

Moana Maamaatuaiahutapu ⁽¹⁾
Vaiana Joufoques ⁽¹⁾
Thierry Tamata ⁽¹⁾
Sylvain Dupieux ⁽¹⁾
Alexandre Teissier ⁽¹⁾
David Rarahu ⁽¹⁾
Georges Remoissenet ⁽¹⁾

Eric Gasset ⁽²⁾
Camille Knockaert ⁽⁴⁾
Yannick Gueguen ⁽²⁾
Denis Covès ⁽³⁾

⁽¹⁾ Service de la Pêche, cellule Développement, unité Aquaculture

⁽²⁾ Ifremer Département LEAD/Pf, Tahiti

⁽³⁾ Ifremer Département BOME, Palavas les flôts

⁽⁴⁾ Ifremer Département STBM, Nantes

Rapport final de la Convention N° 8.0020 du 25 septembre 2008

Relative à la collaboration du Service de la Pêche de Polynésie française et de l'Ifremer dans le cadre de l'opération :

Maîtrise technique de la production de poissons lagonaires



Fermeture du cycle biologique du Paraha peu en captivité

1- Gestion des reproducteurs
et production d'œufs



2- Elevage larvaire



3- Production d'alevins



4- Grossissement

5- Constitution stock
de géniteurs



Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

1	Introduction	3
1.1	Rappel des résultats acquis sur la période précédente.....	3
1.2	Objet de la convention 2008/2009	4
2	La production en écloserie	7
2.1	La gestion des reproducteurs.....	8
2.1.1	La pêche et l'acclimatation	8
2.1.2	Alimentation.....	11
2.2	La domestication et la gestion génétique	15
2.2.1	Etat du stock.....	15
2.2.2	Sex-ratio, entrée en puberté, 1 ^{ère} maturation et dimorphisme sexuel (Bilan complet en annexe).....	16
2.2.3	Gestion génétique, plan de croisements et création de familles.....	19
2.2.4	Evolution des stocks.....	20
2.3	La productions d'œufs.....	21
2.3.1	Evolution dans le temps de la maturité des animaux et des pontes.....	22
2.3.2	Inductions et pontes.....	31
2.3.3	Pontes bi-parentales (par couples).....	32
2.4	Synthèse reproduction	33
2.5	La production d'alevins.....	35
2.5.1	L'élevage larvaire.....	35
2.5.2	Les cultures associées : les rotifères.....	43
2.5.3	L'alevinage.....	44
3	La grossissement en cage	48
3.1	L'environnement des élevages en cages sur le site de Vairao	48
3.1.1	La température.....	48
3.1.2	L'Oxygène.....	48
3.2	Les performances biologiques.....	49
3.2.1	La croissance	49
3.2.2	La survie	50
3.2.3	L'alimentation	50
3.2.4	Le tri et l'hétérogénéité	53
4	L'acclimatation des alevins (transport et transfert en cage).....	55
5	La santé des élevages	58
5.1	La santé en écloserie	58
5.1.1	Ectoparasitisme : Monogène branchial	58
5.1.2	Nodavirus	60
5.1.3	Projet Trident.....	60
5.2	La santé en phase de grossissement en cage	61
5.2.1	Ectoparasitisme	61
5.2.2	Bactérioses suite à la mise en cage.....	64
6	La qualité de <i>Platax orbicularis</i> issu d'aquaculture.....	68
7	Les activités supplémentaires.....	72
7.1	L'outil de simulation économique.....	72
7.2	Le projet d'élevage en cages avec un partenaire privé.....	73
7.3	La valorisation du produit par le Lycée hôtelier	74
7.4	L'évolution des infrastructures.....	74
7.4.1	Les installations à terre.....	74
7.4.2	Les installations de grossissement en cages.....	75
7.5	L'accueil et l'encadrement de stagiaires	76
7.5.1	Accueil de stagiaires dans l'équipe SPE/Ifremer	76

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

7.5.2	Accueil de porteurs de projets	76
7.6	La liste des publications, rapports, posters et communications	77
7.7	L'assistance technique et développement des échanges	79
7.7.1	Les missions chez les pisciculteurs existants	79
7.7.2	Le développement des échanges	79
8	Conclusions et perspectives	81

1 Introduction

1.1 Rappel des résultats acquis sur la période précédente

Depuis 2001, date du démarrage d'un programme de développement de la pisciculture lagunaire en Polynésie, des travaux de R&D ont été mis en œuvre à Vairao par une équipe mixte du service de la pêche (SPE) et de l'Ifremer. En 2006, la convention de collaboration entre ces deux organismes précise parfaitement l'objectif prioritaire de l'activité de cette équipe. Cette priorité devient alors « **la production de connaissances devant aboutir à l'acquisition de savoir-faire** » en matière d'élevage de poissons lagunaires d'un point de vue zootechnique et zoo-sanitaire.

Le bilan final de cette convention montre que les points forts de ces deux années d'expérimentation (2006/07) concernent tout d'abord la levée des points de blocage dans la production d'alevins de *Platax orbicularis* (Paraha peue), mais également une meilleure connaissance et maîtrise de la reproduction de cette espèce en captivité. En effet, dans ces phases d'élevage, des méthodes fiables et reproductibles sont proposées au terme de cette convention. Les résultats principaux obtenus au cours de cette période 2006/2007, sont rapportés ici :

- La définition d'une méthode de production d'alevins de Paraha peue de qualité, fiable et reproductible, caractérisée par (1) l'homogénéité des résultats, (2) la maîtrise du phénomène d'apparition des vessies natatoires (100 %), (3) l'augmentation importante de la survie (de 10 à 35%) dans la phase d'élevage larvaire ;
- L'augmentation de la qualité morpho-anatomique des alevins qui se traduit par une augmentation des densités dans la phase de sevrage nurserie ($\times 3$) où le cannibalisme a complètement disparu des résultats de survie supérieurs à 90 % ;
- La récolte des toutes premières pontes jamais obtenues à partir de poissons issus d'élevage et la fermeture du cycle biologique du *Platax orbicularis* en captivité avec la production d'animaux de 2^{ème} génération (F2) ;
- La mise en évidence de facteurs environnementaux de synchronisation des pontes ;
- La sécurisation et l'augmentation de la productivité des géniteurs sauvages, avec une production d'environ 2 millions d'œufs par kg de femelle et par an ;
- La confirmation des effets positifs des normes zoo-sanitaires mise en place (protection contre le nodavirus et parasites).

De plus, les avancées significatives dans ces phases précoces ont évidemment permis grâce à la production d'alevins de qualité de mettre en œuvre des expérimentations de grossissement en cages. Les premiers lots d'alevins mis en élevage en 2006 et 2007 ont permis de définir des premiers éléments zootechniques de l'élevage de *Platax orbicularis* en cage. Ils ont permis également de mettre en évidence certaines priorités d'actions comme l'amélioration de la stratégie et de l'efficacité alimentaire, la lutte contre le parasitisme, l'adaptation des alevins aux conditions de grossissement.

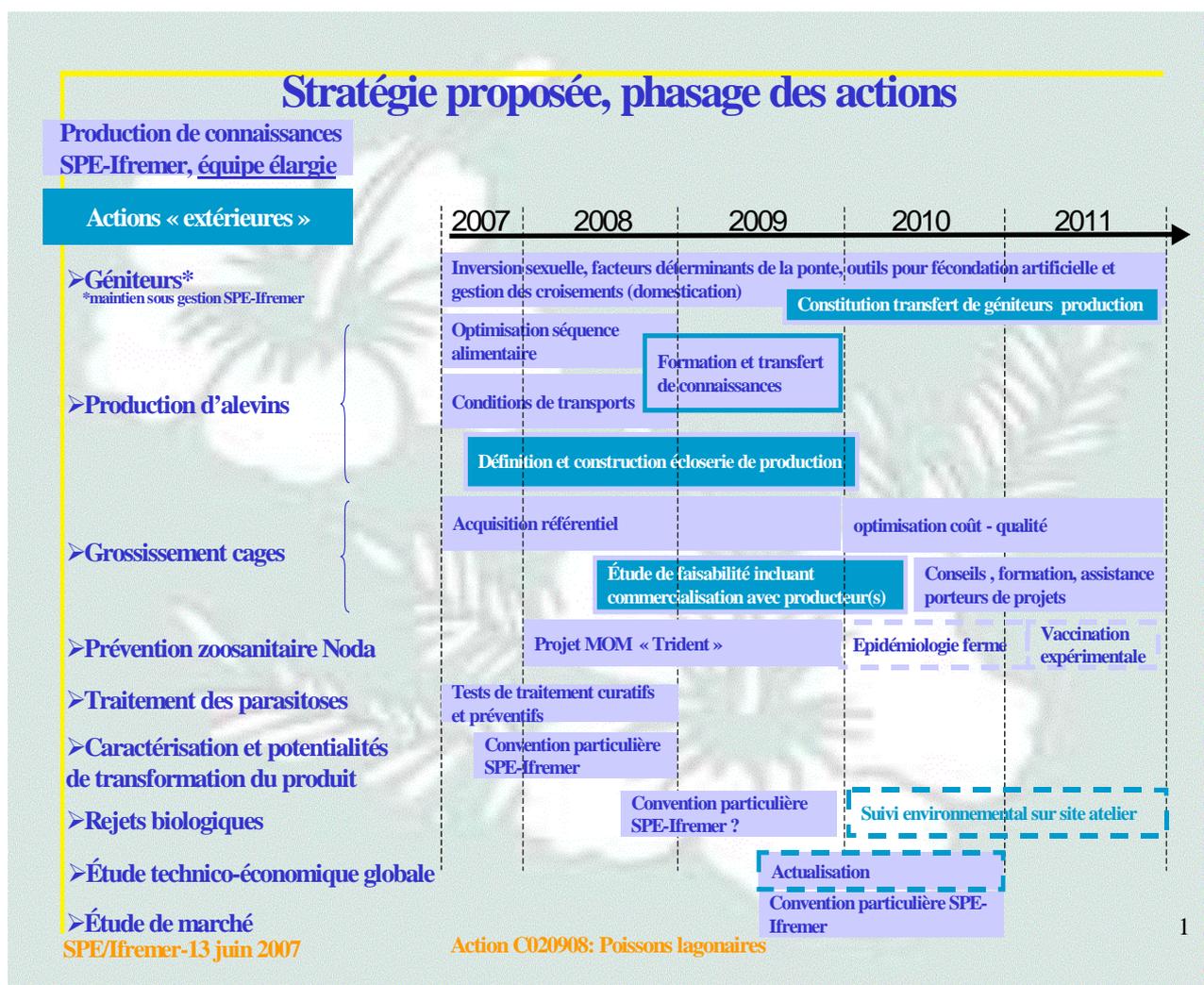
C'est donc un ensemble de questions auxquelles nous allons tenter de répondre pour aborder le début de transfert de technologie vers le secteur privé dans les meilleures conditions. C'est l'objet d'une cette nouvelle convention de collaboration entre le SPE et l'Ifremer.

1.2 Objet de la convention 2008/2009

L'objet de cette convention peut se résumer ainsi :

- La poursuite de l'acquisition de connaissances sur les points prioritaires mis en évidence lors de la convention précédente ;
- Le début du transfert vers le secteur privé.

Lors du bilan annuel de l'avancée des travaux réalisé en juin 07, les différentes actions d'acquisition de connaissances et de transfert ont été planifiées suivant le schéma présenté ci-dessous.



Plus précisément, les objectifs du programme de cette convention pour les deux prochaines années (2008/2009) sont les suivants :

- ✓ D'une part poursuivre l'acquisition de connaissances avec comme priorités :
 - **Tests de grossissement en cages avec comparaison des performances biologiques en fonction du site d'élevage** : Ces essais réalisés dans le cadre

de conventions avec des partenaires privés nécessitent la mise en place des expérimentations préliminaires suivantes :

- Tests de produits immuno-stimulants avant le transfert des animaux en cages,
- Définition de traitements anti-parasitaires (préventifs et curatifs) et de leurs mises en œuvre en cages,
- Mise au point des méthodes de transport d'alevins permettant le transfert vers les sites de production,
- Tests de mise en cages précoces d'animaux d'un poids proche de 1 g dans le but d'optimiser les conditions de transport notamment par voie aérienne vers les îles.

- **Synchronisation des pontes et mise en place d'un plan de croisement de géniteurs de Paraha peu** : L'objectif global est de mettre en œuvre un plan de croisement optimal permettant de diminuer le risque lié à la consanguinité et engendrer du progrès génétique par la domestication et/ou la sélection. Pour atteindre cet objectif il est nécessaire de mettre au point les outils de synchronisation des pontes. Dans ce cadre, une approche environnementale sera comparée à l'approche plus commune d'induction hormonale.
- **Optimisation de la phase larvaire** : les expérimentations auront comme objectifs de répondre aux questions suivantes :
 - Effet de la charge sur la survie, la croissance et la qualité des larves produites à partir de F1,
 - Effet du sevrage précoce de larves F1 sur la survie, la croissance et la qualité,
 - Production de familles bi-parentales.
- **Evaluation des rejets biologiques** : La première phase de cette étude sera entreprise en 2008. Elle permettra de réaliser une installation expérimentale spécifique à ce type de protocole expérimental. Des tests préliminaires indispensables au bon déroulement du programme pourront alors être réalisés en fonction des moyens.

