurs (Martel et Oswald, 2013)

Il y a eu une tentative de répliquer l'expérience en Guinée à partir de l'expérience malgache mais celle-ci ne fût pas concluante. Il n'y a eu en effet que 50 % de réussite. La surprise a été de voir plus de femelles que de mâle et des mâles en moyenne plus gros. Cela pourrait cependant ne pas être lié au sex-ratio « naturel » de l'espèce mais simplement le choix privilégié des plus gros individus pour leur commercialisation (Martel et Oswald, 2013).

3- En 2021, à Madagascar, un pisciculteur de la région Analanjirofo, dit avoir observé des différences entre les deux sexes lorsque les Heterotis prennent leur coloration foncée en saison de reproduction. Selon lui, la femelle aurait un liseré blanc à l'extrémité de la nageoire caudale. Il n'a cependant vérifié par dissection que sur 3 individus, mais avec 100 % de réussite dans la prédiction du sexe.

4- En 2019, au Nigéria, une expérience a été réalisée à l'Université de Maiduguri pour chercher des critères morphologiques permettant de sexer des Heterotis. Un très grand nombre de caractéristiques ont été

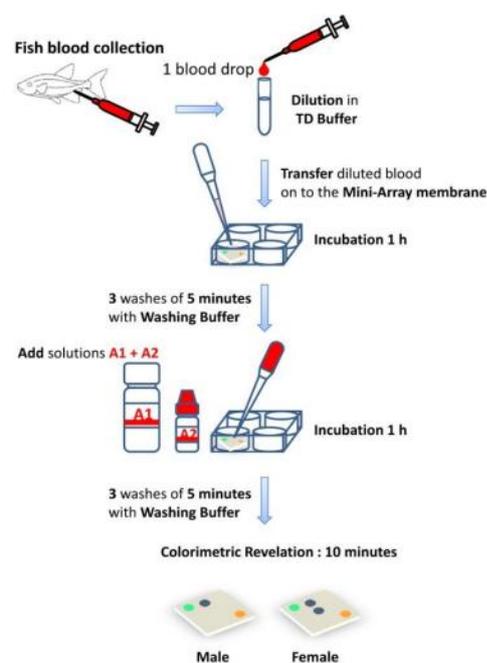
relevées incluant les mesures de différentes parties du corps et le dénombrement et de certains traits spécifiques (e.g. tâches, lignes, organes externes). Il en résulte qu'il n'y a pratiquement aucune différence significative entre les mâles et femelles. La seule différence observable est la présence d'une petite papille séparant les deux orifices anaux chez le mâle et absente chez la femelle (Mohammed et al., 2019). Il reste à voir avec quelle facilité cette différence est observable sur le terrain et sans matériel particulier.

5- Comme des pisciculteurs ou des techniciens l'ont remarqué, il est aussi possible de faire sortir les produits génitaux par massage abdominal durant la période de reproduction, 2 mois après la reprise de la gamétogenèse (Octobre à Mars dans le cas de la Côte Est de Madagascar). Cependant la méthode ne semble pas fiable dans la mesure où selon les observations de Moreau dans les Pangalanes, sur cette période, seuls 10 à 15% des poissons (avec un pic à 30% en janvier) excrètent effectivement des produits génitaux, sachant que les individus étudiés auraient, selon lui, tous atteints une taille supérieure à celle de la première maturité sexuelle (Moreau et Moreau, 1982).

6- **D'autres pistes plus robustes** sont envisagées et parfois déjà testées à petite échelle :

- L'une d'entre elles consiste à vérifier la présence de l'ovaire, par dissection ou canulation. En effet, l'ovule est situé uniquement sur le côté gauche de l'animal et bien distinct du testicule par sa taille : entre 70 et 90 g pour l'ovaire contre 3 à 4 g pour le testicule (Moreau, 1982). Ces méthodes, réalisées avec des soins appropriés n'entraînent pas de séquelles sur les poissons.

- Des recherches ont eu lieu autour du développement de méthode de sexage pour l'*Heterotis*, en s'inspirant notamment des travaux réalisés pour *Arapaima gigas*, une autre espèce de la famille des Arapaimidae vivant sur le continent américain, qui présente également une absence de dimorphisme sexuelle. Ces méthodes, bien que demandeuses en matériels, ont l'avantage de présenter une grande fiabilité, si bien réalisées et sont également non invasives pour l'animal, un simple prélèvement sanguin étant suffisant. Deux méthodes ont été retenues par Koua à l'issue de sa thèse. Elles reposent toutes les deux sur la reconnaissance d'un biomarqueur, la protéine Vtg (vitellogénine), précurseur des protéines du vitellus (jaune d'œuf) et donc exprimée uniquement par les femelles dans la nature. L'une utilise la spectrométrie de masse pour identifier la protéine dans un échantillon de plasma sanguin. La seconde repose sur l'utilisation d'anticorps spécifique de cette protéine (Anti Vtg), dosée par la méthode ELISA. L'anticorps peut être assez facilement produit en induisant une réponse immunitaire à la Vtg chez un autre animal (lapin par exemple). Une fois l'anticorps disponible, la seconde méthode a l'avantage d'être assez simple, peu coûteuse par rapport à la première (Koua, 2019). Ces travaux ouvrent la voie à la mise en place de kit de sexage facilement utilisable sur le terrain comme pour *A. gigas* (cf. figure 9).



1. Blood Collection: 10 minutes
2. Incubation with Mini-Array membranes and washes: 1 hour and 15 minutes
3. Incubation with A1 + A2 and washes: 1 hour and 15 minutes
4. Revelation: 10 minutes

Figure 8 : exemple d'utilisation de kit de sexage pour *A. gigas* (source : diag4zoo.fr)

4.2 Le déclenchement de la reproduction

On reconnaît aujourd'hui 3 facteurs principaux qui déterminent le déclenchement de la gamétogenèse et la période de fraie chez l'*Heterotis* (Moreau et Moreau, 1982):

- L'installation de la saison des pluies ;

- L'augmentation de la température ;
- Une diminution du pH.

Rakotomanampison (1964) pense que des températures supérieures à 30° pendant plusieurs jours sont nécessaires pour déclencher la reproduction mais l'hypothèse n'a jamais été confirmée.

Il est cependant difficile de déterminer exactement la prépondérance de tel ou tel de ces facteurs. Moreau (1982) fait l'hypothèse que « *la température, l'allongement de la photopériode, la saison des pluies voire l'abaissement du pH, soit nécessaire au déclenchement de l'activité sexuelle d'Heterotis et que l'action de ces facteurs soit cumulative c'est-à-dire qu'en l'absence d'un facteur, l'action des autres prend davantage d'importance* ».

Une fois la gamétogenèse déclenchée, il est probable que la variation du niveau de l'eau dans le milieu (inondations) est l'un des principaux facteurs qui stimule à un moment donné la nidification et l'accouplement (Moreau et Moreau, 1982, Monentcham, 2009).

4.3 La survie des alevins

D'après les observations recueillies, les parents ne mangent pas les alevins mais les défendent et selon Rakotomanampison (1966) ils les nourrissent « *en fouillant la vase [puis] on voit l'essaim se précipiter dans le nuage de boue* ». Une boule d'alevins se forme après l'éclosion des œufs et reste sous la garde des parents. Elle diminue de taille au fil des sorties du nid, les alevins qui en sortent se mettent sur le côté et se laissent mourir. Toutes les observations montrent que la mortalité est très forte pendant les 2 premiers mois, dans le milieu naturel comme dans les étangs. Les premières semaines sont particulièrement sensibles et plusieurs centaines d'alevins peuvent disparaître en quelques jours (Moreau, 1982). Ainsi, la mortalité massive des alevins est l'une des contraintes majeures pour l'élevage de l'Heterotis, d'autant plus quand les stocks sauvages sont insuffisants pour approvisionner les pisciculteurs dans le cas de la Cote Est de Madagascar. La suite de l'élevage larvaire semble très différente selon les conditions du milieu. En Guinée, il semble possible de trouver des alevins encore en boule jusqu'à 45 jours, constitué de plusieurs centaines d'alevins alors qu'à Madagascar, le maximum observé est de 15 jours dans les meilleurs des cas. Les causes les plus probables sont d'origine alimentaire et nutritionnelle (Moreau, 1982 ; Monentcham, 2009).

En effet, comme le souligne Monentcham, la forte mortalité au stade larvaire n'est toujours pas pleinement comprise et des investigations sont encore nécessaires sur l'alimentation des larves durant les premiers jours après l'éclosion : « Pour [définir] des stratégies d'alimentation des larves, il est nécessaire d'étudier le développement larvaire en se basant sur l'évolution des réserves vitellines, le système digestif ou le métabolisme lipidique dans les premiers stades de vie [des larves]. [...] Les investigations doivent aussi évaluer l'impact des modifications physico-chimiques de l'environnement sur la mortalité des larves » (Traduit de l'anglais).

II - Sept ans de recherche-action sur la Côte Est

Pour les raisons évoquées et résumées dans le tableau ci-dessous, et pour les bons résultats obtenus sur le continent africain, l'APDRA a souhaité intégrer l'Heterotis dans la polyculture étangs barrages de la Côte Est.

L'Heterotis dans la pisciculture paysanne sur la Côte Est de Madagascar	
Atouts	Contraintes
<ul style="list-style-type: none">- Excellente croissance (GMQ > 20g/j) ;- Fort rendement spécifique (jusqu'à plus d'1 t en étangs fertilisés en Afrique de l'Ouest) ;- Régime alimentaire supposé peu concurrentiel avec les espèces courantes en étangs (tilapia et carpes) ;- Adapté aux conditions de l'étang barrage (profondeur, mode de gestion, etc.)- Consommation appréciée localement	<ul style="list-style-type: none">- Rendement spécifique très inférieur à ceux obtenus en Afrique continentale ;- Pas de dimorphisme sexuel (sexage manuel impossible) ;- Alevins très fragiles les premières semaines ;- Maturité sexuelle tardive (2 ans) ;- Risque de tarissement des étangs en octobre – novembre (début de la saison de reproduction).- Faible stock dans le milieu naturel pour l'approvisionnement des étangs

Tableau 1 : Atouts et contraintes de l'élevage de l'Heterotis (auteur, 2021)

1. Le pré-grossissement des alevins

1.1 La constitution d'un stock de poissons

Le premier défi à relever par l'APDRA a été de fournir aux pisciculteurs des alevins d'Heterotis qui deviendront les futurs géniteurs. Rappelons en effet, que le stock d'Heterotis présent dans le milieu naturel de la région Atsinanana est faible et les captures aléatoires, ce qui ne permet pas d'en faire une source d'approvisionnement durable pour la pisciculture, comme cela peut par exemple être le cas en Guinée ou dans d'autres pays Ouest-africains. La première étape a donc été la recherche des poissons dans le milieu naturel pour constituer les premiers lots de géniteurs. Les tentatives de captures dans les Pangalanes en 2011 et 2012 ont échouées, ce qui a retardé l'intégration de l'Heterotis dans les étangs barrages. En 2012, deux missions ont été organisées vers Maevatanana dans la région Betsiboaka sur la Côte Ouest où l'Heterotis abonde. Chaque fois, les taux de mortalité ont été élevés (20 sur 21 pour la 2^{ème} mission) et peu d'individus ont pu résister au voyage en raison de la distance importante (670 km – 14 h de route), de l'étroitesse des contenants qui obligent les plus grands poissons à se courber ou encore d'une surdensité dans les contenants (PADPP, 2013). En 2014 début du projet PPMCE-SA dans les régions Atsinanana et Analanjirofo, l'effectif disponible était réduit à une dizaine d'individus, rescapés des transports précédents et stockés chez des pisciculteurs proches de Tamatave. La même année, des sites de reproduction de l'Heterotis ont été identifiés dans les Pangalanes. Dans l'un d'entre eux, dans le district de Brickaville, plusieurs boules d'alevins ont pu être capturées en 2014 et 2015, puis mises en pré-grossissement³ à la station.

A partir de là, le stock d'Heterotis élevé a significativement et durablement augmenté (cf partie suivante).

³ Dans ce document, le pré-grossissement est entendu comme l'étape dont l'objectif est de passer d'une larve ou d'un alevin de quelques jours à des juvéniles suffisamment gros et résistants pour survivre au transport avant d'être introduits dans un étang barrage. Par opposition le grossissement est l'étape suivante où l'objectif final est d'obtenir un poisson commercialisable pour la consommation (ou éventuellement un géniteur mature).

1.2 Le « sauvetage » des boules d'alevins et le pré-grossissement en station piscicole⁴

Dès les premières captures de boules réussies, celles-ci ont été placées dans les étangs de la station piscicole Ivoloïna à Tamatave, gérée par l'APDRA depuis 2014. Les équipes souhaitaient obtenir un taux de survie des alevins maximal car la priorité était de fournir les nombreux pisciculteurs en futurs géniteurs. Or le nombre d'alevins a tendance à fortement diminuer dans les premières semaines dans le milieu naturel et donc les équipes craignaient qu'il en soit de même chez les paysans, ce qui a été vérifié par la suite. La station a l'avantage de présenter un milieu bien contrôlé (paramètres physico-chimiques, prédation) et d'avoir des ressources financières pour couvrir des besoins en aliment et fertilisant. Cela permet également d'expérimenter sans faire supporter les risques aux pisciculteurs.

En **2014-2015**⁵, les 4 boules capturées au lac Ambila (district de Brickaville) ont été placées dans les étangs de 4 ares de la station avec en moyenne 73 alevins par boules. Les alevins issus du milieu naturel ont atteint un poids moyen de 15 g et présentaient un taux moyen de survie de 76 % (entre 60 et 80 %) après 50 jours en pré-grossissement. La première boule aurait été nourrie avec la farine du sang de zébu, farine de soja et son de riz (proportions inconnues). Les boules suivantes ont reçu un aliment composé de 25 % de farine de poisson, 15 % de provende de démarrage, 15 % de son de riz, 15 % de farine de manioc, 15 % de farine de maïs, 15 % de farine de soja, dans des quantités inconnues (PPMCE-SA, 2017).



Photo 1 : Transport des Heterotis à Fénériver Est (APDRA, 2014)

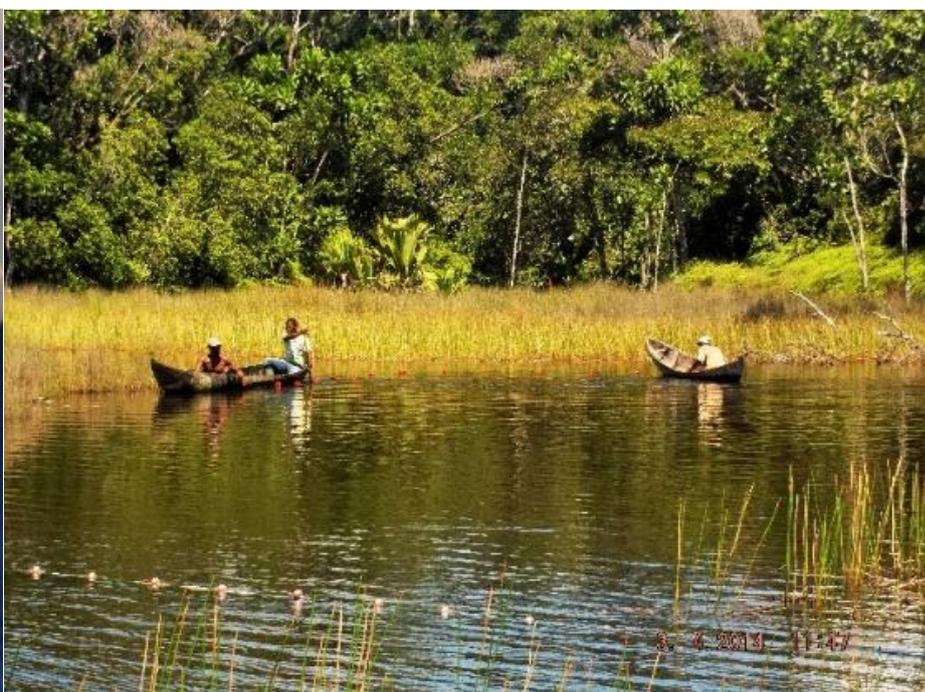


Photo 2 : Pêche d'Heterotis à Ambila (APDRA, 2014)

A partir de fin **2015-2016**, les géniteurs originaires de Maevatanana se sont reproduits chez deux pisciculteurs à Tamatave. La seconde boule aurait été pêchée à seulement 60 %, ce qui laisse penser qu'il y avait autour de 2 000 alevins en son sein, nous n'avons pas de données fiables pour les autres. Les géniteurs d'un des pisciculteurs se sont reproduits 3 fois dans la saison, vraisemblablement dans la première semaine des mois de décembre, février (+30 jours) et avril (+60 jours), sans que l'on sache si parmi les 5 géniteurs présents dans

⁴ Les données contenues dans cette partie sont pour la majorité issues de divers tableurs excel réalisés par différents techniciens de l'APDRA au fur et à mesure des années et n'ont pratiquement jamais fait l'objet de rapport écrit d'où des informations parfois partielles.

⁵ Pour rappel : On entend ici la saison de reproduction comme la période entre octobre de l'année n et mars de l'année n+1, la pause reproductive ayant lieu entre avril et septembre durant la saison froide.

l'étang un ou deux couples s'étaient formés. Chez le second pisciculteur, il n'y a eu qu'une seule reproduction signalée début novembre d'après la taille et le poids des alevins (estimation de l'auteur).

Sur les 4 boules observées, 2 ont été pêchées très tôt après la reproduction dans l'étang barrage et les alevins pesaient 0,3 g et 1 g tandis que dans les 2 autres boules, les alevins sont arrivés respectivement à 9 g et 22 g. Le taux de survie après 50 jours de ces alevins a été en moyenne de 50 %, avec une grosse variation : de 16 % pour ceux arrivés à moins d'1 g à 95 % pour ceux arrivés à 22 g (cf Annexe 2). Ces lots ont été alimentés deux fois par jours avec de la farine de soja à raison de 30 g par jour (PADPP3, 2019).

Si les taux de survie des deux premières saisons sont globalement bons⁶, ils sont difficiles à comparer du fait de fortes disparités initiales entre les lots et peu significatifs pour les plus gros alevins, une grande partie d'entre eux est déjà disparue avant la pêche de la boule, faussant à la hausse les résultats (le pic de mortalité est passé avant la pêche). Les GMQ sont par contre très faibles dans toutes les situations : entre 0,23 et 0,54 g/j avec une moyenne de 0,4 g/j, sans relation visible avec la densité ou la durée des cycles. Le changement d'aliment n'a donc pas eu d'effet notable sur le taux de survie ou le GMQ.

En 2016-2017, la priorité a été donnée au gourami géant à Ivoloïna. Par ailleurs, la clôture du PPMCE est intervenue courant 2017 et l'équipe réduite. De fait, il y a peu d'informations sur les reproductions d'Heterotis chez les pisciculteurs pour cette saison. On signale toutefois une reproduction chez un pisciculteur de la région Analanjirifo mais qui pour les raisons citées n'a pas pu être transférée à la station (cf. II.3.1).

En 2017-2018, des reproductions ont été recensées chez 6 pisciculteurs. Cinq d'entre eux n'ont pêché que partiellement les boules pour envoyer des alevins à Ivoloïna et ont gardé le reste de la boule soit en étang barrage, soit, pour l'un d'entre eux, dans un étang de service de 2 ares. Le sixième pisciculteur, basé à Vatomandry, a gardé la boule complète dans son étang (cf II.3.1). C'est ainsi que 4 lots ont été pré-grossis à Ivoloïna (un lot a disparu lors du stockage avant transport) :

- Le premier lot constitué de 129 alevins de 2 g a été empoissonné à une densité de 28 alevins par are avec des alevins de carpes (*Cyprinus carpio*). Après 28 jours, un taux de survie de 19 % et un GMQ de seulement 0,2 g/j a été observé ;
- Le second lot, empoissonné en même temps que le précédent, était constitué de 72 alevins de 2,2 g à une densité de 18 par are. Il a été empoissonné avec des alevins de gourami géant (*Osphronemus goramy*) à raison de 2 gouramis pour 1 Heterotis (36/are). Après 28 jours, le taux de survie était de 68 % et le GMQ de 0,6 g/j ;
- Un troisième lot avec des alevins à une densité d'alevins beaucoup plus élevée et en monoculture devait compléter le dispositif à des fins de comparaison mais les alevins ont été perdus lors d'une fuite dans l'un des étangs en béton où ils étaient provisoirement stockés ;
- Finalement un quatrième lot empoissonné 2 mois plus tard était constitué de 510 alevins de 0,5 g à raison de 128/are. A partir du 60^{ème} jour, ils ont été alimentés avec de la farine de soja (6 % de la biomasse). Après 90 jours, le taux de survie a été de 8 % et le GMQ de 0,2 g/j, sachant qu'on a retrouvé un nombre équivalent de tilapia zillii (*Coptodon zillii*) à la pêche. Ils ont été immédiatement ré-empoissonnés dans le même étang avec cette fois des alevins de gourami à raison de 150 Heterotis et 300 gouramis par are (de 95 g). Durant ce deuxième cycle, ils ont été alimentés à partir de provende de démarrage produite industriellement par LFL (4 %). Après 33 jours, on a observé un taux de survie de 63 % et un GMQ de 0,4 g/j. Il est intéressant de noter que, lors du deuxième cycle, on a pesé à part le plus gros alevin du lot avant et après cette phase de croissance et que celui-ci passe de 69 g à 160 g, soit un GMQ de 2,8 g/j.

⁶ D'autant meilleurs qu'ils sont probablement sous-estimés car certaines sorties d'alevins ne peuvent être reliées avec certitudes au lot d'origine.

A partir de 2017, on a cherché à améliorer la qualité des étangs en réponse à la mortalité qui restait élevée. Les étangs ont été fertilisés avec du purin liquide à base d'herbe et de bouse de zébu fermentée et avec de la bouse de zébu mélangée à de la paille, placée directement dans l'eau. Il semble que cela n'ait pas réussi à améliorer significativement les taux de survie par rapport aux saisons précédentes, malgré un taux de survie de 68 % pour le second lot, ce qui constitue un record pour des alevins de moins de 2 g.

En 2018-2019, 3 boules ont été pêchées, partiellement ou en totalité, chez les 2 mêmes pisciculteurs qu'en 2015-2016 (2 chez Léonard, 1 chez Zo Aimé) et réparties en 4 lots. La plus grosse comptait environ 2300 alevins. Tous les lots présentaient un poids moyen de l'alevin d'environ 1 g. Les densités d'empoissonnement à la station ont été très élevées par rapport aux années précédentes (176 / are en moyenne) et les taux de survie après 60 à 90 jours ont été très faibles : entre 0 et 25 % avec une moyenne de 13 %. L'un des lots a complètement disparu, sans explication évidente. Un nouvel essai d'association gourami – alevins Heterotis a été mené mais n'a abouti cette fois qu'à 14 % de survie avec une densité de 50 Heterotis / are. Si les taux de survie ont été faibles, les GMQ ont cette fois été élevés avec une moyenne de 1 g/j sur les 3 derniers lots (issus de la même boule), avec un record de 1,6 g pour l'un d'entre eux. La même fertilisation a été appliquée que la saison précédente (purin liquide). Il n'y a pas eu d'alimentation.

En 2019-2020, 4 reproductions ont eu lieu chez deux pisciculteurs de la même zone, cependant aucune boule n'a survécu assez longtemps pour être transférée à la station (cf II.3.1).

1.3 Enseignements des pré-grossissements en station

Si les conditions d'élevage sont relativement identiques (surface, situation des étangs), il est difficile de tirer des conclusions étant donné l'hétérogénéité des lots à l'entrée (différences de poids moyen et de densité) et de la durée des cycles. De plus, les données disponibles avant 2018 sont parfois incomplètes ou peu certaines. Toutefois, le suivi des activités de la station a été amélioré après 2018.

L'autre difficulté est que, même dans des milieux aussi contrôlés et surveillés que la station, les causes de mortalité sont multiples (manque d'alimentation, prédateurs terrestres, températures, manipulations) et pas toujours identifiables précisément. En conséquence, il est difficile de conclure sur les facteurs de réussite du pré-grossissement. Malgré le manque de résultats clairs du point de vue scientifique, le pré-grossissement des alevins en station a été une réussite du point de vue opérationnel puisque cela a permis de doter un grand nombre de pisciculteurs en Heterotis.

1.3.1 Poids moyen et densité initiale

Logiquement, les taux de survie pour des alevins mis en pré-grossissement à plus de 5 g sont bon (> 50 %). Cependant, le faible nombre d'alevins dans ces lots (78 en moyenne contre 450 dans les lots plus jeunes) laisse penser que la mortalité a eu lieu avant leur pêche, qu'ils soient issus du milieu naturel ou des étangs. Ainsi, dans la mesure où le premier objectif des pré-grossissements en étang d'alevinage est de maximiser la survie des alevins, il semble souhaitable de pêcher les alevins à 1 ou 2 g de poids moyen. Bien que présentant des taux de survie variable, le nombre d'alevins produits en absolu est souvent supérieur dans ce cas (figure 6). Cela implique donc de pêcher les boules très tôt, dès la première semaine après leur apparition.

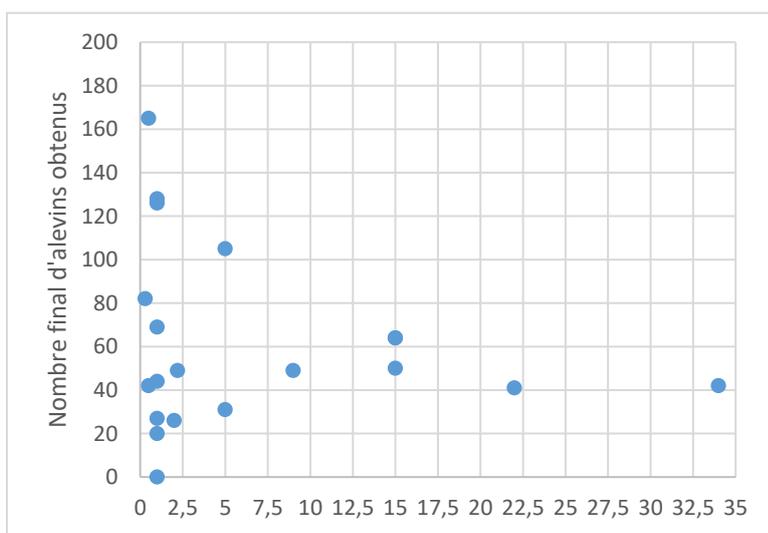


Figure 9 : Nombre final d'alevins obtenus après pré-grossissement en fonction du poids moyen initial (auteur, 2021)

Pour les alevins inférieurs à 2 g, les meilleurs taux de survie (> 30 %) sont obtenus avec une densité autour de 50 alevins/are. Parmi les 4 meilleurs taux de survie des alevins de moins de deux grammes, 3 sont des lots alimentés avec la farine de soja (2 rations de 15 g tous les jours) et le dernier était associé avec le gourami. Dans ce dernier cas, l'étang a été fertilisé avec une association de purin, bouse et paille qui n'avait pas donné des résultats concluants pour les lots hors association avec le gourami.

Quant aux alevins empoissonnés à plus de 5g de poids moyen, on voit que les meilleurs taux de survie sont obtenus pour une densité inférieure à 25 alevins / are.