✓ D'autre part, mettre en place le transfert vers le secteur privé :

- **L'écloserie de production du pays** :
 - Formation théorique et pratique des techniciens de cette structure : participation à des cycles expérimentaux envisageable dès le début 2009,
 - Conseils techniques zootechnie auprès du maître d'œuvre,
 - Aide à l'adaptation des protocoles expérimentaux aux conditions de production (changement d'échelle), et soutien au démarrage des premiers cycles de production.
- **Grossissement** :
 - Les résultats expérimentaux obtenus notamment lors des essais préliminaires et ceux issus des collaborations mises en place avec les partenaires privés doivent permettre de réaliser un début de transfert

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

de techniques auprès de l'ensemble des producteurs à partir du 2^{ème} semestre 2009 ;

- Une estimation des coûts de production sera également effectuée suite aux premiers travaux confiés à un prestataire du SPE,
- L'amélioration du modèle de cages confiée à un prestataire du SPE sera également estimée (adaptation aux conditions locales, modularité, coûts, entretien, praticabilité, sécurité, etc...).

2 La production en écloserie

Une écloserie est une structure destinée à la reproduction des animaux en aquaculture dont la finalité est d'être élevés pour être généralement vendus et/ou consommés. Dans le souhait du pays de développer une pisciculture d'espèces locales de poissons lagunaires, cet outil de production est aujourd'hui la condition *sine qua non* pour y parvenir.

Cependant, pour atteindre cet objectif et d'autant plus sur une espèce nouvelle, il est nécessaire de maîtriser le cycle complet de reproduction et ainsi proposer une technique de production d'alevins de qualité de manière à fournir le marché de façon fiable et constante. Cette maîtrise du cycle basée sur la production d'alevins nécessite au préalable un contrôle rigoureux de la gestion des reproducteurs avec par ordre de priorités :

- La pêche et l'acclimatation des géniteurs sauvages ;
- L'utilisation de l'aliment inerte pour un meilleur contrôle de la qualité nutritive et sanitaire des lots en élevage ;
- Le suivi de la maturité pour l'obtention de pontes de qualités ;
- La gestion génétique des lots de reproducteurs (domestication) dans un objectif d'amélioration des performances des animaux.

Les œufs de qualités ainsi obtenus, après toutes ces étapes dont la durée de maîtrise est généralement proche d'une dizaine d'années avec une équipe de chercheurs et de techniciens chevronnés, peuvent être utilisés pour la production d'alevins. Pour le Platax, le programme a réellement démarré en 2003 avec l'obtention de 16 géniteurs adultes provenant de Bora Bora et de la presqu'île de Tahiti. Aujourd'hui, le niveau de connaissances est tel que le transfert de la technique d'écloserie est concevable. Cette technique ainsi définie et mise au point et fiabilisée dans les locaux expérimentaux de Vairao, intègre à la fois l'élevage larvaire et l'alevinage.

La production d'alevins de quelques grammes de Paraha peut durer généralement environ 60 jours et se décompose de la manière suivante :

- L'élevage larvaire d'une durée de 20 jours où les larves sont progressivement sevrés sur de l'aliment inerte ;
- L'alevinage qui dure 40 jours prépare les alevins à la mise en cages et permet la création de lots homogènes.

Le chapitre qui suit, dont le thème principal est la production en écloserie, retrace l'ensemble des avancées sur cette phase de l'élevage au cours de la période 2008/2009. Il permet de proposer des perspectives en terme de recherche et de développement pour les 2 prochaines années au minimum.

2.1 La gestion des reproducteurs

2.1.1 La pêche et l'acclimatation

La première étape d'un programme de R&D est la constitution d'un stock de reproducteurs permettant l'obtention de pontes. Les géniteurs sont capturés dans le milieu naturel puis transportés et acclimatés aux conditions d'élevage en captivité.

En janvier 2008, le stock de géniteurs est constitué de 15 individus sauvages (8 mâles et 7 femelles) répartis en 2 lots (5 et 6). La moitié des individus provient des premières captures de 2003 et l'autre moitié de plusieurs approvisionnements réalisés au 4^{ème} trimestre 2006. Une des priorités en ce qui concerne cette phase de l'élevage était de poursuivre l'acquisition de géniteurs sauvages pour constituer les futurs lots et d'appliquer une nouvelle méthode de transport plus fiable. Deux approvisionnements sont effectués en 2008, à partir de Tahiti et de Bora Bora.

2.1.1.1 Pêche et transport

2.1.1.1.1 Provenance des individus

Le premier approvisionnement de géniteurs de Tahiti est réalisé en juin 2008, les 7 individus proviennent d'un enclos appartenant à un particulier, dans lequel ils sont élevés depuis le stade juvénile avec d'autres espèces lagunaires.

L'approvisionnement de géniteurs de Bora Bora est réalisé en novembre 2008, les 12 individus proviennent de la ferme Bora Bora Aquaculture. Ils ont été capturés dans le milieu naturel au stade de juvénile et sont élevés depuis avec d'autres espèces dans des cages circulaires (1000 m³) situées dans le lagon.

Dans les deux cas, les poissons sont nourris par les propriétaires de manière irrégulière avec des restes d'aliment et parfois du granulé pour poisson.

2.1.1.1.2 Conditions de transport

Le premier transport est terrestre, les 7 individus sont capturés à l'épuisette puis transportés dans une cuve d'eau de mer (200 L) contenant de l'anesthésiant (Eugenol) et un apport d'oxygène. Le temps de transport est court, environ 12 minutes mais une erreur de calcul de la dose d'anesthésiant (100 fois la dose requise) a entraîné la perte de la totalité des individus à l'arrivée dans le bassin de stabulation. La dissection permet de connaître le sexe (3 mâles et 4 femelles) et le poids de chaque individu (environ 1kg).

Suite à cette perte accidentelle, un renforcement de la vigilance lors de la préparation des missions a été exigé. Il permet de réaliser avec succès le deuxième transport aérien. Au total 12 individus sont capturés au filet dans la cage d'élevage. Ils sont ensuite isolés un jour dans une cage plus petite de 15 m³ avant le transport afin de limiter le stress.

Le jour du transport les poissons sont pêchés et anesthésiés (15 ppm d'Eugenol) puis stockés par deux (32 à 48 kg/m³) dans des fûts contenant 50 L d'eau de mer saturée en oxygène (> 240 %) et avec de l'Eugenol (7,5 ppm). La température dans le fût est légèrement abaissée (-2 °C) grâce à des poches de congélation (Gel-Pack®).

La durée du transport est comprise entre 4h30 et 6h selon les fûts. A l'ouverture des fûts le taux d'oxygène est mesuré (70 à 200 %) ainsi que la température (27,3 et 27,9 °C) (cf. tableau 1). Les poissons sont stockés dans un bassin de stabulation saturé en oxygène durant une heure afin de permettre une meilleure récupération physique et une vérification de l'état sanitaire.

Tableau 1 : Résumé des conditions de transport

N° du fût	Durée du transport (h)	Taux d'oxygène (%)		Température de départ (°C)		Survie (%)
		départ	arrivée	départ	arrivée	
1	5h57	318	179	25,6	27,3	100
2	5h53	375	135	25,2	27,6	100
3	4h50	230	147	24,7	27,3	100
4	4h50	240	68	24,8	27,4	100
5	4h32	325	111	26,3	27,8	100
6	4h30	270	196	26,7	27,9	100

2.1.1.2 Acclimatation : « quarantaine »

2.1.1.2.1 Aspects sanitaires

L'introduction de nouveaux individus dans l'écloserie nécessite des précautions particulières afin d'éviter toute transmission d'agent pathogène au cheptel déjà présent. Une nouvelle zone dédiée à la « quarantaine » spécialement construite en 2008 (cf. évolution des infrastructures) contient 4 bassins circulaires de 2,5 m³.

Suite à la stabulation des 12 géniteurs, un marquage magnétique individuel et une pesée sont réalisés afin de pouvoir suivre l'évolution de l'état physique et sanitaire dans le temps. Des prélèvements de gamètes sont réalisés dans la mesure du possible. Ils permettent de déterminer le sexe des individus et d'effectuer des analyses de détection du Nodavirus.

Le bilan des vérifications montre que les poissons pèsent en moyenne 1 kg, deux mâles sont identifiés et tous les poissons présentent des pertes de mucus sur le corps et des parasites *Caligus.sp* au niveau des branchies. La procédure de traitement classique d'entrée en quarantaine est appliquée : traitement antibactérien (par bain statique d'OTC à 200 ppm pendant 1h, 10 jours) jumelé avec un traitement antiparasitaire par dessalure continue à 10 ‰ pendant 7 jours. Du fait de la persistance des parasites au niveau des branchies des traitements antiparasitaires de force croissante ont été appliqués jusqu'à la disparition du parasite :

- a. bain statique de peroxyde d'hydrogène à 200 ppm pendant une heure durant 10 jours
- b. à l'issue de ces 10 jours, le parasite persistait, des bains statique au formol à raison de 200 ppm pendant 1h durant 10 jours ont permis l'éradication du parasite.

Une vérification sanitaire des branchies est réalisée après chaque traitement et des prélèvements de gamètes sont récupérés pour analyse (Nodavirus). Les différents traitements permettent d'éradiquer les parasites au bout de 2 mois. Des difficultés sont rencontrées pour les prélèvements de gamètes et, certains poissons ont nécessité jusqu'à 8 essais de prélèvements, ce qui a prolongé la « quarantaine » pendant 5 mois. L'analyse Nodavirus montre que la totalité des individus est indemne et permet le transfert définitif en zone de maturation.

2.1.1.2.2 Sevrage et acclimatation

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

Les conditions d'élevage des nouveaux géniteurs sont quasiment semblables à celles appliquées aux lots en production, afin de faciliter leur transfert dans la zone maturation, à savoir :

- Apport d'eau de mer filtrée, désinfection aux U.V et dégazée ;
- Renouvellement en eau de 25 % par heure ;
- Lumière artificielle ;
- Photopériode naturelle ;
- Charge de 1 à 2 kg par m³ ;
- Aliment composé à satiété ;
- Distribution automatique de l'aliment (tapis) sur 10 heures.

L'acclimatation des nouveaux individus de Bora Bora est rapide, notamment pour l'alimentation. Le sevrage est simple et l'adaptation au granulé est quasi immédiate (2 jours après le transport). En effet, la consommation est progressive et le taux d'alimentation journalier (TAJ) atteint 2,2 % de la biomasse en mars 2009 (cf. figure 1A). Ce TAJ est nettement supérieur à celui obtenu lors du premier essai de sevrage des individus provenant de Raiatea et Bora Bora en 2007 où il n'avait pas dépassé 0,2 % (cf. convention SPE/Ifremer N° 6.0175). Le suivi de l'évolution des poids des animaux montre une croissance moyenne d'environ 500 g en 5 mois, avec un taux de croissance journalier qui évolue de 0,5 à 0,1 % (cf. figure 1B et 1C).

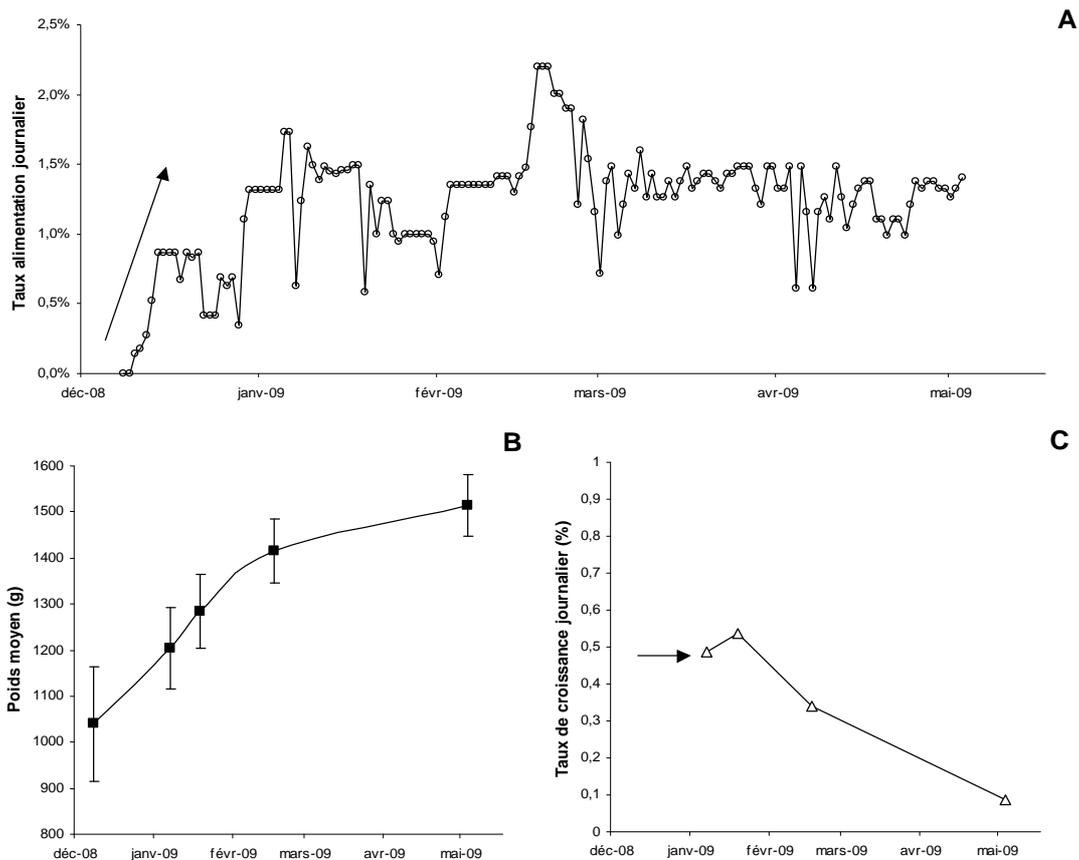


Figure 1 (A, B, C): Evolution du taux d'alimentation, du poids moyen et du taux de croissance des animaux de Bora Bora pendant leur acclimatation

Ce résultat pourrait s'expliquer par un phénomène de compensation alimentaire se traduisant par l'expression d'une croissance importante suite aux conditions de sous-nourrissage durant leur élevage à Bora Bora. Il faut noter que les animaux issus d'élevage et maintenus en cage subissent un ralentissement de croissance à partir de 1200 g et présente un taux de croissance journalier de l'ordre de 0,15 % (cf. chapitre grossissement).

L'amélioration des conditions de transport, d'acclimatation et de « quarantaine » permet d'obtenir un nouveau lot de géniteurs d'origine sauvage (lot 8) dont les premières pontes fécondées sont observées suite au transfert en zone de maturation 5 mois après leur transport. Ce bon résultat reste particulier car le précédent lot provenant de Raiatea et Bora Bora (lot 5) s'était reproduit après 1 an de conditionnement. L'origine des individus et leurs conditions de vie avant leur capture influencent leur capacité d'adaptation aux conditions de captivité. Il faut rappeler que les individus de Raiatea étaient capturés à l'aide de piège directement dans le milieu naturel, tandis que ceux de Bora Bora étaient déjà élevés en cage. En effet, une différence d'adaptation à l'aliment composé (sevrage) est confirmée entre les individus de Raiatea et ceux de Bora Bora lors de l'essai de sevrage réalisé en 2008. Les résultats sont présentés dans le chapitre suivant.

2.1.2 Alimentation

L'alimentation est une phase essentielle dans le conditionnement des reproducteurs et la gestion d'une écloserie. Afin d'éliminer les risques sanitaires (introduction de pathogènes par l'aliment frais) et de contrôler au mieux la qualité nutritive de l'aliment, un sevrage est réalisé chez des individus d'origine sauvage dont le régime alimentaire est mixte (granulé, moule et calamar) depuis 2 ans.

Afin d'améliorer le mode d'alimentation, un nouveau système est mis en place : l'auto-alimentation. Les premières observations sont encourageantes pour cette espèce.

2.1.2.1 Sevrage

En 2008, un seul lot de reproducteurs sur quatre bénéficie d'une alimentation mixte (granulé, moule et calamar). Une première tentative de sevrage en juin 2007 montre un refus total de certains individus d'ingérer du granulé malgré le comportement de faim évident. Devant ce constat, il a été décidé de reprendre une alimentation mixte à satiété afin de privilégier l'entrée en maturation de l'ensemble des géniteurs et d'éviter un affaiblissement et d'éventuels déclenchements de pathologies.

Un nouvel essai de sevrage est réalisé en octobre 2008 dans de nouvelles conditions. Les individus sont séparés en 2 lots en fonction de leur origine (Raiatea et Bora Bora), l'arrêt de l'apport d'aliment frais est immédiat, le granulé est distribué sur tapis et le nombre de granulé non ingéré est compté.

Les résultats obtenus sont différents en fonction de l'origine des individus. En effet, le lot de Bora Bora réagit bien au sevrage dès les premiers jours, tandis que celui de Raiatea refuse totalement de s'alimenter.

Le suivi quotidien des quantités d'aliment ingéré montre que le taux d'alimentation journalier progresse rapidement et atteint 0,6 % pour le lot de Bora Bora, qui sera transféré avec un ancien lot de géniteurs sauvages (lot 6) après un mois de suivi (cf. figure 2A).

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

Les résultats du lot Raiatea montre que le taux d'alimentation reste nul pendant près de 2 mois (cf. figure 2B), le comportement agressif d'un individu pendant le nourrissage conduit à son isolement. Cette séparation permet le sevrage des 2 autres individus en une semaine et leur transfert avec le lot 6, le taux d'alimentation atteint au final 1 % (cf. figure 2C). Le dernier individu commencera à s'alimenter un mois et demi après son isolement, le taux d'alimentation atteint au final 1,5 % (cf. figure 2D).

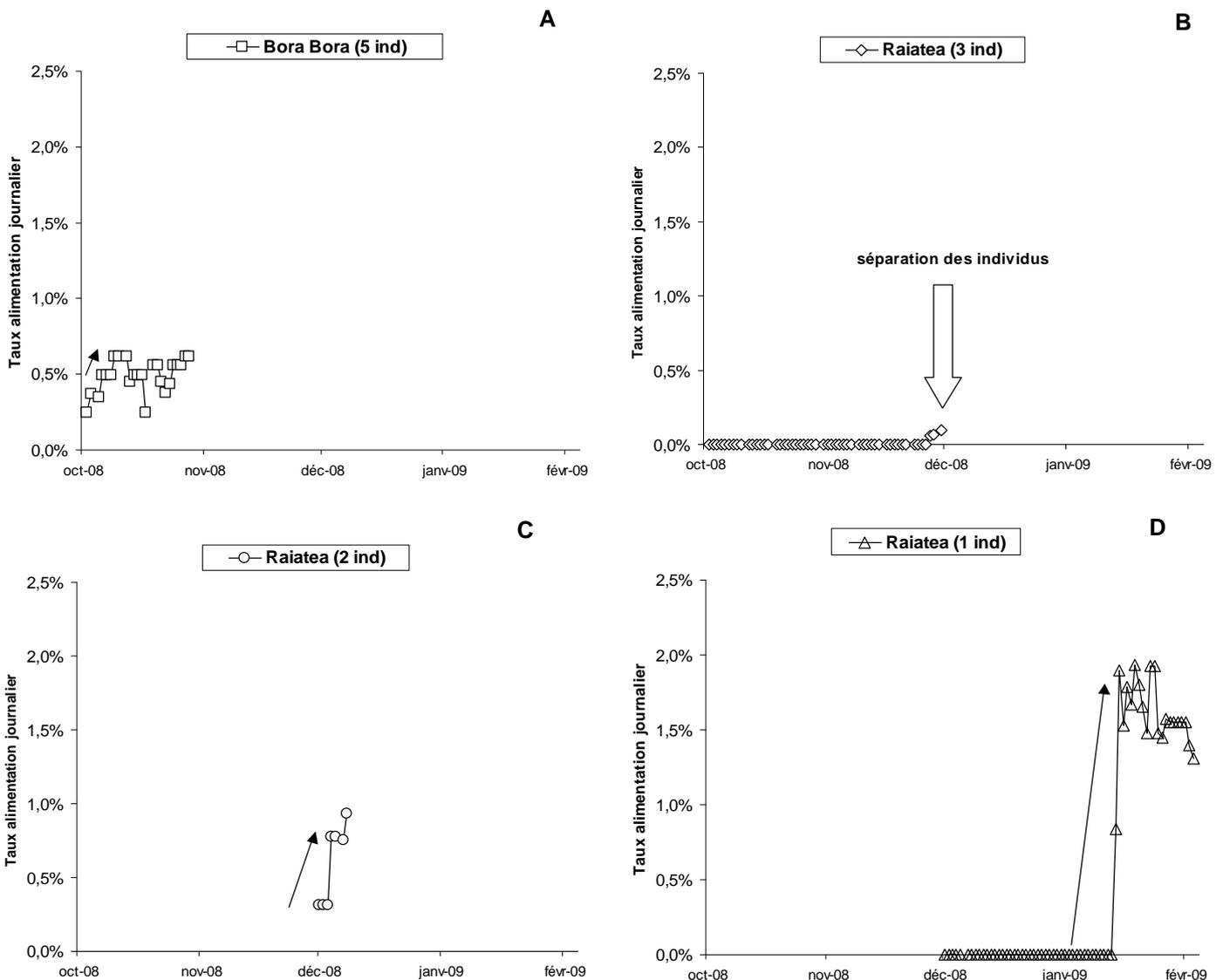
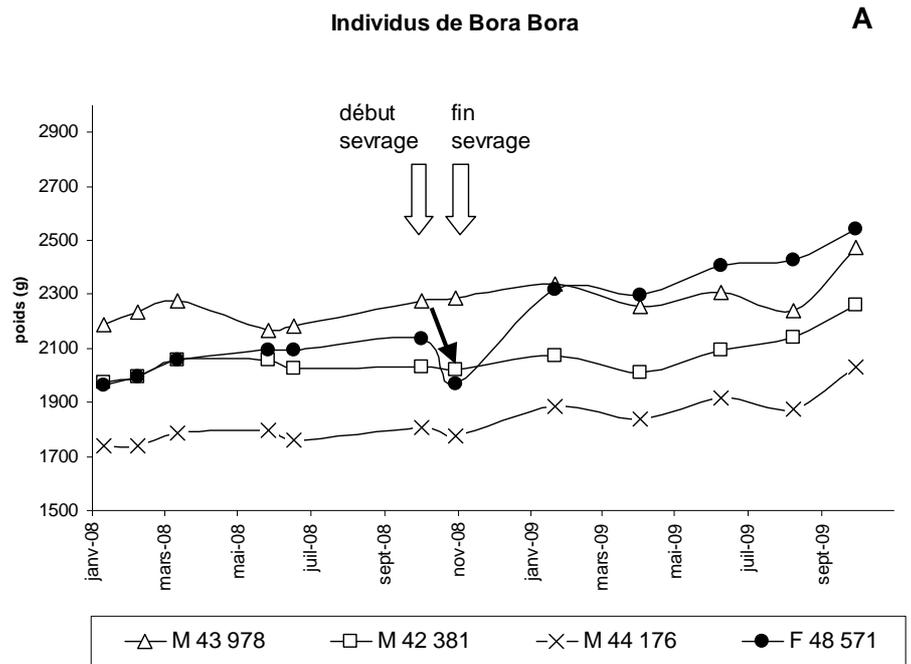
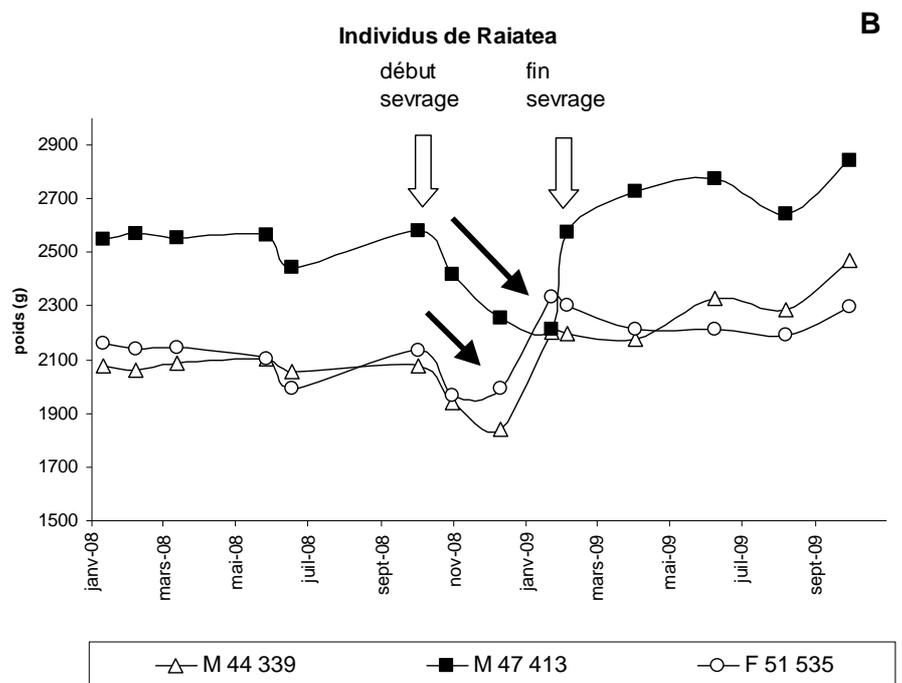


Figure 2 (A, B, C, D) : Evolution du taux d'alimentation après le sevrage des géniteurs de Bora Bora et Raiatea.