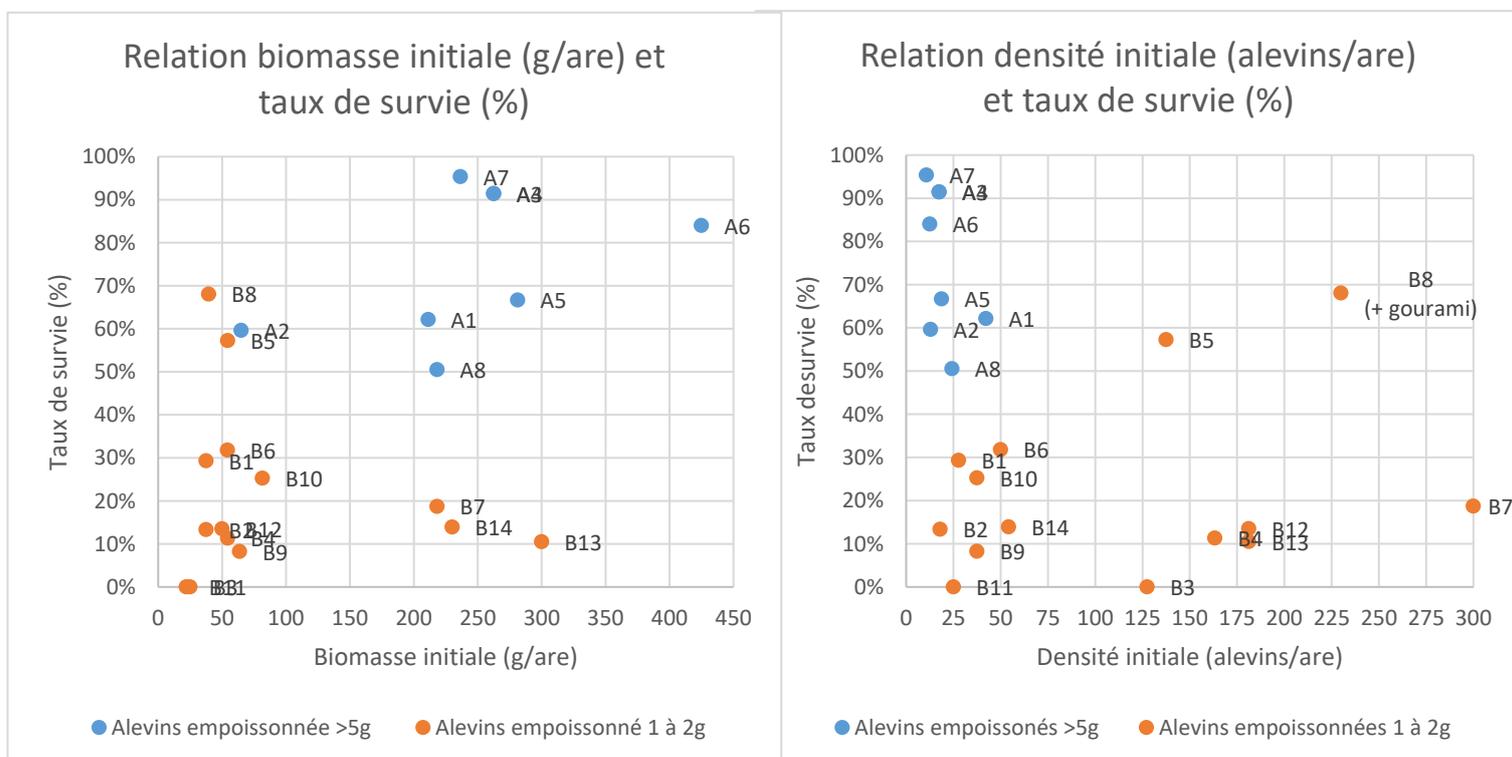


Figure 10 : Comparaison des biomasses (g/are) et densité (alevins/are) initiale avec le taux de survie final (auteur, 2021)

1.3.2 L'alevinage en polyculture

L'objectif de l'association avec les carpes était de détecter une éventuelle concurrence entre les deux espèces. Bien que beaucoup de paramètres entrent en jeu, cette association ne semble *a priori* pas favorable avec un taux de survie de 19 % contre 68 % pour l'association avec les gouramis, au même moment et avec des conditions identiques. L'hypothèse permettant d'expliquer l'effet positif de l'association avec le gourami est que ces derniers contribueraient à fertiliser l'étang grâce à leur régime herbivore et éventuellement à fournir des aliments aux alevins d'Heterotis.

Des expériences complémentaires sont toutefois nécessaires car il n'y a eu qu'une seule répétition pour le cas de l'association avec la carpe et deux pour le cas du gourami, dont une pour laquelle on ne dispose pas de données complètes.

1.3.3 La diversité génétique au sein du stock de géniteurs

Au total, depuis 2014, environ 2 000 alevins ont été pré-grossis à Ivoloïna, dont la plupart ont été distribués aux pisciculteurs. Il faut noter que 75 % d'entre eux proviennent d'un seul pisciculteur, Leonard, qui possède 5 géniteurs (96 % en 2015-2016 et 100 % en 2018-2019), ce qui interroge sur les conséquences de la consanguinité au sein du stock de géniteurs actuel. Sur les 85 géniteurs recensés actuellement chez les pisciculteurs de la région Atsinanana, 86 % proviendrait des alevins capturés chez cet unique pisciculteur.

D'autre part, les alevins sont distribués par lot, tous les alevins provenant de la même boule, ce qui fait qu'on ne retrouve qu'une seule et même provenance et génération au sein d'un étang.

A priori, il n'y a pas de problèmes liés à la consanguinité, d'autant que comme expliqué plus haut (cf. partie I.3.1), tous les Heterotis existants à Madagascar descendent d'une vingtaine de géniteurs issus du Cameroun et de la République Centrafricaine, il y a pratiquement 60 ans. Cependant aujourd'hui, aucune étude n'a encore été spécifiquement menée sur le sujet et cela pourrait être une activité de recherche dans le futur d'autant que la situation est similaire dans d'autres pays d'Afrique où l'Heterotis a été introduit.

2. De la station à l'étang : Evolution des Heterotis en milieu paysan

Dans le rapport de capitalisation du PPMCE, les auteurs soulignaient que « plus de 200 alevins ont été distribués en 2014-2015 et devraient arriver à maturité à la fin de l'année 2017 ». Or, en 2017-2018, on ne compte que 5 reproductions effectives, soit environ 5 % des individus distribués qui ont pu se reproduire. Idem avec plus de 700 alevins distribués en 2015-2016 et seulement 2 reproductions connues 2018-2019.

Entre 2014 et 2019, approximativement 800 alevins ont été distribués au poids moyen de 28 g tous lots confondus (entre 12 et 101 g). A ce stade et d'après les expériences de 2014 et 2015, le taux de survie des alevins après 50 jours est autour de 80 %, dans des bonnes conditions. On sait également que, de façon générale, les pisciculteurs cherchent à ré-empoissonner les Heterotis pour conserver un stock de géniteurs plutôt que les vendre ou les manger, étant donné la difficulté à s'approvisionner en alevins. On devrait théoriquement avoir plusieurs centaines de géniteurs, sinon 600, et on pourrait s'attendre à observer plusieurs dizaines de reproductions par an. Or on dénombre aujourd'hui 85 Heterotis chez les pisciculteurs de la région Atsinanana et seulement 2 reproductions ont été observées en 2019-2020 et 0 alevins sauvés.

Ce constat met en évidence plusieurs problèmes interdépendants dont les causes sont à la fois techniques et sociales :

- Difficultés à maintenir un stock d'Heterotis stable sur quelques années en l'absence de renouvellement de la population ;
- Difficultés à suivre l'ensemble des reproductions d'Heterotis chez la totalité des pisciculteurs ;
- Difficultés à obtenir des alevins après qu'une reproduction ait eu lieu.

2.1 Performances de l'Heterotis en étang

Tous cycles confondus, la croissance moyenne observée en étang barrage dans la région Atsinanana est de 3,0 g/j. Le taux de survie moyen est de 75 %. On observe une différence marquée entre les poissons de moins de 50 g (GMQ de 2,4 g/j et taux de survie de 55 %) et les poissons de poids supérieurs (GMQ de 3,25 g/j et taux de survie de 83 %). Au-delà de 50 g, il ne semble pas y avoir une différence significative de performances, hormis pour les Heterotis de plus de 2 kg où l'on atteint des GMQ de 4 g/j et des taux de survie supérieur à 90 % mais ils ne représentent que 4 % de l'échantillon (13 cycles de 1 à 5 individus).

En 2017, il est indiqué dans le rapport du PPMCE : « *le potentiel de l'Heterotis n'a pas encore pu être pleinement exploité et sa contribution au rendement moyen de la polyculture reste faible (6 %). En effet, le projet étant la seule source d'approvisionnement en alevins, le nombre distribué a été limité entre 5 et 15 individus par pisciculteurs et les densités empoissonnées sont donc faibles (inférieures à 1 individu/are, densité recommandée en Guinée Forestière pour un système extensif).* »

Quatre ans plus tard, le constat est sensiblement le même. Si le taux de survie est meilleur sur la période 2019-2020 avec 97 % en moyenne sur les poissons de plus de 250 g, il est plus faible en dessous. Après le pré-grossissement ou le 1^{er} cycle, on a perdu 48 % des alevins de moins de 50 g qui représentent 51 % de l'effectif empoissonné. Pour les poissons entre 50 et 250 g, correspondant plus ou moins au début d'un deuxième cycle,

on perd encore 13 %. A noter aussi que lors de la saison 2019-2020, aucune boule n'a pu être « sauvée » et aucun alevin obtenu. Ainsi avec la production d'alevins relativement faible et la mortalité en cours de cycle mais aussi entre les cycles (stockage et manipulation), les densités restent très faibles : 0,4 individu par are en 2019 et 2020. Ainsi, l'Heterotis contribue pour seulement 9 % en moyenne aux rendements des cycles où il est présent (tout cycles confondus depuis 2015) et pour 3 % du rendement total tout cycles confondus. Les rendements en Heterotis sont de 30 kg/ha/an en moyenne mais avec une médiane de seulement 16 kg/ha/an.

La faiblesse du rendement en Heterotis ne dépend pas des performances globales des cycles piscicoles en étang barrage et d'autres paramètres entrent en compte. On trouve des cycles globalement bons (≈ 500 kg/ha/an) voire très bon (> 600 kg/ha/an) mais où la croissance de l'Heterotis reste relativement faible pour des poissons de plus de 100 g (pointillés rouges sur la Figure 7). A l'inverse, des performances de croissance plutôt bonnes (entre 7 et 12 g/j) sont atteintes alors même que le rendement de l'étang reste assez faible (pointillés jaunes). Enfin, ce qui peut paraître logique, les meilleurs GMQ sont atteints pour des très bons cycles, signe d'un étang fertile (pointillés verts). Le coefficient de corrélation entre les rendements en Heterotis et le rendement total des cycles n'est que de 0,49. Autrement dit, **il peut vraisemblablement y avoir des conditions qui soient très favorables aux carpes et/ou aux tilapias, les principales espèces élevées, sans l'être pour autant pour l'Heterotis**. L'étude des biomasses empoissonnées et pêchées en 2020 semble aller dans le même sens, même si cette représentation est biaisée par l'importance de gros Heterotis empoissonnés (plusieurs kilos) qui grossiront peu, au contraire des alevins des autres espèces.

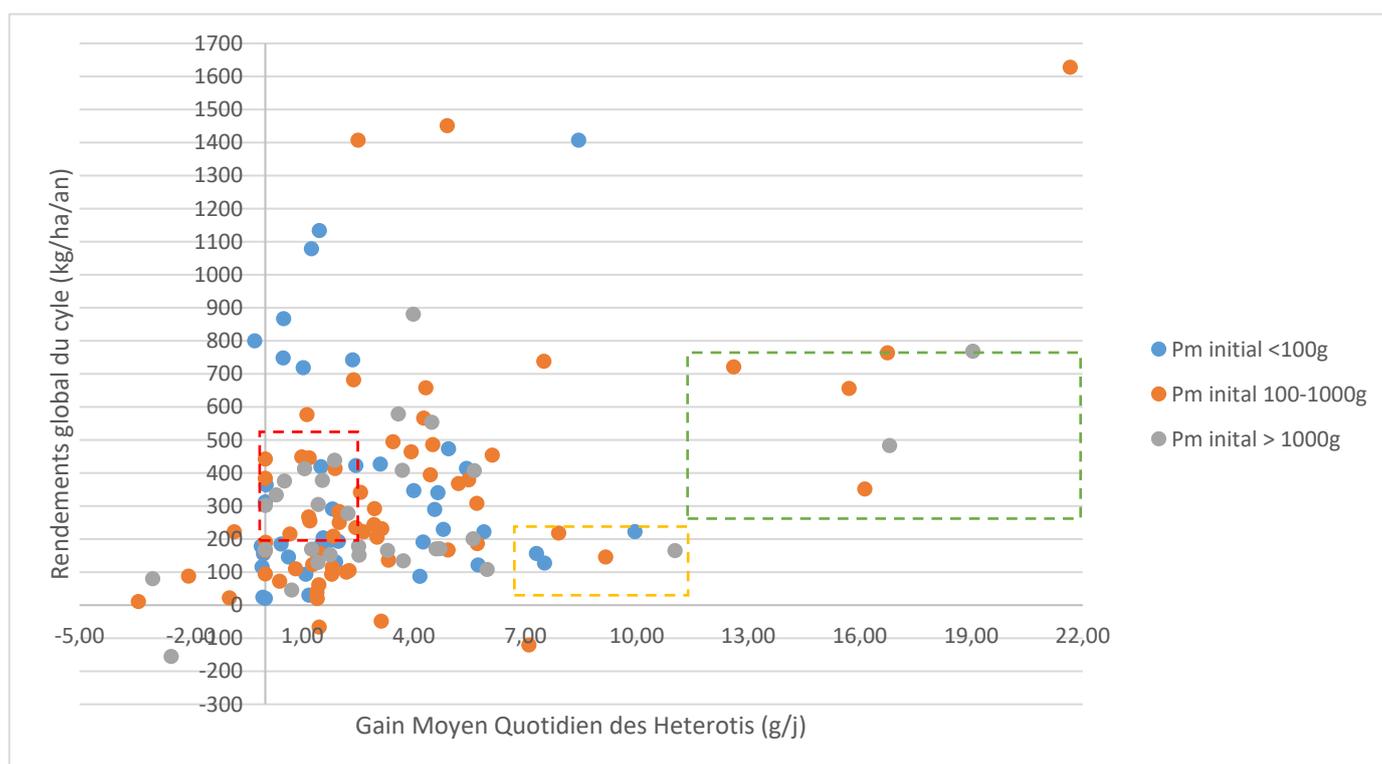


Figure 11 : Comparaison de la croissance de l'Heterotis par rapport à la performance globale de l'étang (auteur, 2021)

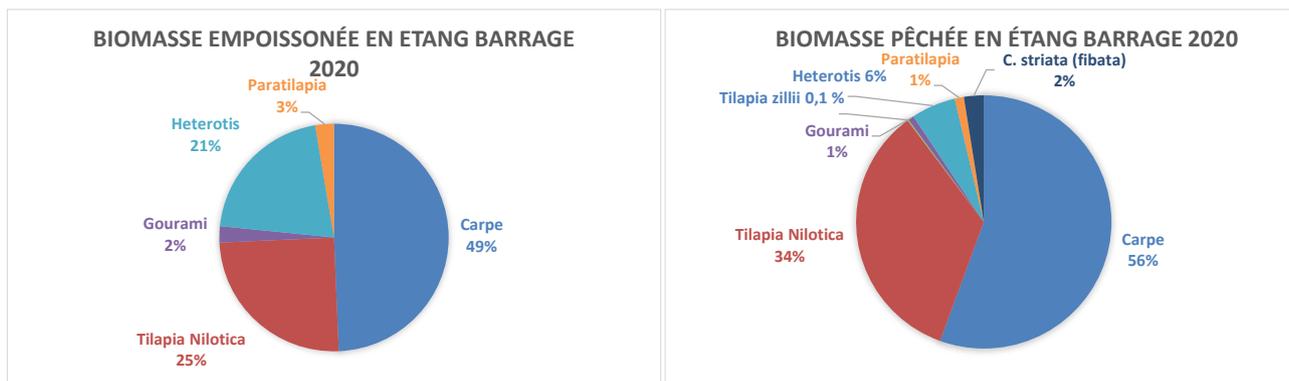


Figure 12 : Répartition par espèces des biomasses empoisonnées et pêchées en 2020 chez les pisciculteurs du PADPP 2 (auteur, 2021)

Le document de capitalisation du PPMCE concluait que la participation de l'Heterotis aux rendements des étangs pourrait doubler si les alevins étaient disponibles en quantités suffisantes pour atteindre des densités similaires utilisées en Guinée (9 % du rendement pour une densité de 0,4/are sur la Côte Est de Madagascar contre 30 % et 1/are en Guinée). Toutefois, les composantes du rendement sont nombreuses et les données ne montrent pas de relation particulière avec la densité. A noter qu'en moyenne, on parle ici d'une part de 9 % d'Heterotis sur des rendements moyens de 330 kg/ha/an soit à peine 27 kg/ha/an d'Heterotis, là où en Guinée, on serait à 30 % des rendements moyens entre 900 et 1000 kg/ha/an soit 300 kg/ha/an d'Heterotis.