La vérification des poids individuels réalisée avant et après le sevrage confirme que les individus de Bora Bora réagissent bien au sevrage, et qu'un seul individu (F 48571) présente une perte de poids (8%) pendant le sevrage qui se résorbe par la suite (cf. figure 3A).



Dans le cas du lot Raiatea, l'ensemble des individus présente une perte de poids pendant le sevrage allant de 7 à 11 % pour les 2 premiers individus (M 44339 et F 51535) sevrés en 2 mois et atteignant 14 % pour le mâle refusant de s'alimenter pendant 3 mois et demi. L'adaptation à l'aliment composé permet par la suite un retour rapide au poids de départ (cf. figure 3B).



Figures 3 (A, B) : Evolution du poids des géniteurs de Bora Bora et Raiatea au cours de leur sevrage

Ces résultats montrent une grande résistance au jeûne chez cette espèce. Il peut durer 3 mois et demi et entraîner une perte de poids de 14 % mais sans qu'aucune pathologie ne se déclare en conditions d'élevage bio-sécurisé.

2.1.2.2 Auto-alimentation

Un nouveau mode d'alimentation, l'auto-alimentation, est testé en mars 2009 afin de tenter d'améliorer les conditions d'alimentation des reproducteurs.

Le distributeur « self feeder » est composé des éléments suivants :

1. d'un trémie d'une capacité de 10 kg d'aliment ;
2. d'une vis de réglage de quantité et granulométrie ;
3. d'une tige de déclenchement immergée dans le bassin.



Le système est d'abord utilisé chez un lot d'origine d'élevage (F2), qui montre un apprentissage rapide (quelques jours). La manipulation volontaire de la tige qui provoque la distribution de granulé est réalisée avec la bouche, la nageoire dorsale ou le corps (cf. photo).



Manipulations volontaires du « self feeder » par les géniteurs

Suite au bon comportement des premiers individus, chaque bassin est progressivement équipé par ce système et aujourd'hui la totalité des lots l'utilise en routine. Une phase de réglage est nécessaire pour chaque lot durant laquelle la hauteur de la tige, la résistance à la poussée, la quantité d'aliment par distribution (dose unitaire) doivent être adaptées.

Le système semble bien adapté aux reproducteurs de Paraha peue et présente certains avantages et inconvénients (cf. tableau 2) listés ci-dessous :

Tableau 2 : Avantages et inconvénients de l'auto-alimentation

Avantages	Inconvénients
Gain de temps pour le personnel	Difficultés de réglage
Système peu coûteux	Difficultés d'estimation de l'ingéré
Nourrissage en fonction des besoins et du rythme alimentaire	Possibilité de gaspillage

Perspectives : cette première approche encourageante de l'auto-alimentation chez *Platax orbicularis* nous permet d'entrevoir d'importantes possibilités d'amélioration de l'alimentation, avec comme objectif la réduction du gaspillage et une utilisation optimale par les animaux (et pas seulement les géniteurs) de l'aliment ingéré. L'impact sur le coût de production et sur l'environnement en sera ainsi diminué.

2.2 La domestication et la gestion génétique

2.2.1 Etat du stock

La capture de 12 nouveaux géniteurs de Bora Bora en 2008, permet de doubler le stock d'origine sauvage pour envisager le démarrage d'un plan de croisement et la fermeture génétique du stock. Le stock de géniteurs sauvages issus des premières captures en 2003 avait permis d'obtenir la première F1 en 2004 (G1 06-04) et une deuxième F1 en 2006 (G1 11-06). Les premières connaissances sont acquises sur la reproduction d'animaux d'élevage et la première F1 se reproduit en 2007 pour donner la première F2 (G2 10-07). Le cycle de reproduction du *Platax* est ainsi bouclé dès 2007. Un suivi précis est mené sur la deuxième F1 et la première F2 en ce qui concerne l'étude de la puberté et du sex-ratio dont les résultats sont décrits dans le chapitre suivant.

Au total, le stock d'animaux sauvages est de 26 individus, celui de F1 est de 38 et celui de F2 est de 31. Un récapitulatif de l'état des stocks est donné dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3: Récapitulatif de l'état des stocks en 2009

Nom du lot	Origine	Nombre	Sex-ratio (M:F)	Etat de maturité	Objectif
7	Sauvage	14	8:6	En maturation	Production œufs pour larvaire et plan de croisement
8	Sauvage	12	6:6	En maturation	Connaissance maturité
G1 06-04	F1	14	8:6	En début de maturation	Connaissance puberté et sex-ratio
G1 11-06	F1	24	12:12	Immature	
G2 10-07	F2	31	15:16		

2.2.2 Sex-ratio, entrée en puberté, 1^{ère} maturation et dimorphisme sexuel (Bilan complet en annexe)

La première constitution d'un lot de géniteurs de Platax issu d'élevage a été réalisée à partir de la fin 2006. Ce lot devenu productif a permis de boucler le cycle biologique de cette espèce à partir du 1^{er} trimestre 2007 ce qui représente un résultat important dans l'optique de la domestication de cette espèce. L'itinéraire zootechnique de l'élevage dont est issu ce lot, l'historique de sa constitution et l'évolution tant quantitative que qualitative de sa production d'œufs (sur les 12 premiers mois de suivi) ont été décrits dans les annexes au rapport final de la convention SPE/Ifremer N° 6.0175. La constitution tardive de ce lot et l'élimination des animaux positifs aux Nodavirus ne nous ont pas permis de décrire la phase d'entrée en puberté de ces animaux, et encore moins d'analyser le sex-ratio équilibré mis en évidence lors du suivi de la maturation de ce lot.

Pour remédier à cela et dans la perspective de la mise en place d'un plan de gestion des croisements pour produire les familles de futurs géniteurs, il nous a paru indispensable d'aborder de façon plus précise ces notions de puberté et de sex-ratio de lots de Platax en élevage. Nous avons pour cela analysé les données récoltées entre octobre 2007 et avril 2009 sur des animaux issus de nos productions expérimentales, en cages et en bassins, en apportant une attention particulière sur la méthode de constitution de chaque lot (notamment les tris en phase alevinage). Nous avons également tenté de mettre en évidence un dimorphisme sexuel pondéral. Trois lots de Platax (deux F1 et une F2) produits entre octobre 2006 et octobre 2007 ont été utilisés pour ce suivi. Ils présentent le point commun d'être tous les trois issus de pontes multi-parentales obtenues à partir de lots de géniteurs d'une dizaine d'individus au sex-ratio équilibré.

2.2.2.1 Le sex-ratio

Tout d'abord, le suivi du sex-ratio a permis de mettre en évidence des différences entre les trois lots. En effet, pour un poids moyen compris entre 1000 et 1300 g le sex-ratio est dans un cas fortement déséquilibré avec seulement 23 % de mâles alors que dans un autre cas il est beaucoup plus équilibré puisque les mâles représentent alors 54 % du lot. Le bilan donné dans le tableau 4 ci-dessous en fonction de l'effort de tri exercé sur chaque lot, montre que l'on peut avancer l'hypothèse d'un effet de ce tri sur le sex-ratio. Il apparaît en effet que plus une part élevée du lot de queue est éliminée, plus le nombre de femelles est important dans la population restante, ce qui tendrait à montrer que ce lot de queue serait constitué de mâles.

Tableau 4 : Sex-ratio des 3 lots en fonction de leur constitution

% de la Population de départ											Sex-ratio	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	% mâles	% femelles
Lot 2006 05											23	77
Lot 2007 01											40	60
Lot 2007 03											54	43

Même si ce résultat donne une indication intéressante, l'absence du suivi des lots éliminés lors des tris précoces, ne permet pas de conclure de façon globale et définitive sur l'orientation du sex-ratio d'un lot de *Platax orbicularis* en élevage.

2.2.2.2 Evolution de la puberté et première production d'œufs

L'apparition de la puberté des mâles Platax, déterminée par l'apparition de la fluence, est effective dès un poids moyen de 900 g. La population des femelles quant à elle montre une entrée en puberté de façon progressive à un poids moyen proche de 1600 g. Un suivi de la maturité est réalisé sur la F1 tous les 2 mois pendant 8 mois. Les biopsies ainsi réalisées permettent d'observer les différents stades de maturité pour chaque individus à savoir :

- Repos sexuel (présence d'ovogonies) ;
- Vitellogénèse (présence d'ovocytes de stade A, B, C ou D) ;
- Ovulation (présence d'ovules hydratés) ;
- Surmaturation (présence d'ovules vieillis).

Les biopsies montrent la présence d'ovogonies chez 25 % des femelles âgées de 26 mois en février 2009 puis d'ovocytes au stade A chez 100 % des femelles au mois d'avril et enfin les premiers ovules sont observés chez 25% des femelles au mois d'août (cf. figure 4). Le processus d'ovogénèse (de l'ovogonie à l'ovule) se déroule en 6 mois pour les premières femelles F1.

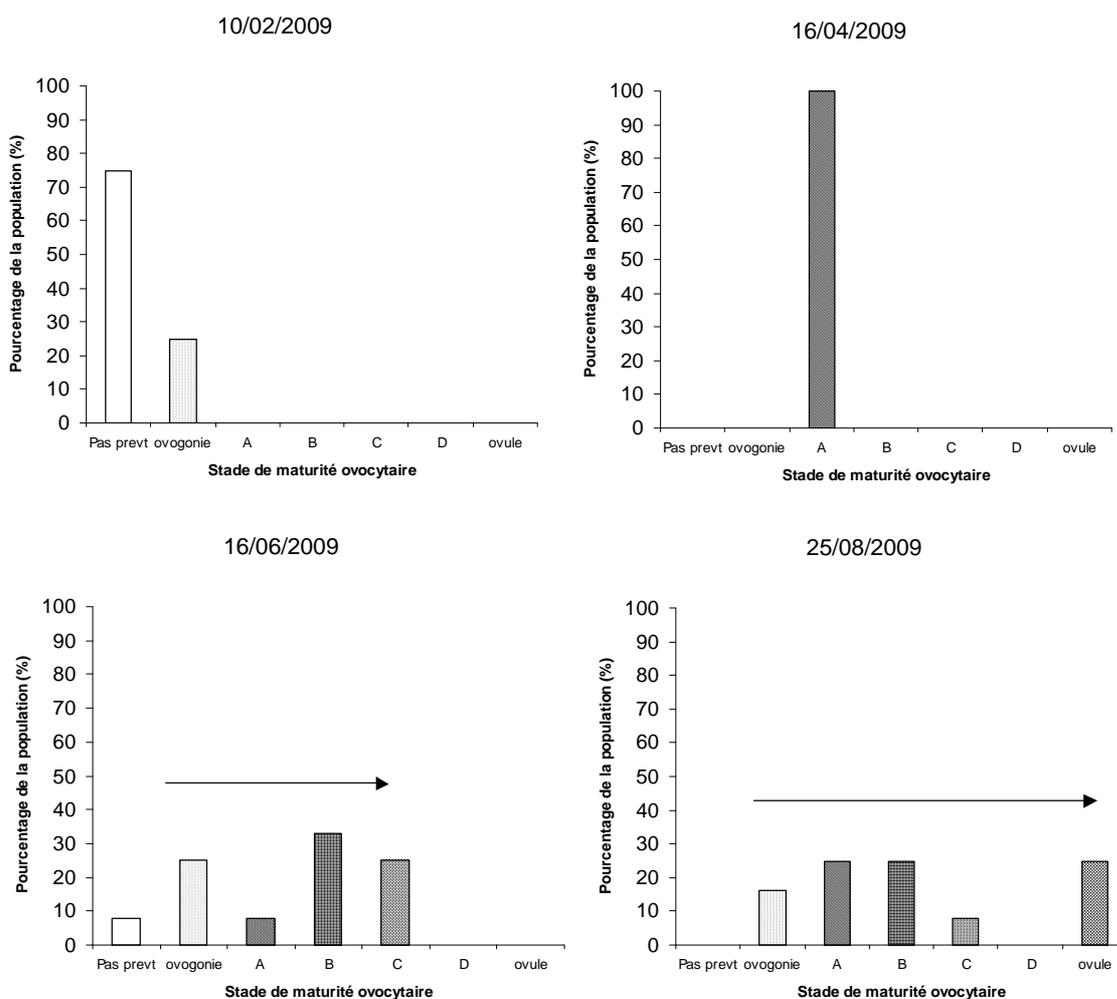


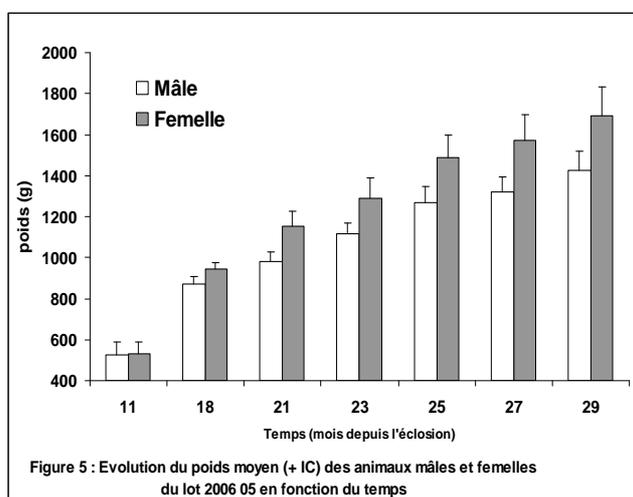
Figure 4 : Evolution de l'état de maturité ovocytaire des géniteurs G1 11-06

Les premières pontes sont obtenus en juillet 2009 à l'âge de 2,5 ans, à un poids de 1700 g. Quelques milliers d'œufs sont alors récoltés mais sans fécondation malgré la fluence de la totalité des mâles. Un suivi similaire est réalisé chez les F2 et montre une entrée en puberté identique chez les mâles à 900 g et plus précoce chez les femelles à 1200 g, malgré qu'aucune ponte n'ait encore été observée.

2.2.2.3 Dimorphisme sexuel pondéral

La mise en évidence d'une différence pondérale entre sexes est un élément important de cette étude. Cependant, on ne peut savoir si le lot de queue éliminé en début d'élevage n'était pas constitué majoritairement de petites femelles, ce qui aurait pu influencer sur le résultat final en ré-équilibrant le poids entre les deux sexes. Cette hypothèse est peu vraisemblable car nous avons montré plus haut qu'il semblerait que les lots de queue soient plutôt constitués de mâles comme en témoigne le déséquilibre en femelles observé lorsqu'on augmente la proportion éliminée dans le lot de queue. Ainsi, cet élément semble également aller dans le sens d'un dimorphisme de croissance au bénéfice des femelles.

La différence de poids entre les individus mâles et femelles débute dès lors que la totalité des mâles sont entrés en puberté (800 à 900 g). Ce différentiel de croissance atteint pratiquement 20 % en faveur des femelles lorsque ces dernières entrent en puberté à un poids de 1600 g, 11 mois après les animaux mâles. Les taux de croissance spécifiques (TCS) sur la dernière période montrent en effet des valeurs identiques (0,12 % pds.J⁻¹) entre les mâles et les femelles et laissent penser qu'à leur tour les femelles entrent dans une période de croissance plus faible. Cette diminution



de la croissance peut alors s'expliquer par l'utilisation d'une partie de l'énergie alimentaire pour la gamétogenèse au détriment du gain pondéral. En effet, les mâles entrant plus précocement en puberté que les femelles, leur croissance serait ralentie plus tôt que chez les femelles où ce ralentissement n'interviendrait qu'à 1600 g. Ce décalage dans l'apparition de ce déficit de croissance pourrait ainsi être à l'origine du dimorphisme de croissance observé.

2.2.2.4 Poursuite de l'étude

Cette première étude menée chez *Platax orbicularis* en élevage donne d'importantes indications dans l'optique d'optimiser la gestion des productions de lots de futurs géniteurs et appelle un certain nombre de vérifications expérimentales.

Dans cette optique, depuis février 2009, une nouvelle expérimentation a été mise en œuvre. Elle doit permettre de tester les hypothèses énoncées grâce aux premiers résultats. Tout d'abord, les deux nouveaux lots utilisés n'ont pas subi de tri et c'est donc des cheptels représentatifs de l'ensemble des 2 populations qui vont nous permettre de conclure quand à l'effet du tri sur l'évolution du sex-ratio. De plus, ces 2 lots issus de pontes bi-parentales (en opposition aux pontes multi-parentales des lots précédents) vont nous permettre de détecter une éventuelle influence « familiale » sur les paramètres suivis. Enfin, le marquage précoce de l'ensemble des animaux va permettre d'apporter des réponses précises sur le différentiel de

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

croissance entre les mâles et les femelles. Les résultats sont attendus pour le 1^{er} trimestre 2011.

Au delà d'une meilleure gestion des plans de croisement, la poursuite de ce suivi et la réponse à ces interrogations permettront au final d'orienter le plan de préparation des lots en éclosérie et pourront également aider à définir le poids final « idéal » des animaux produits par les pisciculteurs.

2.2.3 Gestion génétique, plan de croisements et création de familles

2.2.3.1 Le schéma de croisements

Ce schéma prévu pour l'optimisation de l'utilisation des géniteurs sauvages et la création de familles intègre l'origine géographique des animaux et la période de recrutement dans le milieu naturel. Il permet aujourd'hui la création à terme de 12 familles bi-parentales de première génération. Ce schéma à mettre en œuvre rapidement va demander une meilleure maîtrise de la reproduction car il est confronté au problème d'obtention de pontes naturelles lorsque les animaux sont en couple. La reproduction artificielle pourra alors être la solution pour accélérer la création de ces familles et entrer pleinement en domestication. Cette stratégie permet d'envisager des améliorations de performances zootechniques grâce à la domestication de l'espèce et paraît être la plus efficace pour le développement de la filière.

Schéma de croisements des sauvages en tenant compte de l'origine

Origines	Croisements			F2 ...	
	Sauvages		F1 produites		
Bora 2			Origine	N° fam.	
bora 4	Mâles	femelles			
Bora 5	G0-m15	G0-f12	Bora 5 / Bora 2	1	1 + 2
Tahiti	G0-m18	G0-f15	Bora 5 / Raiatea 3	2	3 + 4
Raiatea 1	G0-m14	G0-f11	Bora 5 / Bora 4	3	5 + 6
Raiatea 3	G0-m10	G0-f16	Raiatea 3 / Bora 4	4	7 + 8
	G0-m9	G0-f14	Raiatea 3 / Tahiti	5	9 + 10
	G0-m5	G0-f19	Tahiti / Bora 5	6	11 + 12
	G0-m8	G0-f18	Bora 2 / Bora 5	7	
	G0-m7	G0-f21	Bora 2 / Bora 5	8	
	G0-m12	G0-f22	Bora 4 / Bora 5	9	
	G0-m11	G0-f20	Bora 4 / Bora 5	10	
	G0-m13	G0-f13	Bora 4 / Tahiti	11	
	G0-m16	G0-f23	Bora 5 / Bora 5	12	
	G0-m19				
	G0-m17				

Cette stratégie est importante et efficace mais coûteuse (moyen humain en particulier) pour accompagner une filière ciblée sur une espèce, dans sa recherche d'amélioration de performances et d'optimisation des coûts. Elle doit toutefois être comparée à une stratégie plus basique basée sur la gestion d'animaux sauvages. Dans ce cadre, les avantages et inconvénients d'une stratégie de production d'œufs à partir d'animaux sauvages sans entrer en domestication sont listés ci-dessous :

Tableau 5 : Avantages et inconvénients d'une stratégie de production d'œufs à partir de géniteurs sauvages

Les avantages	Les inconvénients
Pas de gestion génétique (gestion des générations)	Pas de prédiction des performances
Ressource accessible (plus facile de repartir de zéro)	Pas d'amélioration possible (domestication)
Pollution génétique moindre par F1 (en cas d'échappés)	Aspects sanitaires, sevrage et conditionnement à refaire à chaque recrutement
	Coût du recrutement

2.2.3.2 Création en cours des premières familles bi-parentales

Les 2 premières familles bi-parentales créées en 2009 (voir chapitre pontes par couple) seront utilisées jusqu'à leur puberté pour aborder les aspects sex-ratio et dimorphisme. A l'issue de l'entrée en maturation l'ensemble des animaux subiront une sélection sur des critères simples (taille, conformation, TCS, ...) qui permettra de conserver un lot de reproducteurs d'environ 10 animaux par sexe et par famille. La définition du morphotype du « beau poisson » devra être abordée par des corrélations réalisées sur les différentes dimensions des poissons (et par analyses photographiques).

Chaque lot qui a été produit et conservé depuis le début du programme a donné des informations et nous pouvons maintenant envisager une optimisation qui va permettre d'atteindre de nouveaux objectifs comme :

- L'acquisition de connaissances sur le sex-ratio et le dimorphisme sexuel ;
- La création de familles bi-parentales ;
- La préparation du stock de reproducteur pour le Centre Technique Aquacole (CAT, l'écloserie de production du pays).

2.2.4 Evolution des stocks

L'évolution envisagée des stocks tient compte de l'origine des reproducteurs et des objectifs expérimentaux du programme et des besoins futurs en reproducteurs du CTA.

2.2.4.1 Le stock sauvage

La nécessité de lancer des expérimentations avec des œufs dont la qualité est parfaitement définie et stabilisée, implique à l'heure actuelle l'utilisation des reproducteurs issus des captures dans le milieu naturel en 2003 et 2006. Les récentes reproductions des nouveaux géniteurs capturés en 2008 permettent d'envisager un brassage des femelles (6) avec les anciens mâles (8) et inversement afin d'obtenir des pontes ayant la plus grande variabilité génétique possible. Deux nouveaux lots (13 individus/lot) pourront ainsi être créés dès le 2^{ème} trimestre 2010. Ils serviront à la fourniture d'œufs pour les expérimentations larvaire et pour les premières productions du CTA, en attendant le transfert des premiers lots de reproducteurs prévu en 2012. Ils permettront également la poursuite de la constitution de familles bi-parentales selon le plan de croisement décrit plus haut. En fonction des opportunités, il est envisagé en 2010 de sécuriser le stock d'animaux sauvages, avant sa fermeture, par la capture

d'une dizaine d'individus issus si possible de sites nouveaux, autre que Bora Bora, Raiatea et la presqu'île de Tahiti.

2.2.4.2 Le stock issu d'élevage

Dans le but d'une meilleure gestion de nos bassins d'élevage, la première F1 (G1 06-04) sera progressivement éliminée car elle s'est déjà reproduite et a fourni suffisamment de connaissances sur la reproduction d'animaux d'élevage. Le risque de consanguinité peut également s'avérer problématique si le maintien de ce lot est poursuivi. Le calendrier de son élimination dépendra néanmoins de l'évolution de la qualité des pontes de la deuxième F1 (G1 11-06) et de la F2 (G2 10-07) car pour l'instant les pontes de cette 2^{ème} F1 restent faibles (20 000 œufs) en moyenne et non fécondées et la F2 n'est pas encore mature. A terme une partie de ces 2 lots (14 individus) pourra être transférée au CTA, en répartissant les mâles F1 avec les femelles F2 (et inversement) pour éviter toute consanguinité. En attendant leur transfert, ils serviront à la production d'œufs et à la poursuite du travail sur la qualité des pontes d'animaux issus d'élevage

Comme décrit précédemment, les familles bi-parentales (240 individus) seront également conservées jusqu'à leur puberté pour aborder les aspects sex-ratio et dimorphisme puis seront sélectionnées comme géniteurs (40 individus) et la moitié pourra être transférée au CTA en 2012. Ils seront alors âgés de 3 ans et auront commencé à se reproduire. L'évolution des stocks jusqu'en 2013 est résumée dans la figure ci-dessous :

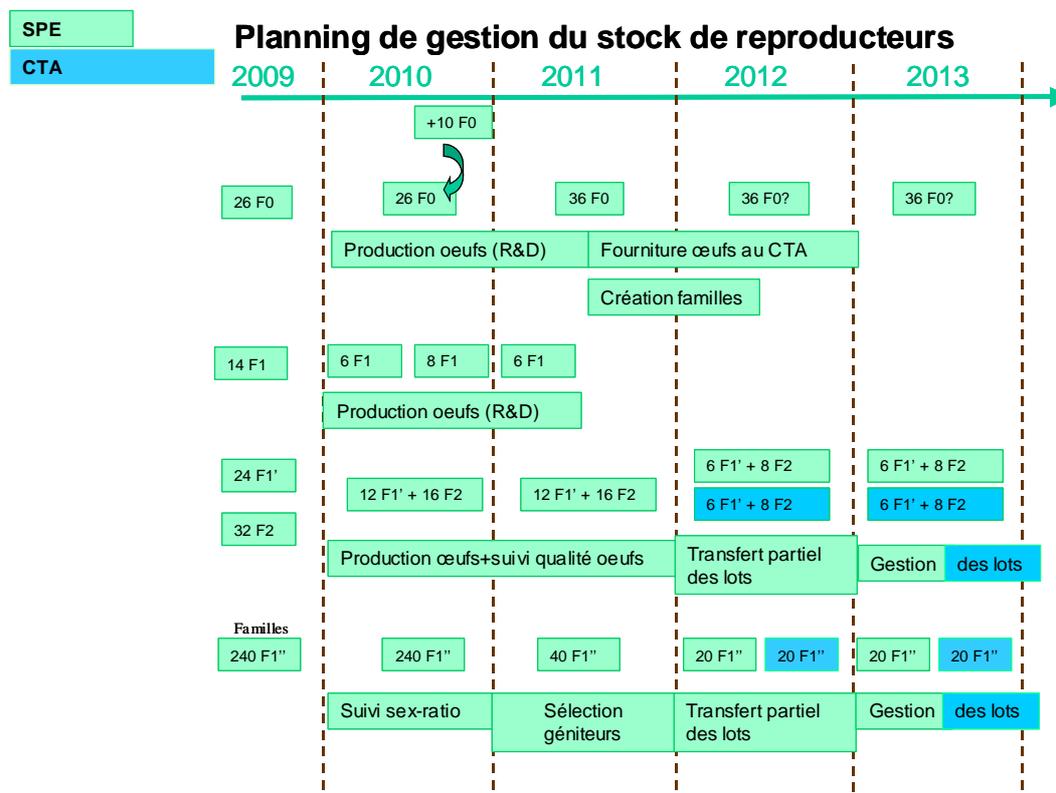


Figure 6 : Evolution du stock de géniteurs

2.3 La productions d'œufs

La maîtrise des techniques d'obtention d'œufs est la première étape fondamentale sans laquelle le développement d'une filière aquacole est possible. Cette maîtrise passe tout

d'abord par la constitution d'un lot de reproducteurs, puis par son acclimatation aux conditions de captivité (environnement, alimentation) permettant à terme la reproduction contrôlée de ces animaux.