Ainsi, au-delà de la question de la densité, on peut penser que :

- ✓ La faiblesse globale des rendements en étang barrage sur la Côte Est limite les performances de l'Heterotis en particulier. On note toutefois des progrès lents mais réguliers sur ce point avec une tendance à l'augmentation des rendements supérieurs à 500 kg/ha/an au fur et à mesure que les pisciculteurs acquièrent de l'expérience et améliorent en particulier les techniques de préparation de l'étang et de fertilisation. La poursuite des progrès sur ces derniers points devrait permettre d'obtenir des meilleurs GMQ et taux de survie.
- ✓ Les performances relatives par rapport aux autres espèces apparaissent faibles comparé à celles de Guinée. Les conditions d'élevage sur la Côte Est, quoi qu'indéniablement favorables, n'apparaissent donc pas optimales. Cela pourrait être lié à un déficit alimentaire pour l'Heterotis dans la majorité des étangs.

Ainsi, en l'état actuel de la fertilité des étangs, il ne paraît pas souhaitable de recommander une densité d'1 individu par are, comme on l'a fait jusque-là sur le modèle des expériences ivoiriennes et guinéennes. On l'a vu, les rendements globaux y sont bien meilleurs que ceux de la Côte Est actuellement. On voit d'ailleurs que les meilleures croissances sont obtenues avec une densité autour de 0,25 poissons par are (voir Figure 9), en particulier pour les individus de plus d'1 kg.

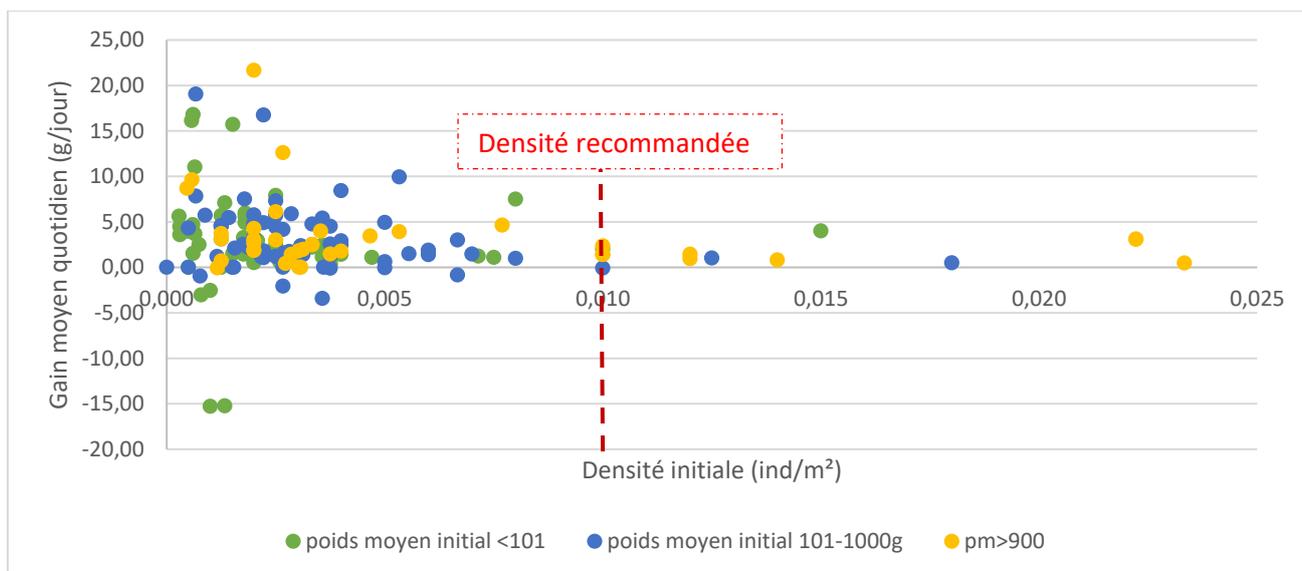


Figure 13 : Relation entre densité de l'Heterotis à l'empoissonnement et GMQ (auteur, 2021)

2.2 Heterotis et polyculture

L'Heterotis est systématiquement élevé en polyculture avec majoritairement des carpes communes (*C. carpio*) et des tilapias du Nil (*O. niloticus*), vient ensuite le gourami (*O. goramy*) et plus rarement des paratilapia (*Paratilapia sp.*) et des tilapia zillii (*C. zillii*).

Les densités totales en poissons sont très variables, entre 10 et 50 individus/are en général avec des pics à 100 et 200/are. La fertilité des étangs étant tout aussi variable, il est difficile de conclure sur l'effet de la densité en poisson sur les performances de l'étang.

Il n'y a pas de différence de performance des carpes et des tilapias en présence de l'Heterotis, les GMQ et les taux de survie étant identiques dans les deux cas. Idem pour le gourami. Cela va dans le sens du postulat que l'Heterotis n'entre pas en concurrence avec les autres espèces (en tout cas une fois passé le stade d'alevins pour l'Heterotis).

2.3 La mortalité des Heterotis

Si la mortalité des Heterotis est plutôt faible durant le cycle en étang et similaire à celui des autres espèces (83 % de survie au-delà de 50 g), on observe malgré tout une diminution relativement importante du stock de géniteurs, ce qui réduit logiquement le nombre de reproductions potentielles. Ainsi sur les 46 pisciculteurs qui ont eu au moins une fois des Heterotis dans leur étang barrage, seul 23 en possédaient encore fin 2020.

Les raisons sont multiples. D'une part, la mortalité en cours de cycle, bien que limitée pose un problème dès lors que la production d'alevins ne permet pas de compenser le manque et d'assurer le renouvellement. En conséquence, depuis mi-2019 et la dernière distribution d'alevins, on peut estimer une perte nette du stock de 20 à 30 % par année.

Plusieurs causes de mortalité sont récurrentes, sans vraiment connaître leur ordre d'importance :

- Présence de **prédateurs** aquatiques (*Channa maculata*) et volants pour les plus petits poissons.
- Comportement des Heterotis pendant **les crues** : plusieurs pisciculteurs rapportent qu'ils ont déjà retrouvé un Heterotis sur le bord des étangs, notamment sur les digues entre deux étangs. Il y a également déjà eu des Heterotis retrouvés morts dans le trop plein. Vraisemblablement attirés par la faible profondeur de ces zones lors des crues, ils se font ensuite piéger pendant la décrue.

- Les **batailles lors des saisons de reproductions** peuvent également causés des blessures fatales :
 - *Un cas de 2 Heterotis, un mâle et une femelle retrouvés morts en 2021 et présentant des blessures dans un étang de 30 ares où se côtoient 11 Heterotis adultes².*
 - *Un autre cas de 4 Heterotis morts à Tamatave fin 2020, pour lequel le pisciculteur rapporte avoir vu des batailles une semaine avant leur mort. 2 géniteurs qui s'étaient reproduits avaient été stockés avec un troisième individu dans un petit étang pour permettre la vidange et la mise à sec du grand étang. L'un des Heterotis est mort à la suite des batailles.*
- Les **inondations et les cassures de digue** sont également responsables d'une petite partie des pertes. On observe toutefois des progrès de ce côté-là ces deux dernières années.
- Une part des pertes se fait hors des cycles d'élevage et donc n'est pas comptée de manière exhaustive, mais apparaît assez significative. Les causes sont ici liées au facteur humain et il s'agit le plus souvent **d'erreurs lors de la manipulation, du transport ou du stockage**. A titre d'exemple sur les 10 géniteurs puçés en 2020 :
 - *1 est mort durant le transport entre le bureau et la destination (80 km en voiture bâchés puis 45 minutes de transport en bidon à dos d'homme).*
 - *1 a été retrouvé mort sur la digue de l'étang, la revanche étant insuffisante.*
 - *2 sont morts après avoir été stocké 48 h dans un étang de 2 ares avec des géniteurs de carpes puis transféré dans l'étang barrage avec une lame d'eau de seulement 30-40cm suite au tarissement et cela en période chaude.*
 - *1 est mort au bureau la nuit de son arrivée, probablement après de mauvaise manipulation lors du puçage (puce mal implanté et/ou chute sur le sol de plus 40cm).*
- Il y a enfin les **disparitions directement d'origine humaine**. D'une part, certains pisciculteurs, souvent déçus de ne pas avoir de reproduction après plusieurs cycles, finissent par manger les Heterotis (*a priori* plutôt autoconsommation que vente) et d'autre part, on recense des cas de vol dans les étangs.

A noter également que, selon Moreau (1982), les Heterotis ont une espérance de vie de 5 ans dans le milieu naturel et, bien qu'il note le peu d'informations disponibles à ce sujet, de 5 à 10 ans en élevage. On peut émettre l'hypothèse que les Heterotis sont plus fragiles à partir des 5 ans, surtout pour ceux qui ont connu des faibles croissances, voire des régressions périodiques (GMQ négatif) lors de leur vie. A noter que les plus vieux Heterotis, issus des reproductions de 2016, ont maintenant plus de 7 ans.

3. Reproduction et pré-grossissement en milieu paysan

3.1 Les reproductions en milieu paysan

En conséquence du nombre relativement restreint de géniteurs, le potentiel de reproduction reste limité et la production d'alevins extrêmement faible. Cela d'autant plus qu'à force de pertes, les lots commencent à être trop petits et la probabilité d'avoir un couple diminue étant donné qu'on ne sait pas sexer les individus. Ainsi 11 pisciculteurs, sur les 23 en possession de géniteurs, en ont 3 ou moins.

Malgré cela, le potentiel de reproduction reste très loin d'être atteints puisqu'en 2020-2021, on ne compte que 6 reproductions (*i.e.* l'apparition de boule) confirmées et une supposée chez seulement 4 des 23 propriétaires d'Heterotis. Cependant, les poissons ont en théorie tous atteints leur maturité (2 ans) juste au début de la saison 2020-2021 et on peut espérer une saison 2021-2022 plus dynamique. L'autre facteur potentiellement en cause est une croissance insuffisante de certains individus liée à un déficit alimentaire rencontré dans les étangs. Enfin, Moreau et Moreau (1982) notent la diminution du pH comme l'un des facteurs en jeu dans la maturation des gonades, ce qui pourrait s'avérer problématique dans certains étangs déjà très acides (pH moyens de 6, parfois inférieur) que l'on trouve sur la Côte Est.

Il n'empêche que des géniteurs issus des lots les plus récents se sont déjà reproduits alors que d'autres non et qu'on a également observé au moins 2 étangs présentant des nids mais sans reproduction. Cela laisse penser qu'on pourrait obtenir des progrès en portant plus d'attention à la stimulation des reproductions et au maintien de conditions optimales durant les périodes propices à la reproduction.

La formation de couple est aussi une voie importante pour augmenter le nombre de reproduction. A l'heure actuelle, La formation de couple *a posteriori* en isolant le couple qui s'est reproduit est la seule solution réalisable sur la Côte Est. En pratique, elle peut s'avérer difficile à mettre en œuvre, en particulier en milieu paysan. D'abord, la capture ciblée nécessite qu'on puisse clairement identifier le couple, ce qui n'est possible qu'à partir de la parade et jusqu'à la fin de la surveillance de la boule. Or, la capture des géniteurs à ce moment-là risque de nuire à la reproduction en l'empêchant ou en privant les alevins des parents. Quant à la capture des autres Heterotis en présence (pas en couple), elle risque tout autant d'entraîner des perturbations nocives au bon déroulement de la reproduction ou l'alevinage. Dans ce cas, il faut donc faire le choix d'abandonner une potentielle production d'alevins à court terme. De plus, l'expérience a montré qu'une fois les pêcheurs dans l'étang, les géniteurs fuient la zone du nid, ce qui fait que les Heterotis en couple et « célibataires » se confondent très rapidement.

Nous avons envisagé de remédier à ces problèmes en installant des panneaux en bambou tressé posés dans l'étang avec juste une ouverture qu'on peut rapidement combler avec un autre panneau, tel que cela a été fait à Ivoloïna par Rakotomanampinson (1974, voir photo ci-dessous). La contrainte étant qu'il faut un étang de taille assez modeste où on peut facilement identifier une zone privilégiée de nidification, car l'installation après la fabrication du nid risque de perturber le couple et l'amener à abandonner le nid en question, rendant obsolète la clôture. Les intérêts de cette technique sont donc faibles en milieu paysan, d'autant plus pour les pisciculteurs qui ne possèdent pas un second étang apte à accueillir les géniteurs isolés. La formation des couples *a posteriori* a donc surtout un intérêt pour la recherche et pour procéder au regroupement des géniteurs sans partenaires. En l'absence de technique de sexage, il vaut mieux essayer d'avoir un nombre assez important de géniteurs dans l'étang (au moins 5), comme cela se fait en Afrique de l'Ouest



Figure 14 : Cloisons pour séparer les géniteurs dans l'étang. Gauche : Ivoloïna en 1965 (Rakotomanampinson, 1965) ; Droite : Chez Boto Edmond à Ambodivoananto en 2021 (APDRA, 2021)

3.2 Les cas connus de pré-grossissement chez les pisciculteurs avant 2020

A partir de 2016, il y a eu des reproductions chez 6 pisciculteurs de la région Analanjirofo. Entre 2016 et 2019, on y comptabilise 10 reproductions réussies selon les déclarations des pisciculteurs.