La priorité est multiple en ce qui concerne cette phase de l'élevage :

- Maintenir une production régulière d'œufs fécondés qui permet d'envisager des expérimentations dans les autres phases de l'élevage ;
- Définir et mettre en œuvre des critères de qualité de ces pontes quelle que soit l'origine des reproducteurs ;
- Poursuivre l'acquisition de poissons sauvages pour permettre la fermeture génétique du stock.

La production régulière d'œufs conduit à une gestion particulière des lots. Les lots productifs d'origine sauvage (lot 5 et 6) sont regroupés en un seul lot (le 7) de 14 animaux (8 mâles et 6 femelles). Les lots productifs de 1^{ère} génération (G1A et G1B) sont regroupés en un seul lot (G1C) de 14 individus (8 mâles et 6 femelles) suite à la perte accidentelle en août 2008 d'un mâle et de trois femelles du lot G1B. Ce regroupement répond à plusieurs hypothèses d'optimisation :

- Augmentation du nombre d'animaux par bassin pour diminuer le comportement individuel très marqué (agressivité et dominance) et favoriser un comportement grégaire ;
- Permettre à l'ensemble des femelles de profiter d'un mâle très actif et augmenter de ce fait la productivité en œufs fécondés ;
- Diminuer le volume d'élevage et la main d'œuvre.

Un contrôle régulier de l'état de maturité des reproducteurs et de la qualité des pontes obtenues est effectué sur l'ensemble de ces lots permettant ainsi de suivre leur évolution dans le temps.

2.3.1 Evolution dans le temps de la maturité des animaux et des pontes

2.3.1.1 La maturité des géniteurs

Les techniques d'évaluation de la qualité des gamètes sont identiques à celles décrites dans le rapport de convention SPE/Ifremer N° 6.0175 à savoir :

- Pour les femelles, une évaluation du stade de maturité ovocytaire (Dagouret et Fauvel, 2005) des gamètes prélevés par une biopsie de l'ovaire ;
- Pour les mâles, une évaluation de la quantité de semence récoltée par pression abdominale (stripping) et une évaluation de la motilité des spermatozoïdes.

Un exemple de suivi de la maturité des femelles est illustré ci-dessous :

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

Les femelles du lot sauvage (7) le plus ancien présentent des niveaux de maturité élevés compris entre le stade C et le stade sur-mature (ovules pondus récemment), ce qui montre qu'après 5 à 6 années de conditionnement, la gamétogenèse est toujours en cours. On remarque dans le cas d'une femelle (n°51535) une régression progressive de l'état de maturité (en 3 mois) jusqu'au stade A au mois de décembre 2008. Cette régression coïncide avec l'essai de sevrage décrit dans le chapitre 1. Le même résultat avait été obtenu avec cette femelle lors du premier essai de sevrage en 2007 (Gasset et al., 2008), ce qui confirme l'influence de l'alimentation sur la gamétogenèse comme chez le Bar (Cerdeja et al., 2001). La réussite du sevrage permet une reprise de la vitellogénèse en janvier 2009.

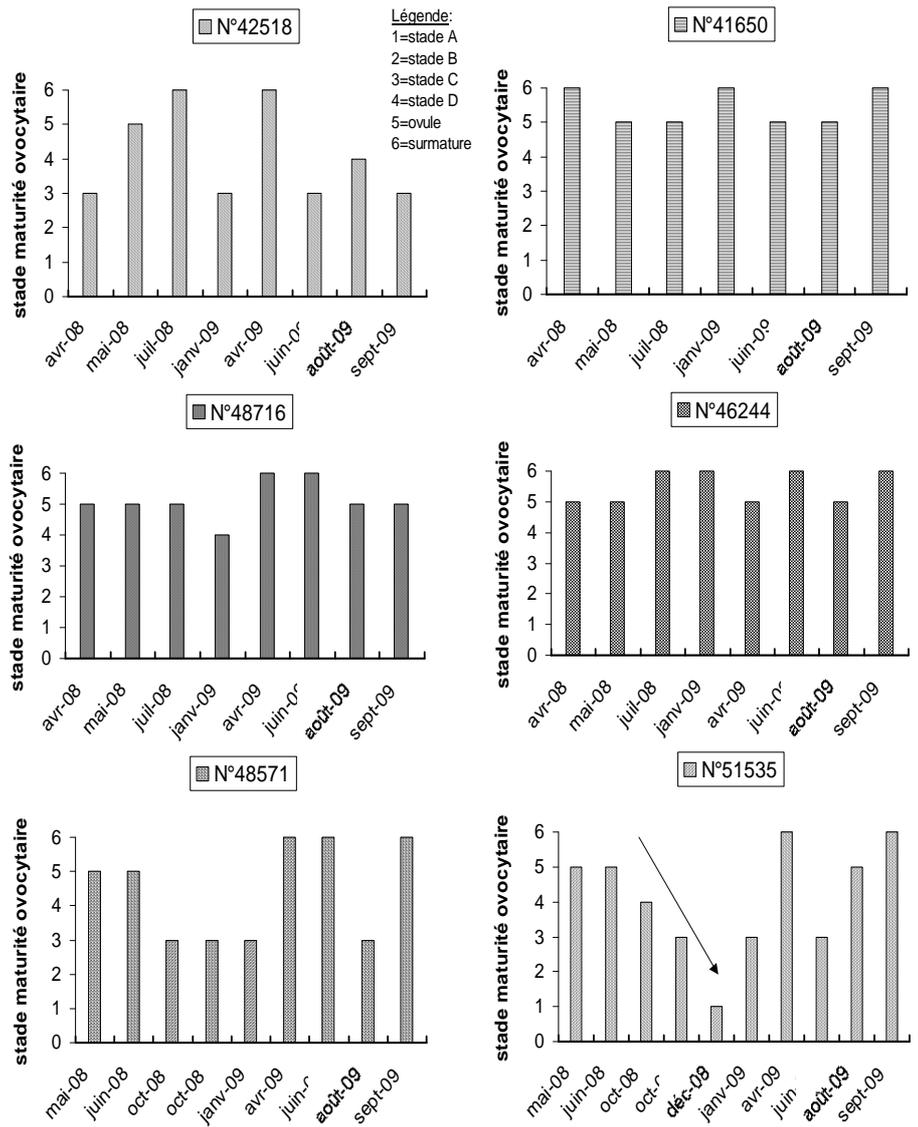


Figure 7: Evolution de la maturité ovocytaire des femelles du lot 7.

Le suivi de la maturité des femelles réalisé sur le lot de F1 le plus ancien en production (G1C 06-04) et sur le nouveau lot d'origine sauvage (lot 8) montre que la totalité des femelles est capable de se reproduire car des ovules sont retrouvés lors des biopsies. Ces résultats montrent que les femelles issues d'élevage âgées de 5 ans sont toujours productives et que celles capturées à Bora Bora en 2008 sont matures après 7 mois de conditionnement.

Les récents travaux menés sur l'entrée en puberté des animaux issus d'élevage (G1D 11-06), montre que 25 % des femelles sont matures (stade ovule) à l'âge de 2,5 ans et que 100 % des mâles sont fluents à cet âge.

Le suivi de la fluence réalisé chez les autres lots montrent que la totalité des mâles d'origine sauvage (lot 7 et 8) sont fluents mais que certains mâles (40 %) de la première F1 ne le sont pas. L'irrégularité de la fluence des mâles de cette F1 avait déjà été décrite lors des suivis mensuels de 2007 et ne semble pas s'améliorer avec l'âge. L'ensemble de ces résultats sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Pourcentage d'individus matures par sexe et par lot en 2009

	Lot 7	Lot 8	Lot G1C	Lot G1D
Femelles matures	100 %	100 %	100 %	25 %
Mâles fluents	100 %	100 %	60 %	100 %

2.3.1.2 Suivi des pontes

2.3.1.2.1 Tableaux récapitulatifs

Un suivi quotidien des pontes permet d'évaluer leur aspect quantitatif et qualitatif. Une comparaison des résultats de production d'œufs pour chaque origine est réalisée sur une période de deux ans sur les lots d'origine sauvage et ceux issus d'élevage. Seuls les lots 8 et G1D ne sont pas analysés car leur 1^{ère} reproduction est récente et le nombre de données est faible.

Les lots sauvages

Tableau 7 : Résultats de production d'œufs des lots sauvages de novembre 2007 à octobre 2009

	2008		2009
	Lot 5	Lot 6	Lot 7
Sex-ratio (M:F)	5:3 ¹	3:4	8:6
Poids moyen des mâles (kg)	1,8	2,6	2,6
Poids moyen des femelles (kg)	2,1	2,6	2,7
Biomasse des mâles (kg)	10,5	7,8	20,5
Biomasse des femelles (kg)	6,7	10,6	16,0
Nombre total de pontes récoltées	11	91	119
Nombre de pontes fécondées	7	85	116
Nombre moyen de ponte par mois	2 ± 1	8 ± 1	10 ± 2
Gamme du nombre de ponte par mois	1-4	4-11	5-19
Nombre total d'œufs récoltés (10 ⁶)	0,6	17	27
Production moyenne d'œufs par mois par kg de femelle (10 ³)	19 ± 13	140 ± 39	143 ± 38
Nombre moyen d'œufs par ponte (10 ³)	35 ± 28	183 ± 36	224 ± 37
Gamme du nombre d'œufs par ponte (10 ³)	10-145	10-570	13-676
Taux de fécondation moyen (%)	29 ± 22	81 ± 6	86 ± 3
Diamètre moyen des œufs (µm)	1313 ± 15	1345 ± 8	1343 ± 7
Diamètre moyen des globules lipidique (µm)	360 ± 7	380 ± 7	375 ± 6

¹ Une femelle est morte le 17/06/08

Moyenne ± intervalle de confiance

D'une manière générale, le regroupement des lots 5 et 6 semble avoir apporté plusieurs améliorations. En effet, le regroupement des lots 5 et 6 et l'évolution naturelle du poids moyen du lot 5 donnent en final un lot 7 avec des animaux de poids moyen semblable au lot 6

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

initial. Par ailleurs, ce regroupement semble avoir apporté des améliorations notables en terme de productivité des animaux :

- Le nombre de pontes par lot sur 12 mois est plus important (+ 17 %). Le total est en effet passé à 119 pour le lot 7 au lieu des 11 et 91 pour les lots 5 et 6 ;
- La production moyenne d'œufs par mois et par kg de femelle équivalente pour les lots 6 et 7 ($143\ 000 \pm 38\ 000$ œufs kg^{-1}) laisse à penser que les femelles du lot 5 ont vu leur productivité augmenter après le regroupement (initialement $19\ 000 \pm 13\ 000$ œufs kg^{-1}).

Les lots domestiques

Tableau 8 : Résultats de production d'œufs des lots F1 de septembre 2007 à août 2009

	2008		2009
	Lot G1A	Lot G1B	Lot G1C
Sex-ratio (M:F)	5:5	4:4 ¹	8:6
Poids moyen des mâles (kg)	1,7	2,6	2,6
Poids moyen des femelles (kg)	2,1	2,6	2,7
Biomasse des mâles (kg)	8,6	7,8	20,5
Biomasse des femelles (kg)	10,7	10,6	16,0
Nombre total de pontes récoltées	137	87	123
Nombre de pontes fécondées	96	65	99
Nombre moyen de ponte par mois	11 ± 2	7 ± 1	10 ± 2
Gamme du nombre de ponte par mois	4-16	4-10	3-13
Nombre total d'œufs récoltés (10 ⁶)	16	9	19
Production moyenne d'œufs par mois par kg de femelle (10 ³)	129 ± 27	90 ± 35	126 ± 30
Nombre moyen d'œufs par ponte (10 ³)	117 ± 11	98 ± 26	150 ± 21
Gamme du nombre d'œufs par ponte (10 ³)	12-528	4-442	1-598
Taux de fécondation moyen (%)	49 ± 7	60 ± 7	56 ± 6
Diamètre moyen des œufs (µm)	1298 ± 6	1318 ± 7	1334 ± 5
Diamètre moyen des globules lipidique (µm)	361 ± 3	364 ± 3	366 ± 2

¹ Un mâle et trois femelles sont morts le 27/08/08

Moyenne ± intervalle de confiance

Globalement, une amélioration du nombre moyen d'œufs par ponte ($150\ 000 \pm 21\ 000$) est visible après le regroupement des lots G1A et G1B ($117\ 000 \pm 11\ 000$ et $98\ 000 \pm 26\ 000$). La production moyenne d'œufs par kg de femelle et par mois est stable à 126 000.