La première, en 2016, a lieu chez Rakotojaonina, dans la commune de Vavatenina, avec la présence d'une boule estimée à 1800 alevins. On ne sait pas dans les détails combien ont survécu mais, à la pêche finale, plusieurs lots d'alevins ont été retrouvés, dont les plus gros dépassaient 50 g. L'étang concerné fait 75 ares et a la particularité de longer une partie de village et donc de recueillir beaucoup de matière organique issue de la présence humaine (déchets, excréments humains et animaux, etc.). Le riz dans l'étang a tendance à présenter beaucoup de talles et à verser, ce qui traduit un apport azoté massif. La zone a été abandonnée à la clôture du PPMCE mais on sait que depuis, ce pisciculteur pêche tous les ans de nombreux alevins d'Heterotis dans son étang, qui atteignent des tailles importantes.

Chez les autres pisciculteurs, une partie seulement des boules ont été pêchées dans le but d'être pré-grossies à Ivoloïna (cf. II.1.2) et l'autre partie a été soit laissée dans les étangs de production, soit mise dans un étang de service. Tous les alevins restés dans les étangs de production ont disparu. Chez le pisciculteur qui a placé une partie de la boule (800 alevins) dans un étang de 2 ares, on n'a retrouvé que 36 alevins un mois plus tard (2 mois après l'apparition de la boule) et ils n'avaient pas grossi dans l'intervalle.

Dans la région Atsinanana, un seul cas de pré-grossissement chez un pisciculteur de Vatomandry est rapporté entre 2017 et 2019. Celui-ci a laissé la boule intégralement dans l'étang et on a retrouvé, environ 1 mois après la reproduction, 5 alevins de 23 g en moyenne. L'étang de 32 are était fertilisé avec de la bouse de zébus (quantité et fréquence inconnue) et, en plus des Heterotis, étaient présents quelques carpes, des Paratilapia et surtout des tilapia (38/are). Les rendements y étaient généralement très faibles (< 150 kg/ha/an) et les cycles très longs (\approx 365 jours).

Sur la saison 2019-2020, On voit que les reproductions étaient synchronisées dans le temps chez différents pisciculteurs : les deux premières début octobre 2019 et les deux dernières en mars 2020. Pour celles d'octobre, il a été décidé de pêcher les boules 21 jours après leur apparition selon ce qui avait été fait les années précédentes chez les pisciculteurs de Tamatave. Cependant, dans les deux cas, les boules et les alevins avaient déjà disparus à l'arrivée de l'équipe. En mars 2020, chez le premier pisciculteur, Samson, l'une des boules a également fini par disparaître dans l'étang après une dizaine de jours. Le second pisciculteur a pris l'initiative de pêcher la boule moins de 7 jours après son apparition et il a réussi à transférer 526 alevins dans un étang de 3 ares appartenant à Samson, mais sans le prévenir. Malheureusement, suite à la casse d'un canal de contournement, cet étang s'est retrouvé inondé et aucun alevin n'a pu être retrouvé.

En 2020 et 2021, deux pisciculteurs dans la région Analanjirofo ont vu des reproductions dans les étangs, voici ce qu'on a pu apprendre :

- Les reproductions chez ces pisciculteurs ont eu lieu entre mars et avril uniquement alors que c'est plutôt à partir d'octobre pour la région Atsinanana un peu plus au Sud ;
- L'un déclenche les reproductions en simulant une inondation dans le barrage en février ;
- Les deux étangs sont très fertilisés avec bouse de zébus ou lisier de porc (quantités exactes inconnues) : l'un a encore 65 alevins après 5 mois, même si certains présentent des signes de mauvaise croissance : corps fin par rapport à la tête (cf. figure 14).



Figure 15 : Pêche finale de l'étang de Randry dans la région Analanjirofo (APDRA, 2021)

3.3 Saison 2020-2021 : Essais suivis pour obtenir des alevins chez les pisciculteurs

Jusqu'en 2020, le « sauvetage » des boules a été la plupart du temps réalisé à la station piscicole d'Ivoloina située à Tamatave. Les boules étaient pêchées une vingtaine de jours après leur apparition et transférées à Ivoloina pour y pré-grossir les alevins. Cela pose d'une part des difficultés logistiques pour le transport des boules, surtout pour les districts les plus éloignés de Tamatave (Vatomandry et Mahanoro) où se trouvent aujourd'hui la majorité des pisciculteurs encadrés. La plupart des boules transférées provenaient d'ailleurs des alentours de Tamatave.

L'autre problème, et sans doute le plus important, est que cela n'est pas souhaitable dans la perspective d'accompagner les producteurs vers l'autonomie, dans la mesure où, lorsque le projet prendra fin, les pisciculteurs seront privés de l'appui de la station. Nous avons donc décidé à partir de 2020, de nous concentrer sur l'alevinage *in situ*, directement chez les paysans, en se basant sur le savoir-faire accumulé en station.

3.3.1 Période de reproduction

Couple	Octobre	Décembre	Janvier
1 (Joséphine)	14/10/20 (Boule n°1)	14/12/2020 (Boule n°3)	02/01/2021 (Boule n°6)
2 (Lahady)	15/10/20 (Boule n°2)		31/12/2020 (Boule n°5)
3 (Denis)		16/12/2020 (Boule n°4)	

Tableau 2 : Calendrier des reproductions observées dans la région Atsinanana en 2020-2021 (auteur, 2021)

Au total, on a compté 6 reproductions confirmées chez 3 pisciculteurs, 2 en octobre, 2 en décembre et 2 en janvier 2021. Il est intéressant de noter qu'à chaque fois, les deux reproductions d'un même mois ont lieu à 2 jours ou moins d'intervalle⁷. Nous avons relevé des fortes pluies les jours précédant chaque reproduction. C'est particulièrement remarquable au mois d'octobre, l'un des plus secs de l'année et pour lequel les seules pluies importantes enregistrées correspondent à la semaine de reproductions des Heterotis.

Nous sommes presque sûrs que dans le cas de reproductions successives il s'agit toujours du même couple car chez deux des pisciculteurs (n°2 et 3), il n'y a que 3 Heterotis dans l'étang. Cela n'exclut certes pas que les partenaires changent entre 2 reproductions. Chez le troisième pisciculteur, le couple (n°1) a été isolé à partir de la 2^{ème} reproduction (seule la première reproduction pourrait être d'un autre couple).

Le délai le plus court entre deux reproductions pour un même couple est de 19 jours entre la 2^{ème} et 3^{ème} ponte (15 jours après la pêche des alevins). A noter que la boule a été pêchée dès son apparition et que, dans ce délai, le couple a été isolé et transféré dans un étang de 5 ares.

⁷ Les dates présentées ici sont les dates présumées de la ponte par les Heterotis, obtenues en retirant 4 jours de la date d'apparition des boules. Délai constaté dans la bibliographie.

Le nombre maximal de reproduction d'un couple observé en 2020-2021 est de 3 par saison, ce qui est dans la moyenne des observations en stations (cf I.3.1.) mais encore bien inférieure aux 7 fois enregistrées à Ivoloïna en 1964-65.

La saison 2020-2021 a également été assez courte puisque les reproductions se sont arrêtées début janvier alors qu'on sait qu'elles peuvent continuer durant tout le 1^{er} trimestre de l'année, comme en 1965 à Ivoloïna mais aussi 2016, 2018 et 2019 chez les paysans (voir Figure ci-dessous).

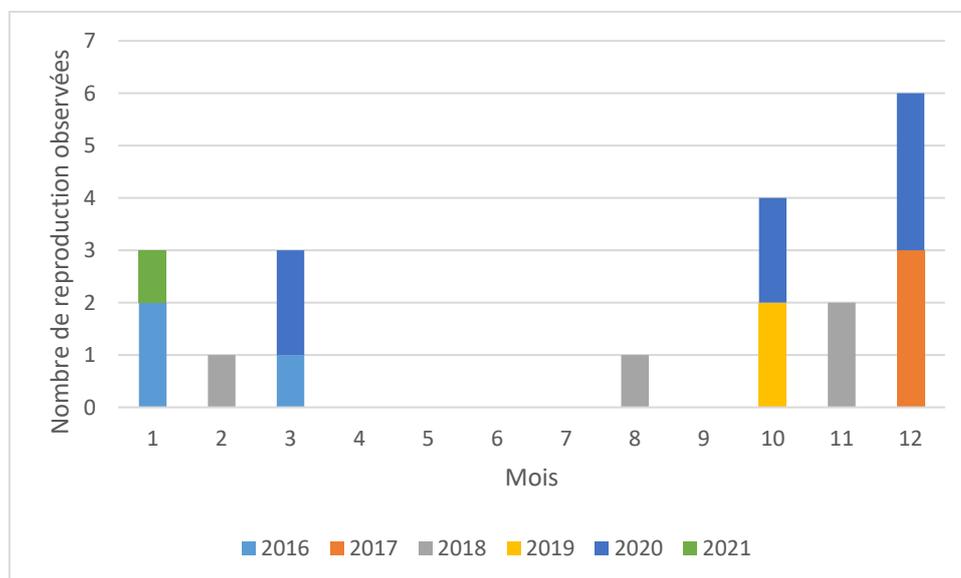


Figure 16 : Estimation des dates de reproductions des Heterotis sur la Côte Est (auteur, 2021)

3.3.2 Prégrossissement des alevins en milieu paysan

La phase de pré-grossissement des alevins est clairement la plus compliquée et la plus critique de l'élevage de l'Heterotis et plusieurs questions subsistaient quant aux protocoles et itinéraires techniques à mettre en place pour assurer cette étape chez les paysans.

La première question concerne le choix de la date de pêche des boules. D'une part, nous souhaitons éviter trop de pertes, voire la disparition complète de la boule avant la pêche. D'autre part, nous craignons que pêcher trop tôt entraîne également une mortalité accrue, notamment du fait de la fragilité des larves puis des alevins dans les premiers temps.

Nous connaissons également assez mal le rôle des parents lors de ces premiers stades. Si nous savons qu'il n'y a pas d'impact néfaste du maintien de la présence des géniteurs, contrairement au cas du tilapia par exemple (cannibalisme), nous ne savons pas à quel point les parents sont indispensables pour la préservation des alevins. Certes, il est évident que les parents ont un rôle protecteur tant que les alevins sont en boule et qu'ils accompagnent systématiquement leurs sorties dans l'étang les premiers temps. Toutefois, nous avons pu observer aussi qu'en cas de menace, les parents abandonnent facilement la boule, ce qui, dans les premiers jours, peut conduire à sa disparition. De plus, nous n'avons pas observé les parents à proximité des boules pêchées dans le milieu naturel et l'absence des parents n'a pas semblé nuire aux boules âgées d'une vingtaine de jours qui ont été pré-grossies à Ivoloïna.

La plupart des boules ayant justement été pêchées à 21 jours après leur apparition (24^{ème} jour des alevins) avec des bons résultats entre 2015 et 2019, nous avons conclu que c'était un compromis idéal. En réalité, ces succès sont essentiellement observés dans le seul cas d'un pisciculteur (Léonard, à Tamatave) qui a fourni la grande majorité des alevins (cf. II.1.3). Dans les autres cas, le nombre d'individus dans la boule était déjà beaucoup plus faible à ce stade (autour de 100 contre entre 500 et 2000 chez Léonard), quand la boule n'avait

pas entièrement disparu avant 21 jours (majorité des cas). Ce délai de 21 jours défini empiriquement semble donc plus l'exception que la règle si l'on regarde les échecs des deux saisons passées (2019-20 et 2020-21) : sur 6 boules qui n'ont pas été pêchées dans les 20 premiers jours, 5 ont disparues.

Pour les 4 boules qui ont pu être pêchées et mises en pré-grossissement dans de petits étangs dédiés, les observations et les résultats sont les suivants (les boules ayant été numérotées par ordre d'apparition et les boules n°1 et n°2 ayant disparu avant la pêche, la numérotation commence à 3) :

1. Boule n°3

Naissance : 15/12/2020 (J0)

Etang barrage de 33 ares, 6 géniteurs *Heterotis* présents.

Pêche :

Date : J+3 (dès l'apparition de la boule le 18/12/2020).

Matériel : voile et cuvette.

Nombre d'alevins : Inconnu mais probablement supérieur à 500.

A noter que le pisciculteur, déçu par la perte de la première boule en octobre suite aux conseils de l'APDRA d'attendre au moins deux semaines pour la pêche, a pris lui-même l'initiative de la pêche et des premiers traitements.

Etang de pré-grossissement :

Type : Trou vidangeable

Surface : 10 m²

Profondeur : 0,50 m

Fertilisation : 2 bidons de 20 litres de litière bovine le jour de la pêche.

Une moitié de la boule a été placée d'abord en happa dans l'attente d'être transférée dans un autre endroit qui n'a finalement pas pu être préparé. Elle est finalement placée avec l'autre moitié au bout d'une semaine. Deux grands oiseaux ont été retrouvés dans le happa, ce qui montre bien le risque de prédation et qu'il y a eu probablement une perte importante dans ce lot.

Alimentation : Jaunes d'œufs pendant 4 jours (inspiré des pratiques de l'alevinage des carpes). Farine de riz et restes de cuisine broyés quotidiennement (quantité inconnue).

Comptage : *Date* : 06/01/21 (J+19)

Nombre : 377

Résultat : *Pêche* : 14/01/2021 (J+27)

Nombre : Aucun alevin retrouvé.

Le propriétaire accuse un autre pisciculteur de sabotage mais pas de preuve.

2. Boule n°4

Naissance : 17/12/20 (estimée)

Etang barrage de 30 ares, 3 géniteurs présents.

Pêche :

Date : J+29 (15/01/21).

Matériel : Moustiquaire

Nombre d'alevins : 179



Photo 3 : Alevins lors du comptage le 06/01/2021 chez Josephine (Andasibe)

106 alevins ont été vendus à l'APDRA par le pisciculteur et répartis à raison de 46 et 60 alevins chez deux autres pisciculteurs. Nous avons donc 3 lots différents issus de la même boule.



Figure 17 : Photos de la pêche des alevins dans l'étang barrage de Denis (APDRA, 2021)

a. Lot de Denis (lot resté chez le producteur)

Empoisonnement : 16/01/21 (J+30) *Nombre* : 63 *Poids moyen* : 2 g

Etang :

Type : Etang de service (petit étang barrage)

Surface : 3 ares *Profondeur* : 1,20 m

Fertilisation : Inconnue (mais eau très verte).

Les alevins ont passé 24 h en happa avant le transfert en étang. Il y a également 600 alevins de carpes dans l'étang.

Alimentation : Aucune

Comptage : 01/02/21 (J+46) : pas de dénombrement mais les alevins sont présents et ont grossi.

Résultat : *Pêche* : 15/04/21 (J+119) *Nombre* : Aucun alevin retrouvé.

b. Lot de Vitalahy

Empoisonnement : *Date* : 18-01-21 (J+32) *Nombre* : 46 *Poids moyen* : 2 g

Etang :

Type : Trou vidangeable

Surface : 30 m² *Profondeur* : 40 cm

Préparation : Brulis avant mis en eau (en substitut du chaulage). A l'empoisonnement : ajouts de petite quantité d'herbes aux coins de l'étang

Alimentation : Distribution quotidienne de termites, fruits à pain et *ampango* (fond de marmite de riz)

Résultat : *Pêche* : 17/03/2021 (J+90) *Nombre* : 3 *Poids moyen* : 196 g

Taux de survie : 6,5 % *GMQ* : 2,7 g/j.

Forte présence d'oiseaux pendant le cycle d'alevinage (2 *tambabo ratsy* abattus).

c. Lot de Christine

Empoisonnement : 17/01/21 (J+31) *Nombre* : 60 *Poids moyen* : 2 g

Etang :

Type : Trou vidangeable

Surface : 60 m²

Préparation : 5 jours de mise à sec et application de chaux dolomie et 60 kg de bouse de zébu séchée. Mise en eau 9 jours avant l'empoissonnement.

Fertilisation : 3 kg/j de bouse de zébu ou fiente de poule selon des disponibilités pendant 30 jours. Plus rien après.

Alimentation : Distribution quotidienne de 2 *kapoaka* petites crevettes (*patso*) séchées et pilées, graines de jacques bouilles et pilées, termites (faible quantité).

Comptage : *Date* : 19/02/21 (J+64) *Nombre* : 8 *Poids moyen* : Inconnu (alevins de 15 cm). *Taux de survie* : 13 % On remarque la présence des alevins à l'apparition de cercles concentrique lorsque qu'ils viennent respirer en surface.

Résultat : *Pêche* : 23/03/2021 (J+96) *Nombre* : 2 *Poids moyen* : 139
Taux de survie : 3 % *GMQ* : 2,17 g/j

Le résultat est probablement faussé par le vol constaté la veille du comptage (18/02/2021). Les traces indiquent clairement qu'un coup de filet a été réalisé dans l'étang juste en aval de celui des Heterotis qui ont sûrement aussi été touché. On note que fin Janvier, la boule avait déjà éclatée.



Figure 18 : Photos de l'étang de service et des alevins pré-grossis chez Christine à Ambodivoananto (APDRA, 2021)

3. Boule n°5

Naissance : 01/01/2021 (J0)

Etang-barrage de 15 ares, 3 géniteurs, déjà une première reproduction confirmée dans la saison (boule n°2).

Pêche :

Date : 07/01/2021 (J+6)

Matériel : Epuisette fabriquée avec un voile spécialement dans ce but.

Nombre d'alevins : 200 à 300

a. Etang N°1 :

Empoissonné le 07/01/2021 (J+6)

Type : Trou non vidangeable



Figure 19 : Photos fabrication de l'épuiette en voile et de la pêche et du transfert chez Lahady (APDRA, 2021)

Surface : 4 m²

La pêche dans l'étang barrage était une urgence car les alevins étaient sortis du nid la veille et c'est à ce stade que la boule précédente avait disparue en octobre. En attendant la préparation d'un étang adéquat, la boule a été stockée 48 heures dans un trou. Il n'y a pas eu de pertes selon le pisciculteur et l'ACP. ¼ de la boule est laissée dans le trou mais aucun alevin ne survivra après le 12/01/2021 (J+11). Les ¾ restants ont été transféré l'étang N°2 situé dans un autre site dont les détails sont données ci-dessous.

b. Etang N°2 :

Empoissonné le 09/01/2021 (J+8)

Type : Trou vidangeable

Surface : 70 m²

Préparation : 7 kg de chaux dolomitique (1 kg/m²) + 90 kg de bouse de zébu (1,2 kg/m²). Mise en eau de l'étang le 07/01/2021 soit seulement 2 jours avant l'empoissonnement.

Fertilisation : 10 kg tous les 2 jours pendant 10 jours.

Alimentation : Distribution quotidienne des restes de cuisines.

Résultat : Pêche : 14/01/2021 (J+13) Nombre : Aucun alevin retrouvé.

Les alevins ont été vus pour la dernière fois le 12 janvier. L'eau était encore marron le 14 puis a viré au vert le 17 janvier. La fertilisation et la mise en eau ayant eu lieu seulement 2 jours avant l'empoissonnement, le zooplancton n'a pas eu le temps de se développer alors que les deux jours de stockage en trou avaient déjà dû affamer et fragiliser les alevins. Selon les pisciculteurs et le constat de l'équipe quelque jours plus tard, l'eau était également assez chaude au moment de la disparition des alevins, d'où la tentative de fournir de l'ombre aux alevins avec des branches.



Figure 20 : Photos de la préparation de l'étangs de service et des alevins pendant le transfert (APDRA, 2021)

4. Boule n°6

Naissance : 03/01/2021 (J0)

Même géniteurs que la boule n°3 mais isolés et déplacés dans un étang de 5 ares.

Pêche :

Date : 07/01/2021 (J+4)

Matériel : Voile et cuvette

Étang : Une partie de l'étang de 10 m² utilisé pour la boule n°3, une diguette ayant été construite pour séparer cette boule de la précédente

Type : Trou vidangeable

Surface : 4 m²

Préparation : 2 bidons de 20 litres de litière bovine appliquée le 18/12/2021 à tout l'étang (20 jours avant cet empoissonnement).

Alimentation : Distribution quotidienne des restes de cuisines et farine de riz artisanale.

Résultat : *Pêche* : 14/01/2021 (J+11)

Nombre : Aucun alevin retrouvé.

La boule devait être transférée rapidement chez un pisciculteur proche mais ce dernier n'est pas venu au rendez-vous. Le propriétaire suspecte un sabotage ou un vol (comme dans le cas de la boule n°3) mais sans preuve. Le manque d'alimentation semble cependant être la cause de la disparition de cette boule puisqu'il n'y a pas eu de nouveaux apports de fertilisants ou d'aliments et que se trouvait déjà dans l'étang près de 400 alevins âgés d'une vingtaine de jour. La digue de séparation a empêché la concurrence après l'empoissonnement mais les ressources alimentaires avaient certainement déjà été consommées plus tôt et n'avaient pas eu le temps d'être renouvelées.

Si le bilan de 2020-2021 apparaît mitigé, avec seulement 5 nouveaux *Heterotis* produits malgré 6 reproductions, la saison a permis à l'équipe APDRA de perfectionner les savoirs et les techniques et donner l'occasion aux pisciculteurs de les tester dans leurs étangs.

III – Discussion et perspectives

1. Difficultés techniques et recommandations

1.1 Performances zootechniques de l'*Heterotis*

Les données analysées montrent que si l'*Heterotis* est acclimaté à la Côte Est de Madagascar, il présente des performances souvent limitées, que ce soit pour la production d'alevins ou le grossissement en étangs barrages.

A partir de la bibliographie et des données récoltées, on peut supposer 2 contraintes majeures : premièrement un déficit d'aliment adapté dans les étangs pour l'*Heterotis*, possiblement aggravé par des températures non-optimales pour sa croissance.

Concernant la mauvaise disponibilité alimentaire, on voit en effet qu'il y a quelques situations où on obtient des bons résultats, en termes de grossissement ou d'alevinage mais celles-ci sont rares. En général, les meilleurs résultats semblent être obtenus dans des étangs fertilisés avec des quantités significatives de fumures animales ce qui engendre une meilleure disponibilité de l'aliment naturel pour l'*Heterotis*. Les deux études les plus récentes et avancées sur l'alimentation naturelle de l'*Heterotis* (Odo et al, 2009 ; Koua et al, 2016) convergent sur le fait que bien qu'ayant un régime alimentaire opportuniste, il a une préférence pour les micro-crustacées et notamment les copépodes, cladocères et ostracodes. Il est possible qu'une analyse détaillée de la microfaune présente dans les étangs montrerait une quantité plus faible de ces espèces dans ceux où l'*Heterotis* présente une mauvaise croissance.

La température est légèrement plus froide surtout pendant la période hivernale que celle enregistrée sur la Côte Ouest de l'île ou dans les autres pays d'Afrique où l'Heterotis est élevé. Sans être insuffisantes à sa croissance, les températures n'y sont probablement pas optimales, au moins une partie de l'année.

Recommandations

Sur ce sujet, il serait intéressant lors des prochaines saisons de sélectionner quelques étangs de production où les Heterotis ont montrés des bonnes ou des très mauvaises performances (de croissance et de reproduction) pour :

- Suivre les paramètres physicochimiques basiques : températures de l'eau et pH notamment, dans la mesure du possible couplés avec un relevé pluviométrique journalier (idéalement très proche des étangs sinon au moins au niveau du bureau de Vatomandry) ;
- Faire des analyses du zooplancton et phytoplancton présents dans les étangs, idéalement plusieurs fois par an ;
- Bien suivre en parallèle les pratiques et les cycles des pisciculteurs concernés.

Pour les pisciculteurs possédant des géniteurs et souhaitant obtenir des reproductions, il faudrait les inciter à bien fertiliser les étangs de production dans le but d'améliorer la nourriture disponible pour les géniteurs d'Heterotis mais aussi les futurs alevins qui viendraient à naître dans l'étang. Dans le cas de l'Heterotis, la fertilisation, et notamment l'apport de fumure animale paraît encore plus déterminant que pour le tilapia et la carpe. Le lisier de porc serait idéal mais est peu disponible dans le Sud de la région Atsinanana.

Si les stocks en fertilisants sont limités, il paraît approprié de prioriser une fertilisation d'entretien dans l'étang barrage au moment où les reproductions débutent, dès les premières pluies importantes d'Octobre puis durant la période la plus propice (Jusqu'à Janvier dans le cas de la zone d'Atsinanana Sud, jusqu'à Mars/Avril pour la partie Nord et la région Analanjirofo). Du compost pourrait aussi être préparé en avance pour être apporté à ce moment.

Enfin, si les analyses du zooplancton permettent d'identifier un déficit des proies préférentielles de l'Heterotis (notamment copépodes, cladocères et ostracodes), des tests de fertilisation visant spécifiquement à augmenter la quantité de ces espèces pourraient donner des solutions pour améliorer les performances de l'Heterotis.

1.2 La reproduction

La simultanéité des reproductions dans des zones différentes montre bien l'existence d'un stimulus environnemental sur le déclenchement des reproductions. En regardant dans le détail, l'occurrence de fortes pluies et surtout des inondations qu'elles provoquent sont le déclencheur du processus de reproduction en lui-même, à commencer par la parade, contrairement à ce qui a pu être affirmé auparavant (Rakotomanampinon, 1965).

A noter que ces observations rejoignent celles réalisées dans les Pangalanes précédemment, selon lesquelles l'augmentation de la température et de l'ensoleillement sont responsable de la gamétogenèse mais que la crue est nécessaire pour son achèvement et provoquer l'ovulation et la spermiation (Moreau et Moreau, 1982).

Nous avons vu peu de pisciculteurs qui tentent d'augmenter le niveau d'eau dans l'étang pour stimuler une inondation et stimuler la reproduction des Heterotis. Pourtant, cela pourrait éventuellement augmenter le nombre de reproduction et aussi permettre de mieux contrôler la temporalité des reproductions et donc de faire les préparatifs nécessaires.

L'une des difficultés rencontrées tient à la période de reproduction de l'Heterotis qui débute certes avec les premières pluies mais dans une période (octobre – novembre) où la saison des pluies n'est pas véritablement installée. Ainsi, il est fréquent d'avoir des fortes pluies sur un court laps de temps suivi de jours, voire de semaines, sans précipitations. Or en fin de saison sèche, les nappes et les sources ont un débit réduit, quand elles ne sont pas simplement taries. Cela complique notamment la mise en eau des étangs de stockage ou d'alevinage pour certains pisciculteurs, problème que l'on retrouve d'ailleurs pour l'alevinage de la carpe. De plus, dans les étangs barrages ou les étangs de service, le débit réduit et les fortes températures concourent à réchauffer l'eau. Si les risques sont limités pour les poissons évoluant librement dans l'étang barrage, sauf dans les cas les plus extrêmes, cela peut présenter un grand risque lors de toutes les autres activités : pêche, stockage, alevinage. Dans le pire des cas, il n'est pas possible de mettre en eau l'étang de service et donc de procéder à la pêche de la boule dans les temps. Ces contraintes disparaissent au mois de Décembre avec l'installation des pluies.

Recommandations

En général, il est recommandé de limiter au maximum l'enherbement dans et autour des étangs pour limiter notamment les prédateurs. En revanche pour l'Heterotis, il vaut mieux avoir au moins une partie de l'étang, idéalement dans un coin peu profond avec des grandes herbes à disposition pour la fabrication du Nid. Dans les étangs avec du riz, l'Heterotis est susceptible d'utiliser les tiges du riz pour faire son nid. Il paraît aussi possible de déposer une grande quantité de paille au moment de la saison de la reproduction.

Il est important d'insister également sur l'intérêt de la simulation des crues dans les conseils et supports techniques distribuer aux producteurs qui souhaitent faire se reproduire des Heterotis. Ce point était notamment absent de la formation réalisée en 2020.

Une fertilisation apportée au début et en cours de la période de reproduction, comme évoquée dans la partie précédente, pourrait éventuellement contribuer à améliorer les chances de reproduction de l'Heterotis.

Si des pisciculteurs arrivent à isoler les géniteurs dans un étang dédié, on pourrait également évaluer l'effet d'une alimentation artisanale sur leur reproduction (cf. III.1.3.3).

1.3 La survie des boules

1.3.1 Manipulation des larves et alevins

Il faut, comme pour toutes les espèces, prendre un soin particulier pour manipuler les alevins, et notamment, éviter au maximum de les prendre à la main lors des différentes étapes : pêche, comptage, transfert, etc. Pour cela, on peut utiliser de petites épuisettes ou des passoire fines, facilement accessibles pour les pisciculteurs. Elles permettent de transférer des alevins d'un contenant à un autre ou à un étang.