Au final, on note globalement une stabilisation de la production d'œufs après les regroupements des lots et on estime qu'une femelle d'origine sauvage produit environ 2 millions d'œufs par kg et par an et une femelle F1 produit environ 1,5 millions d'œufs. Ce ratio est encore inférieur à celui des animaux sauvages mais répond largement aux besoins d'une écloserie de production qui nécessite environ 1,3 millions d'œufs par an pour produire 200 000 alevins (cf. convention de maîtrise d'ouvrage déléguée n°8.0012/MPA/SPE).

2.3.1.2.2 Variation et saisonnalité

Les paramètres environnementaux susceptibles d'influencer les pontes (alimentation, température, photopériode, manipulations) sont mesurés et archivés afin de permettre l'interprétation d'éventuelles variations de la production d'œufs.

Une mesure de la température est effectuée quotidiennement (le matin), pour suivre les variations en fonction des saisons.

Les mesures des températures depuis janvier 2007 montrent que celles-ci varient entre 25 °C au mois de septembre et 29,3 °C au mois de mars. Il existe une certaine variabilité entre les années, mais globalement cette saisonnalité se répète (cf. figure 8).

Un réglage de la photopériode est mis en place depuis avril 2007 dans le hall des reproducteurs. Les variations sont appliquées par paliers et suivent celles du milieu naturel, avec 11 heures de jour entre juillet et août et 13 heures de jour entre décembre et février (cf. figure 8).

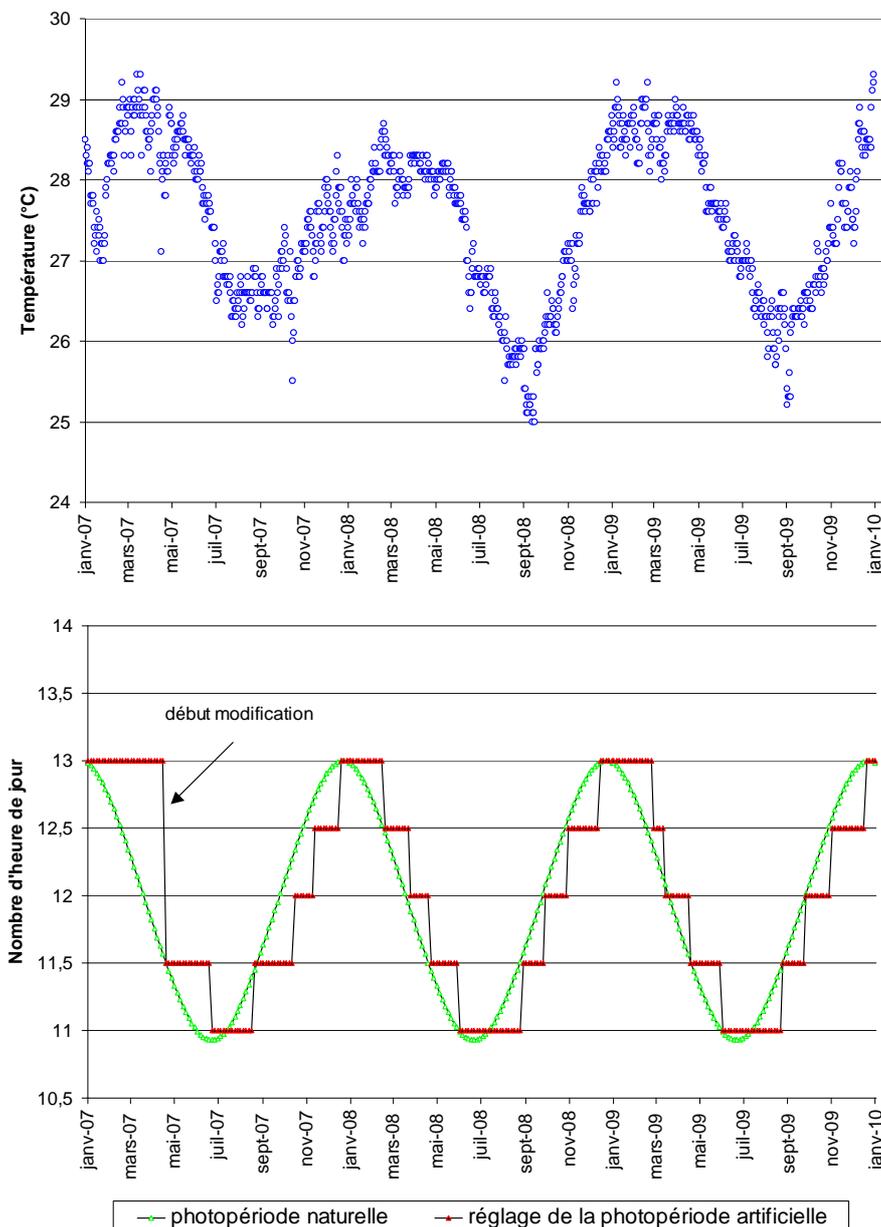


Figure 8 : Evolution des conditions thermiques et photopériodiques

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

L'analyse plus précise de la productivité mensuelle par kg de femelle montre qu'il existe des diminutions périodiques de production contrairement aux résultats obtenus en 2006 et 2007, qui étaient stables et continus (rapport de convention SPE/Ifremer N° 6.0175).

La production mensuelle est divisée par 4 (de 200 000 à 50 000 œufs kg⁻¹) durant la période la plus fraîche de 2008. Ces variations semblent être liées au changement de température et de photopériode (cf. figure 9). Cependant certains résultats sont contradictoires (maintien de la productivité à 150 000 œufs kg⁻¹ en septembre 2007 et 2009) et laissent à penser que cette baisse saisonnière puisse être accentuée par l'influence de manipulations sur les individus (essais de mise en couple notamment), comme cela est observé lors des essais de mi-2008 et mi-2009.

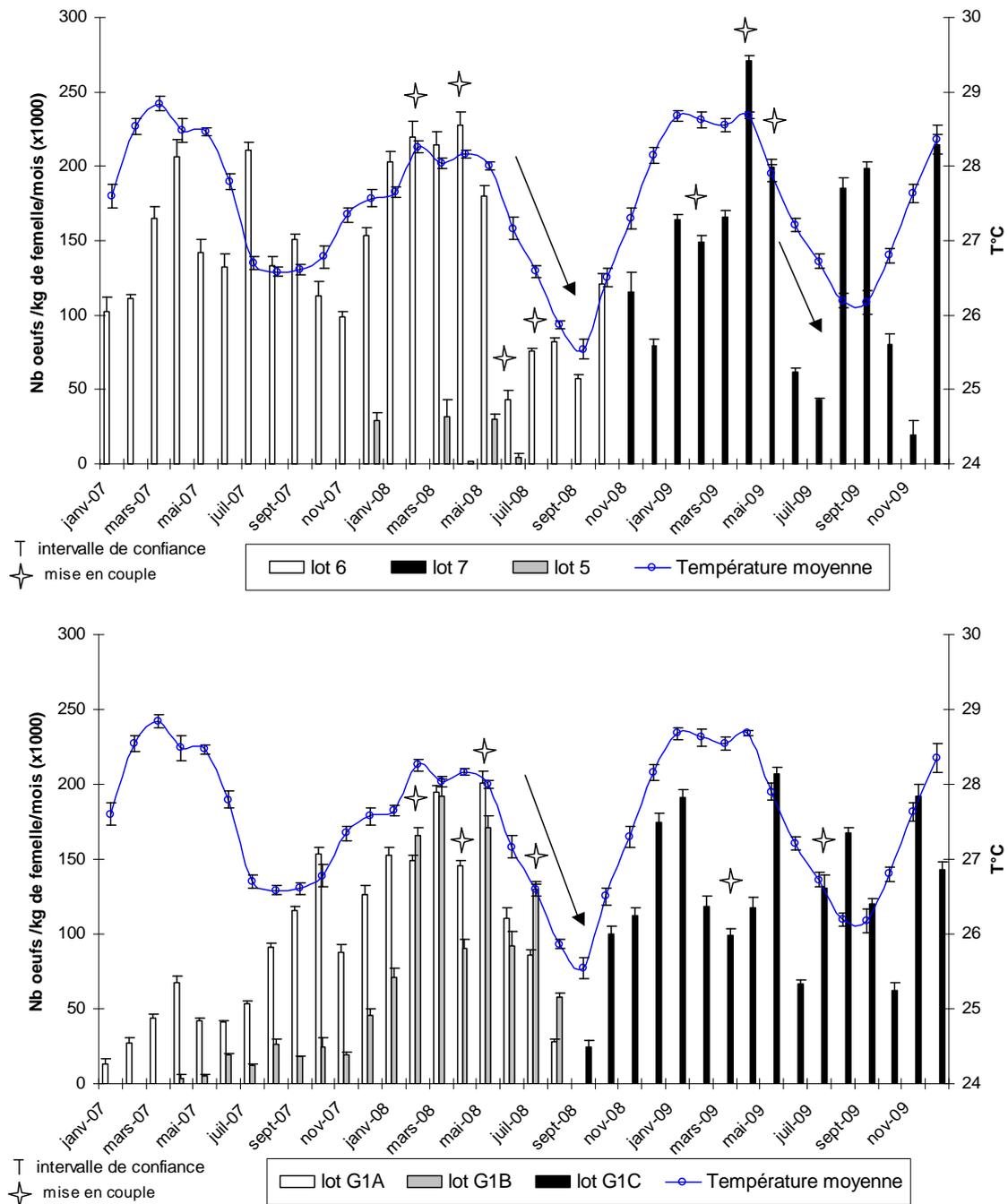


Figure 9 : Evolution de la productivité mensuelle par kg de femelle en fonction de la température pour les lots sauvages et F1.

2.3.1.2.3 Qualité des pontes

Le suivi qualitatif des pontes est réalisé lors des comptages grâce à l'appréciation de plusieurs critères (taux de fécondation, les diamètres des œufs et des globules lipidiques). En 2009, de nouveaux critères sont observés tels que le moment d'émission de la ponte, le taux de malformation des embryons, le taux d'œufs avec des multi-globules lipidiques.

La fécondation : Les résultats obtenus sur les différents lots montrent une régularité du taux de fécondation chez les lots sauvages (6 et 7) avec un taux de fécondation moyen respectivement de $81 \pm 6 \%$ et $86 \pm 3 \%$. Le lot 5 présente un taux variable et faible de 29 ± 22 qui correspond bien à la situation d'un lot en début de reproduction.

Les lots issus d'élevage G1A, B et C montrent un taux de fécondation très irrégulier dont la moyenne est respectivement de $49 \pm 7 \%$, $60 \pm 7 \%$, et $56 \pm 6 \%$. Ces moyennes sont plus faibles et hétérogènes que chez les lots sauvages. Ces résultats pourraient s'expliquer par l'irrégularité de la qualité des mâles décrite précédemment et dont la cause n'est pas encore expliquée : âge des animaux (5 ans), effet génétique, ...