Lors des pêches d'alevins à des stades précoces (moins de 30 jours), il faut utiliser des filets à mailles très fines, ou à défauts des voilages fins. L'utilisation d'une épuisette à base de voile (type voile de mariée, voir figure 21) a montré de très bons résultats pour la pêche des alevins de quelques jours. Une petite passoire suffit ensuite à transférer les alevins vers un contenant avec un minimum de manipulation et donc de risque pour les alevins.

Dans la mesure du possible, les alevins doivent rester dans l'eau tout au long des manipulations.



Figure 21 : Photo de la fabrication d'une épuisette pour la pêche de la boule d'alevins Heterotis (APDRA, 2021)

1.3.2 Moment de la pêche

Après les disparitions des deux premières boules pendant la saison 2020-2021, les expériences ont donné raison au pisciculteur qui a rapidement pêché et mis en sécurité les alevins (cas des boules n°3 et 6). Certes, il n'a finalement produit aucun *Heterotis* à l'issue de la saison mais les alevins ont survécu au moins 19 jours, contre moins de 10 en les laissant dans l'étang. Ils auraient peut-être pu survivre encore plus longtemps s'il leur disparition est due à un vol, comme il le soupçonne, ou si l'alimentation présente dans l'étang avait été plus importante, comme nous en faisons l'hypothèse.

Sauf pour les étangs où l'on a remarqué qu'il n'y avait pas de problème à garder la boule une vingtaine, voire une trentaine de jours, dans le doute, il paraît souhaitable de pêcher la boule dès la sortie du nid des alevins pour maximiser les chances de survie compte tenu de la faible productivité naturelle des étangs sur la côte Est.

1.3.3 Pré-grossissement des alevins

Concernant la préparation de l'étang, le chaulage est recommandé dans l'idéal en raison de la faible alcalinité de nombreux sites sur la Côte Est et d'autres expériences ont montré son intérêt pour améliorer le taux de survie durant le pré-grossissement de carpes et de tilapias dans des étangs de services (RAZAFIMAHARO, 2021).

Le taux de survie en milieu paysan reste beaucoup plus faible que ceux obtenus en station qui est de 18 % sur les 2 dernières saisons de pré-grossissement à des densités comparables (1 alevins/m²) mais il ne s'agit que de premières tentatives. En 2021, les deux meilleurs taux sont de 3 % et 6,5 %. Dans ces 2 cas, les étangs ont été chaulés et fertilisés avec du fumier de zébu (100kg/are dans un cas et quantité inconnue dans l'autre). Dans les deux cas, les alevins ont reçu quotidiennement une alimentation complémentaire, avec des aliments plutôt riches en protéine : *patsa* (petite crevette fréquemment consommée séchée dans la région, aussi appelée chevaquine en français) et termites. On a pu constater durant une distribution de *patsa* que celles-ci ont bien été consommées par les alevins.

On note également que les prédateurs volants d'une part et les actes malveillants (vols et vandalismes) d'autre part impactent les résultats dans une proportion inconnue mais probablement non négligeable.

Recommandations

Concernant la mortalité massive au stade larvaire, qui a été peu étudiée, Monentcham (2009) évoque plusieurs pistes :

- Insuffisance des quantités d'aliments ingérées ;
- Faible digestibilité des aliments ingérés, consistant essentiellement en zooplancton dans le milieu naturel ou dans l'étang piscicole ;
- Cannibalisme ;
- Besoins indispensables en proies vivantes (taille des larves d'environ 7,5 mm à l'éclosion) ;
- Carences nutritionnelles ;
- Déséquilibre nutritionnel des aliments.

La majorité de ses hypothèses pointent vers un problème nutritionnel provoquant la mortalité aux premiers jours de la vie. Les acquis du travail sur la Côte Est tendent à confirmer cela et c'est à notre avis sur cet angle que doit se concentrer la recherche action pour les prochaines campagnes. Pour cela, il est primordial de mieux connaître les aliments disponibles dans l'étang avant et pendant les expérimentations et donc de procéder le plus souvent possible à des analyses du plancton présent dans les étangs de pré-grossissement.

Une expérimentation a comparé les performances entre un aliment complet (fabriqué pour l'expérience) et des fientes de poules pour le pré-grossissement des *Heterotis* (Yakubu et al., 2019). Réalisée dans des

conditions similaires aux expérimentations sur la Côte Est (des étangs en terre de 2 ares avec des alevins de 2g), elle a montré que les meilleures performances étaient obtenues avec les fientes de poules, en particulier sur le taux de survie : 75% contre 50% avec l'aliment. Le GMQ dans le premier cas était de 0,36 g/j contre 0,23 g/j dans le deuxième. La densité était assez élevée dans cette expérience avec 500 alevins par are. Les quantités de fientes apportées sont de 250g/are/jour (pas de fumure de fond mais seulement d'entretien).

Des tests similaires pourraient être réalisés à des densités plus faibles et en testant différentes doses d'apport de fientes de poules (par exemple 100, 150, 200 et 250 g/j). L'avantage de la fiente par rapport au fumier bovins s'est qu'elle se dégrade plus rapidement ce qui peut favoriser la disponibilité alimentaire pour les alevins dans les premiers jours du pré-grossissement. Un partenariat avec un opérateur compétent pourrait être envisagé pour introduire des poulaillers chez les alevineurs afin de disposer de fientes, de même que l'élevage de porc a pu être encouragé par le passé pour fertiliser les étangs barrages.

L'alimentation pourrait également être une piste à explorer, en complément de la fertilisation. Les expériences ont montré de très bons résultats dès 2g de poids moyen initial et surtout ont permis de définir les besoins nutritionnels et fournir des éléments précis pour fabriquer des aliments pour l'Heterotis (Goure-Bli et al, 2018 ; Monentcham, 2009). La seule limite est que ces expérimentations ont eu recours à un aliment dont les apports protéiques sont fournis par la farine de poisson et auxquels ont été ajoutés des compléments alimentaires (vitamines, minéraux, etc.). Cependant, il est possible d'après l'une des expériences de remplacer à 50% la farine de poisson par des tourteaux (de soja et de coton dans ce cas) sans affecter les performances de croissance (0,54 g/j et 74% de taux de survie) et, même avec une substitution à 75%, les performances restent correctes (0,45g/j et 70% de taux de survie). Notons que cette dernière expérimentation a eu lieu en happa avec un renouvellement de l'eau important, d'où l'importance de la farine de poissons pour fournir une quantité suffisante d'acides aminés essentiels (Monentcham, 2009).

Dans le cas de la Côte Est, il n'est pas envisageable d'utiliser des compléments alimentaires en raison de leur inaccessibilité. Cependant, si les étangs sont bien fertilisés, l'alimentation naturelle disponible pourrait compenser. En ce qui concerne le problème de la farine de poissons, plusieurs sources de protéines animales abondantes pourraient être exploitées : les termines, les *patsa* (petites crevettes) ou encore les alevins excédentaires de tilapia produits dans les étangs barrage. La production de vers de terre par la vermiculture peut aussi être une source de protéine intéressante. Les travaux de Monentcham (2009) et Goure-Bi (2016) donnent des indications détaillées sur les proportions optimales de protéines, lipides et glucides à intégrer dans l'aliment pour les Heterotis.

Enfin, toutes les précautions doivent être prises pour lutter contre les prédateurs. Pour les prédateurs aquatiques, un assec est obligatoire (et idéalement un chaulage). Pour les prédateurs aérien, diverses méthodes peuvent être mises en place selon la taille des parcelles telles que des filets de protection, des fils tendus au-dessus des étangs ou encore l'utilisation de matériaux réfléchissants. Dans la mesure du possible, il faut privilégier les parcelles proches des habitations pour faciliter leurs surveillances, y compris contre le vol.

2. Lien avec les producteurs et contraintes sociales

Si les savoirs faire locaux progressent par rapport à l'Heterotis et en particulier l'alevinage, il subsiste beaucoup de questionnements et de points d'interrogations pour atteindre un niveau de maîtrise satisfaisant. De plus, certaines contraintes, inhérentes tant au milieu naturel qu'à l'environnement socio-économique dans lequel s'inscrit cette démarche, demandent encore à être levées. Cela doit nous pousser notamment à adapter nos stratégies et le processus de recherche-action pour y répondre.

2.1 Relation projet - bénéficiaires

La démarche de recherche action est tributaire de l'inclusion et de la bonne volonté des pisciculteurs. La situation actuelle vis-à-vis de l'Heterotis pose plusieurs problèmes qui méritent d'être évoqués, notamment pour expliquer certains résultats ainsi que pour faire évoluer les approches des acteurs de la recherche et du développement. A noter que ces problèmes ne concernent souvent qu'une partie des pisciculteurs, mais étant donné le faible nombre de reproductions constatées, cela a vite un fort impact sur le travail.

La première question est relative à la propriété des alevins distribués gratuitement. Comme évoqué dans le chapitre sur les pré-grossissements des Heterotis en station, les premiers alevins ont été donnés par l'APDRA aux pisciculteurs, en échange de leur collaboration et en particulier de la rétrocession à l'APDRA d'une partie des futurs alevins produits pour pourvoir aux besoins des nouveaux pisciculteurs. Il était prévu aussi que l'APDRA reste propriétaire des géniteurs fournis et puisse ainsi procéder à des regroupements si nécessaires. Au regard du contrat, trois pisciculteurs ont consenti à rétrocéder leurs géniteurs à l'APDRA en 2020. Cependant, le problème est qu'au-delà de quelques années, le contrat n'est plus acceptable pour le pisciculteur qui a pris sur lui d'élever l'Heterotis jusqu'ici et qui a donc investi *a minima* son temps de travail. La plupart des pisciculteurs refusent ainsi de céder gratuitement leurs géniteurs. Sur le long terme, le contrat d'origine se retrouve obsolète. Pour cela, dès la saison 2020-2021, nous avons souhaité encourager les pisciculteurs à dialoguer entre eux et à initier d'eux-mêmes des regroupements, avec un succès limité pour l'instant. En ce qui concerne les alevins produits par les pisciculteurs, une partie d'entre eux refuse d'en céder au projet, à moins que celui-ci ne les achète à un prix plus ou moins raisonnable.

L'autre problème qui peut se poser est une perte de confiance du pisciculteur par rapport aux recommandations du projet. Cela a notamment été le cas après qu'une boule ait complètement disparu suite à la décision de l'équipe de la pêcher après quelques jours. Les pisciculteurs, n'ayant plus confiance, prennent seuls des initiatives et communiquent pas ou peu sur leurs activités. Indépendamment du fait que les choix opérés par le pisciculteur peuvent être complètement fondés, cela nuit à l'expérimentation, en particulier au suivi de ce qui se passe. Ce comportement n'est pas problématique mais dans le cas d'un nombre réduits « d'expérimentateur », il impacte fortement la qualité des données et les progrès.

Enfin, le manque de collaboration et de transparence parfois constaté peut-être motivé par un intérêt économique, sachant que les premiers arrivants sur le marché de l'alevin d'Heterotis seront de fait temporairement en situation de quasi-monopole et pourront ainsi fixer unilatéralement un prix très haut. Cela incite certains à ne pas partager leur état d'avancement et particulièrement leur progrès. On observe ainsi parfois des incohérences entre certaines de nos données et les discours de ces pisciculteurs (nombre de géniteurs possédés par exemple).

Recommandations

Ainsi, face à toutes ces situations, qui se cumulent parfois, il faut être clair sur la stratégie et faire preuve de la plus grande transparence également de notre côté. Les contrats datent maintenant de plusieurs années. Il faudrait en établir de nouveau pour les activités à venir, définissant clairement les tâches, les participations sous diverses formes (travail, financier, apports en nature) et surtout les responsabilités de chacune des parties (projet, chercheurs et bénéficiaires). Idéalement, les formes de collaborations pourraient être établies de façon participative lors d'un atelier réunissant les personnes engagées dans la production d'alevins d'Heterotis.

A ce sujet, il vaut mieux travailler avec un nombre limité de producteurs qui ont réellement une motivation à produire des alevins d'Heterotis qu'avec des producteurs choisis par défaut car possédant des géniteurs mais qui ont d'autres priorités. C'est avec la réussite des premiers que les seconds commenceront peut-être davantage à s'intéresser à l'Heterotis.

2.2 Vol et pertes de géniteurs

Des vols viennent parfois perturber les expérimentations, comme cela a été le cas en 2021 au moins une fois. Dans d'autres cas, ce sont uniquement des suspicions mais qui empêchent malgré tout de livrer une conclusion définitive sur les résultats de l'expérimentation. Vraisemblablement, les alevins d'Heterotis ne sont pas particulièrement ciblés par les vols car ils ont très peu de valeur hormis pour d'autres pisciculteurs. Les adultes pourraient davantage intéresser les voleurs mais nous n'avons pas recensé de cas où ils seraient spécifiquement ciblés.

Par contre, un problème assez spécifique se pose avec l'Heterotis dans les cas de pertes consécutives à une inondation ou une casse de digue. Lorsque cela se produit, les poissons se retrouvent dans des canaux, cours d'eau ou rizières, appartenant soit à un autre propriétaire, ne soit à personne (milieu naturel). Plusieurs cas ont ainsi été recensés d'Heterotis retrouvés et capturés par des tiers. Cela peut créer un conflit dans lequel le pisciculteur n'a aucun moyen de prouver sa propriété sur les poissons. Ce problème se pose pour les autres espèces également mais dans une moindre mesure car les géniteurs de carpes et de tilapias sont beaucoup moins rares.

Dans les deux situations, le puçage présente un réel intérêt à court terme pour protéger les géniteurs. Il a été réalisé sur quelques géniteurs en 2020 qui étaient transféré d'un site à un autre, et les équipes techniques savent maintenant manipuler le matériel et le matériel.

Conclusion

A la lecture des résultats et des analyses, l'Heterotis est encore loin d'avoir atteint son potentiel de production sur la Côte Est de Madagascar. Si les contraintes sont plus nombreuses que dans d'autres régions, il ne semble toutefois pas impossible, à la lumière de quelques bonnes performances, que cette espèce soit mieux valoriser à l'avenir et que son élevage ait un réel impact sur la production et les revenus des pisciculteurs.

Pour y arriver, deux axes de travail nous semblent fondamentaux d'après les recommandations effectuées plus haut (cf. III.1 et III.2) :

- Améliorer la connaissance scientifique (et sa diffusion) sur les conditions des parcelles d'élevage de l'Heterotis et faire le lien avec ses performances zootechniques dans le but d'identifier avec certitudes les contraintes du milieu pour son développement et pouvoir proposer des solutions adaptées aux pisciculteurs pour y faire face.
- Améliorer la collaboration entre le projet, les chercheurs et les pisciculteurs, notamment en favorisant la transparence sur les objectifs et les moyens engagés par chacune des parties.

Pour le premier axe cela nécessite notamment des moyens en matériels (sondes, matériels de laboratoire, filets à plancton) pour pouvoir réaliser des analyses précises et une implication renforcée des techniciens et des chercheurs dans le suivi et l'analyse des résultats.

L'une des perspectives est aussi d'expérimenter l'élevage de l'Heterotis en rizière. Jusqu'en 2021 aucun test n'a été fait à notre connaissance sur ce sujet alors que dans la partie Sud de la région Atsinanana la pisciculture en rizière a une importance équivalente à celle en étang-barrage en termes de nombre de pratiquants. De plus, la polyculture est déjà pratiquée en rizière avec l'association de carpes et de tilapias du Nil dans les mêmes parcelles. S'il paraît difficile d'élever des Heterotis de plus de quelques centaines de grammes dans les rizières en raison de la faible profondeur d'eau, il devrait être possible d'y effectuer au moins une partie du grossissement des poissons. Cela demande, encore une fois, de porter une attention particulière aux aliments naturels disponibles en rizière ainsi qu'aux caractéristiques physico-chimiques du milieu.

BIBLIOGRAPHIE

- Aldite A., Winemiller K.O., Fiogbé E.D.**, 2006, Population structure and reproduction of the African Bonytongue *Heterotis Niloticus* in the Sô river-floodplain system (West Africa) : Implication for management, *Ecology of Freshwater Fish*, **15** : 30 – 39
- All Met Sat**, 2021, “Normales climatiques - Climat : Tamatave, Madagascar”, [01/09/2021] <https://fr.allmetsat.com/climat/madagascar.php?code=67095>
- Amédée O. K.**, 1998, Production d’alevins d’*Heterotis*. Côte d’Ivoire : Le Bulletin APDRA (Journal interne de l’APDRA-F et de l’APDRA-CI), **2**.
http://lucien.oswald.free.fr/sauves/bull2_2.htm
- Andrianarinirina Z., Fanomezantsoa P., Henrottay M., Maureaud C., Ramanantenasoa E.**, 2017, Capitalisation du Projet Piscicole Madagascar Côte Est – Sécurité Alimentaire. Toamasina, Madagascar : APDRA Pisciculture Paysanne, 58 p.
- Cannone M., Mortillaro J-M., Andrianarinirina Z., Fanomezantsoa P., Niamien T., Fertin L., Sadousty J.**, 2021, Etat de l’Art sur l’*Heterotis niloticus*. Montpellier, France : CIRAD, 21p.
(Document de capitalisation, non publié)
- FAO**, 1989, Résultats de l’enquête cadre dans les principales pêcheries des eaux intérieures de Madagascar. Antananarivo, Madagascar : PNUD, FAO.
<https://www.fao.org/3/AB805F/AB805F00.htm#TOC>
- Koua N.Z.D.**, 2019, Comparaison des traits de reproduction de deux espèces phylogéniquement sœurs du groupe des Ostéoglossomorphes : *Heterotis niloticus* en Afrique et *Arapaima gigas* en Amérique du Sud. Biologie animale. Caen, France : Université de Normandie, 336 p.
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02520009v2>
- Kouakou I.K.F, KONE T., AGNISSAN J-P.A., SORO Y., N’DA K.**, 2016, Food and Feeding Habits of *Heterotis niloticus* (Cuvier, 1829) From River Agneby. International Journal of Innovation and Applied Studies, **14** (3) : 721-732.
- Laserre G.**, 1971, Bilan de la Situation des Pêches : aux Pangalanes Est (Zone Tamatave-Andevoranto) au Lac Anony (région Fort-Dauphin) Perspective et Aménagement. Madagascar : PNUD, FAO.
- Martel P., Oswald M.**, 2013, Résultats de la tentative de sexage à vue des *Heterotis niloticus* sur la base des taches. 17p. Université d’été de l’APDRA, Montpellier, France.
(Présentation interne, disponible sur l’intranet APDRA)
- MEDD**, 2019, 6ème Rapport national sur la diversité biologique de Madagascar,
<https://www.cbd.int/doc/nr/nr-06/mg-nr-06-fr.pdf>
- Momentcham S.E.**, 2009, Alimentation et Nutrition des juvéniles de *Heterotis niloticus* (Arapaimidae, Teleostei). Premières estimations des besoins nutritionnels et valorisation des sous-produits végétaux. Namur, Belgique : Faculté Notre Dame de la Paix.
- Moreau J.**, 1982, Exposé synoptique des données biologiques sur *Heterotis niloticus* (Cuvier 1929). Rome, Italie : FAO, 45p. (Synop. Pêches, 131)
- Moreau J., Moreau I.**, 1982, Etude du cycle annuel de la gamétogenèse chez *Heterotis niloticus* au lac Ivakoïna (zone des Pangalanes) Madagascar. Revue d’Hydrobiologie Tropicale, **15** (3) : 271 – 280.

Morissens P., 1974, Compte rendu d'activité de la Division de Recherches Piscicoles – Année 1973. Toamasina, Madagascar : Centre Technique Forestier de Tamatave, 25p.

Odo G.E., Nwamba H.O., Eyo J.E., 2009, Aspects of the biology of *Heterotis niloticus* in the Anambra flood river system, Nigeria. *Animal Research International*, **6** (2) : 994 – 1002.

Oswald M., Mikolasek O. Meké P., Blé C.M., Effole T. E., Vanga F., Toko I.I., Tomedi M. E., 2015. Lessons learnt from a review of extensive fish farming inside family plantations economy through West Africa and of their contribution to the local value chain. p 525-526. FSD5 Proceedings.553 p., 7-10 Septembre 2015, Montpellier, France.

<https://agritrop.cirad.fr/581529/1/Page%20527%20de%20proceedings.pdf>

PADPP, 2013, Rapport technique intermédiaire du Projet d'Appui au Développement de la Pisciculture dans 4 régions de Madagascar (Janvier 2012 à Décembre 2012). Antsirabe, Madagascar : APDRA Pisciculture Paysanne, 71 p.

(Rapport bailleur, disponible sur l'intranet APDRA)

PADPP3, 2019, Gestion de la station piscicole d'Ivoloina. Vatomandry, Madagascar : APDRA Pisciculture Paysanne, 5p.

(Rapport interne non publié).

PMMCE-SA, 2017, Rapport des activités de la station Ivoloina 2014-2017. Toamasina, Madagascar : APDRA Pisciculture paysanne, 4p.

(Rapport interne non publié)

Rakotomanampison A., 1965, Premiers résultats sur l'acclimatation de l'*Heterotis niloticus* à Madagascar. Toamasina, Madagascar : Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols, 51p.

Rakotomanampison A., 1982, Mémoire des travaux de recherche effectués. Toamasina, Madagascar : Centre Technique Forestier de Tamatave, 21p.

RAZAFIMAHARO H., 2021, Impacts des amendements calciques sur la productivité piscicole à Vatomandry, région Atsinanana. Antsirabe, Madagascar : Institut D'enseignement Supérieur d'Antsirabe – Vakinankaratra (mémoire de master en gestion de l'environnement).

Simon D. et Benhamou J. F., 2009, Rice fish-farming in Guinée Forestière - outcome of a rural development project, *Field Actions Science Reports*, **2** : 49-56

Word Food Program, 2021, Madagascar, Hunger and Covid-19 update.

[10/06/2021]

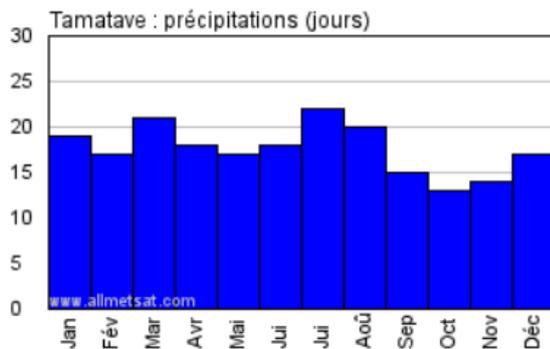
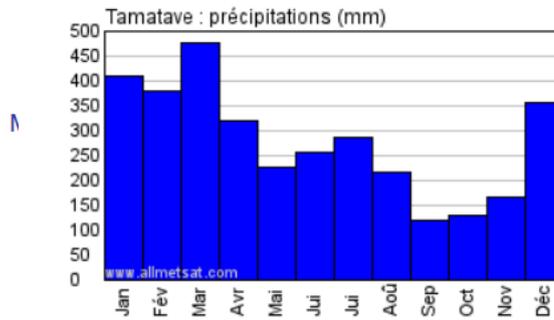
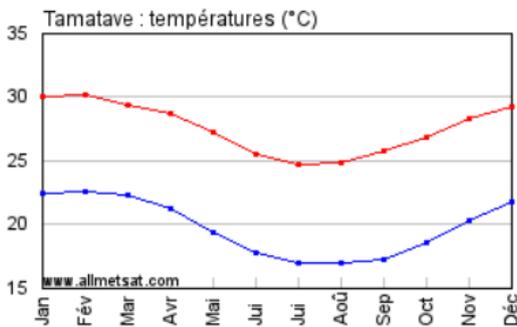
https://analytics.wfp.org/t/Public/views/MadagascarDashboard/Dashboard1?_ga=2.115487365.287556287.1617889876-413580648.1617889876&%3AisGuestRedirectFromVizportal=y&%3Aembed=y

Yakubu A.F., Adams T.E., Olaji E.D., Eke M., Growth Response of *Heterotis Niloticus* (Cuvier, 1829) Fingerlings to Artificial Feed and Chicken Manure. *International Journal of Forest, Animal and Fisheries Research (IJFAR)*, **3** : 14-17.

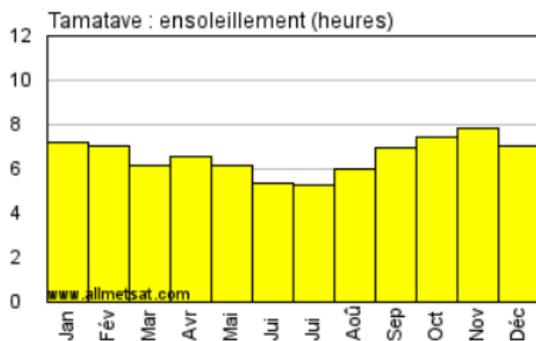
<https://dx.doi.org/10.22161/ijf.3.6.3>

ANNEXES

Annexe 1. Données climatiques de Tamatave (source : AllMetSat, 2021)



Nombre de jours de précipitations \geq 1 mm



Moyenne mensuelle du nombre d'heures de soleil par jour.

Annexe 2. Détail des données de prégrossissement a la station d'Ivoloina (APDRA, 2021)

Saison	Origine	Boule N°	Surface (ares)	Date de transfert	Nombre initial	Poids moyen (g)	Densité initiale (ind/are)	Date de pêche	Nombre final	Poids moyen final (g)	Densité finale	durée cycle	GMQ	Taux de survie
14-15	Ambila	1	4	01/12/2014	169	5	42,25	inc	105		26,25			62%
14-15	Ambila	2	4	18/03/15	52	5	13	07/04/2015	31	15	7,75	20	0,5	60%
14-15	Ambila	3	4	10/04/15	70	15	17,5	15/06/2015	64	45	16	66	0,5	91%
14-15	Ambila	3	4	10/04/15	70	15	17,5	03/07/2015	64	71	16	84	0,7	91%
14-15	Ambila	3	4	10/04/15	75	15	18,75	18/05/2015	50	34	12,5	38	0,5	67%
14-15	Ambila	4	4	19/05/15	50	34	12,5	03/07/2015	42	47	10,5	45	0,3	84%
15-16	Zo	1	4	01/12/2015	43	22	10,75	inc	41	23	10			95%
15-16	Leonard	2	4	12/12/2015	150	1	37,5	26/01/2016	44	15	11	45	0,3	29%
15-16	Leonard	2	4	12/12/2015	150	1	37,5	23/02/2016	20	12	5	73	0,2	13%
15-16	Leonard	2	4	12/12/2015	100	1	25		0	0	0			0%
15-16	Leonard	3	4	11/02/2016	725	0,3	181,25	01/04/2016	82	27	20,5	50	0,5	11%
15-16	Leonard	3	4	11/02/2016	725	0,3	181,25	30/03/2016	415	5	103,75	48	0,1	57%
15-16	Leonard	3	4	11/02/2016		inc	inc	01/04/2016	141	13	35,25	50	inc	
15-16	Leonard	3	4	11/02/2016		inc	inc	11/04/2016	71	32	17,75	60	inc	
15-16	Leonard	3	4	11/02/2016	217	1	54,25	23/03/2016	69	24	17,25	41	0,6	32%
15-16	Leonard	3	4	11/02/2016		inc	inc	23/03/2016	20	38	5	41	inc	
15-16	Leonard	3	4	11/02/2016		inc	inc	11/04/2016	89	20	22,25	60	inc	
15-16	Leonard	4	4	15/04/2016	97	9	24,25	inc	49		12,25			51%
17-18	Fabrice	1	5	10/01/2018	139	2	27,8	07/02/2018	26	8	5,2	28	0,2	19%
17-18	Florine	2	4	10/01/2018	72	2,2	18	07/02/2018	49	19,6	12,25	28	0,6	68%
17-18	Jean de Dieu	3	0,01	10/01/2018	500	0,01		07/02/2018	0		0	28	0,0	0%
17-18	Leonard	4	4	09/03/2018	510	0,5	127,5	07/06/2018	42	22,0	10,5	90	0,2	8%
18-19	Leonard	1	4	01/09/2018	653	0,5	163,25	29/11/2018	165	2	41,25	89	0,02	25%
18-19	ZO	2	4	27/11/2018	550	0,16	137,5				0			0%
18-19	Leonard	3	4	22/12/2018	200	1	50	19/02/2019	27	47,14	6,75	59	0,8	14%
18-19	Leonard	3	4	22/12/2018	1200	1	300	21/02/2019	126	101,6	31,5	61	1,6	11%
18-19	Leonard	3	4	22/12/2018	920	1	230	20/02/2019	128	35	32	60	0,6	14%