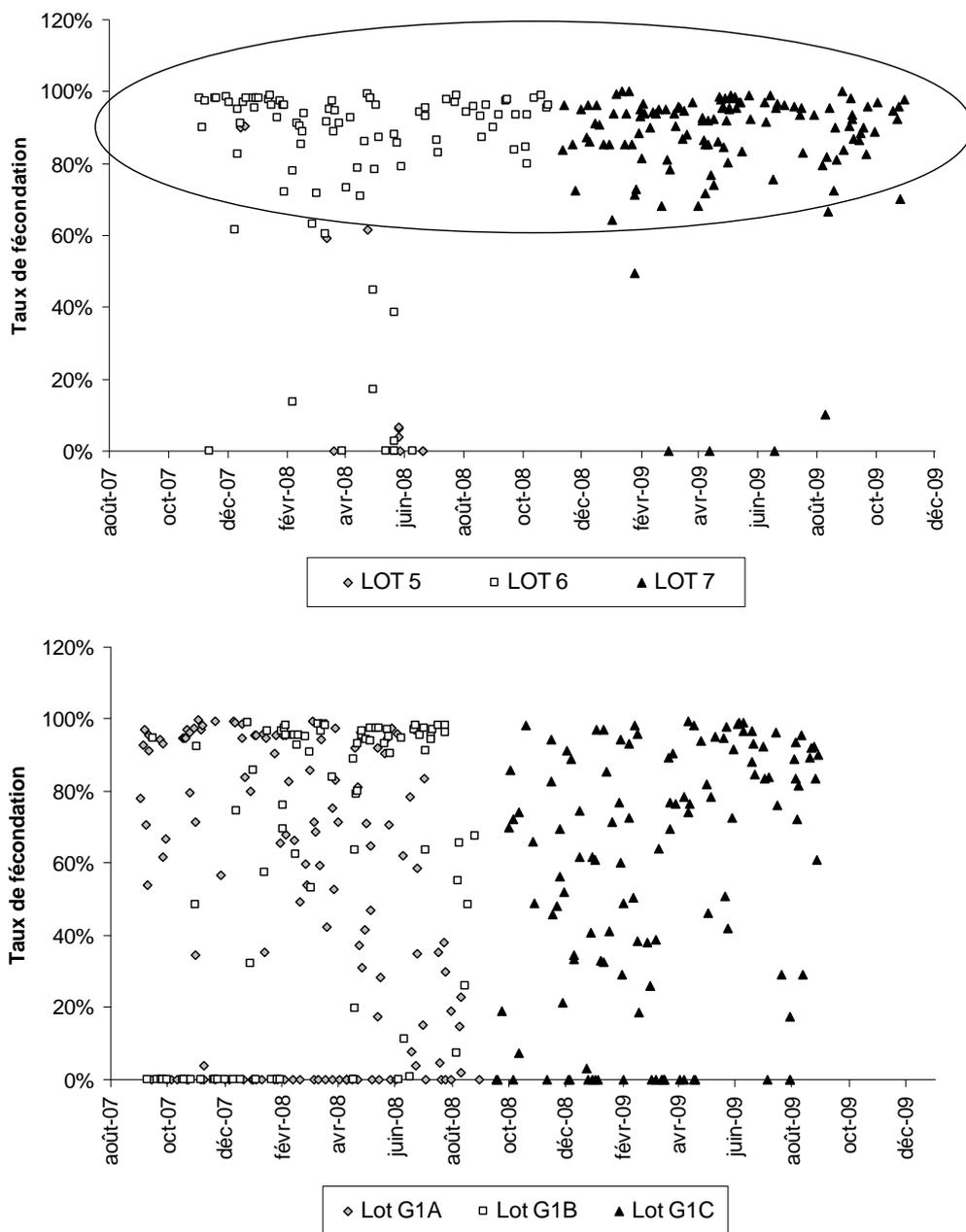


Figure 10 : Evolution du taux de fécondation des pontes des lots sauvages et F1

Les pontes sont généralement émises après l’extinction des lumières puis récoltées environ 13 heures après la fécondation (cf. figure 11A). Parmi les pontes fécondées certaines sont émises tardivement le matin quelques heures avant ou après l’allumage des lumières. Ces pontes tardives sont identifiées depuis 2008, le pourcentage de ponte tardive est 5 fois moins important chez le lot 7 (6 %) que chez le lot G1C (28 %) ce qui pourrait s’expliquer par un manque de stimulation des femelles par les mâles qui entraînerait alors une émission tardive des ovules. Les ovules émis peuvent être fécondés mais leur développement se bloque au stade blastula (cf. figure 11C). Ces œufs sont considérés comme des embryons malformés au même titre que ceux dont le stade de développement est plus avancé (proche de l’éclosion) et qui présentent des malformations (cf. figure 11D). Depuis 2009, les embryons malformés sont pris en compte et comptabilisés, le pourcentage de pontes présentant des embryons malformés est respectivement de 25 et 42 % pour les lots 7 et G1C, ce qui paraît relativement élevé surtout chez le lot de F1. Le taux de malformation de ces pontes est relativement faible pour le lot 7 (11 %) mais il est deux fois plus élevé pour le lot G1C (22 %) ce qui nécessite une plus grande vigilance en cas de mise en élevage de la ponte. Il est préférable de ne pas utiliser une ponte présentant un taux de malformation important.

Un autre critère de qualité est pris en compte depuis 2008, il concerne la présence de multi-globules lipidique et est utilisé chez d’autres espèces comme l’ombrine en Martinique (Gardes et al., 2000). Le pourcentage de pontes présentant des multi-globules est respectivement de 27 et 47 % pour les lots 7 et G1C, ce qui paraît relativement élevé surtout chez le lot de F1. Malgré ces fréquences élevées, le taux de malformation de ces pontes est assez faible, 1,5 % pour le lot 7 et 2,1 % pour le lot G1C. Ce critère n’est donc pas discriminant en cas d’utilisation en élevage larvaire.

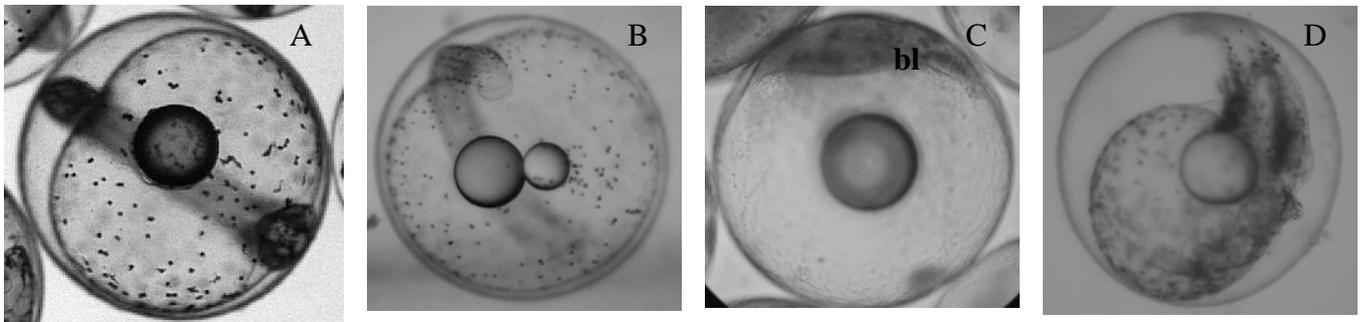


Figure 11 : Observations des œufs après récolte, sous loupe binoculaire (x 24) : (A) œuf avec embryon bien formé, (B) œuf avec multi-globules, (C) œuf avec blocage au stade blastula. bl : blastodisque, (D) œufs avec embryon malformé.

Le diamètre des œufs et du globule lipidique : La mesure des diamètres des œufs montre que les moyennes par lot varient entre 1298 ± 6 et $1345 \pm 8 \mu\text{m}$ pour le diamètre de l'œuf et varient entre 361 ± 3 et $385 \pm 2 \mu\text{m}$.

Dans le cas des lots sauvages 5 et 6, les pontes du lot le plus récent (5) présente des œufs et un globule plus petits (1313 ± 15 et $360 \pm 7 \mu\text{m}$) (cf. figure 12A) que le lot 6, plus ancien (1345 ± 8 et $379 \pm 9 \mu\text{m}$) (cf. figure 12C). Cette différence de taille semble être liée à l'âge des individus et elle se confirme dans le cas des lots F1. En effet, on note une augmentation du diamètre des œufs du lot G1C ($1334 \pm 5 \mu\text{m}$) suite au regroupement des lots G1A et G1B (1298 ± 6 et $1318 \pm 7 \mu\text{m}$) (cf. figure 12B) cependant il n'y a pas d'évolution la taille du globule qui reste stable et homogène (environ $360 \mu\text{m}$) (cf. figure 12D).

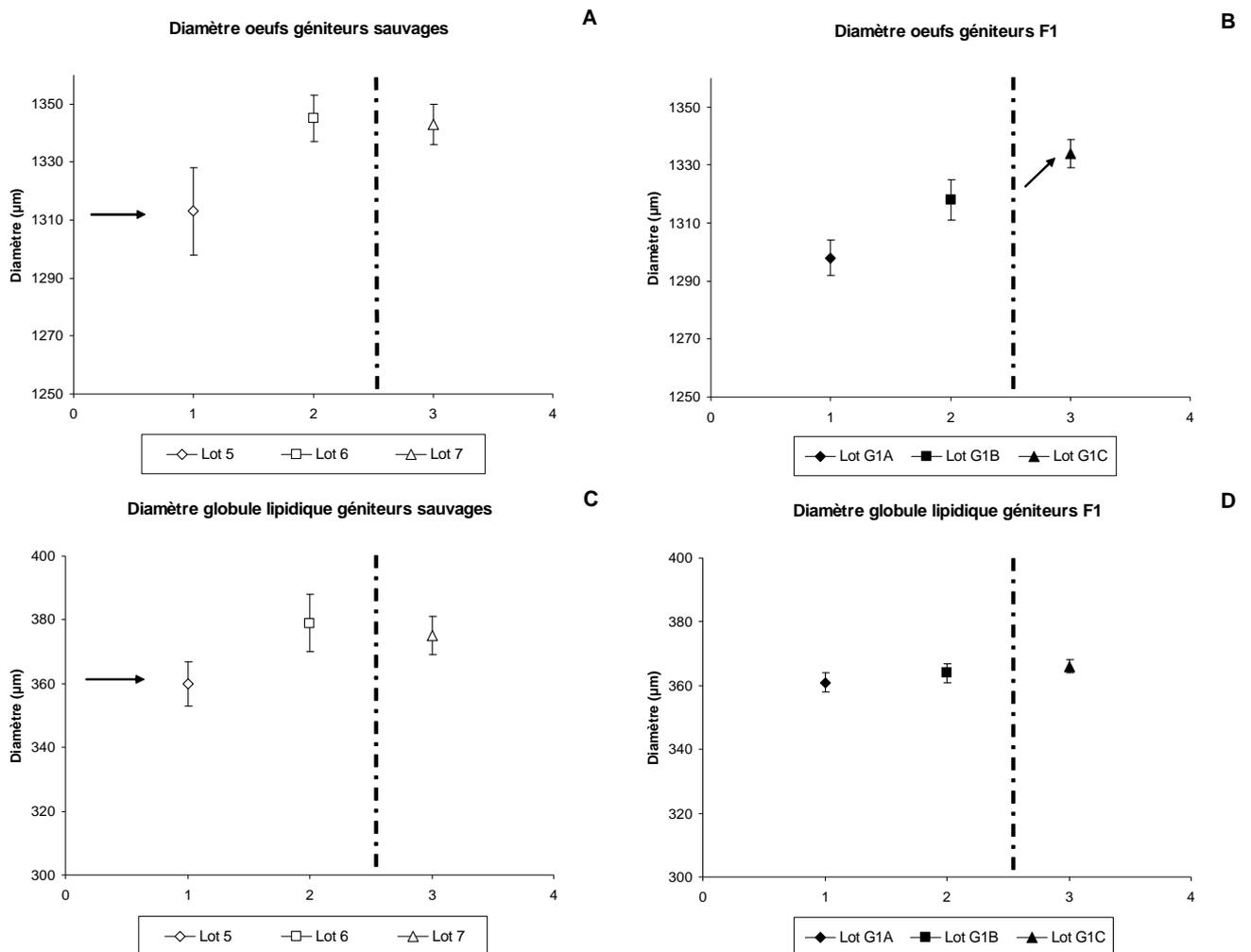


Figure 12 : Diamètre moyen des œufs et des globules lipidiques pour les lots sauvages et F1

Une analyse statistique plus précise est cours sur l'ensemble des données. Elle permettra de répondre aux hypothèses de différence de tailles en fonction de l'âge des individus et de leur origine.

2.3.2 Inductions et pontes

La maîtrise du cycle biologique du Paraha peue (*Platax orbicularis*) en captivité et l'optimisation de ses conditions de production ont été possible grâce à la constitution d'un stock de reproducteurs sauvages et à son acclimatation aux conditions de captivité.

Afin d'optimiser l'utilisation du stock de reproducteurs et d'améliorer la gestion d'une éclosion, il est important de pouvoir programmer l'obtention des pontes et donc de synchroniser l'ovulation et la production d'œufs.

De plus, en prévision de la fermeture du stock de reproducteurs sauvages et le démarrage d'un plan de croisement génétique (contrôle de la consanguinité, progrès par domestication et/ou sélection) des travaux ont été menés pour tenter de définir les conditions d'obtention de pontes bi-parentales (par couple) après synchronisation de la population.

2.3.2.1 Induction environnementale

Entre Janvier 2007 et février 2008 l'analyse des conditions d'obtention des pontes sur l'ensemble du stock de géniteurs révèle que des modifications de l'environnement physico-chimique (salinité lors des traitements prophylactiques) déclenchent très souvent des pontes 2 jours après le retour à une salinité normale. De plus, d'un point de vue qualitatif (diamètre du globule lipidique, taux fécondation) les pontes des animaux sauvages ne montrent pas de différences significatives qu'elles soient naturelles ou obtenues après dessalure. Les pontes post-dessalures sont aussi significativement plus volumineuses que les pontes naturelles ce qui permet de mettre en avant l'effet synchronisateur de cette modification. Une relation semble donc bien établie entre la dessalure et le déclenchement des pontes des femelles de cette espèce.

Un travail spécifique est réalisée en 2008 (Boichard S., MasterII) sur ce sujet car l'utilisation de facteurs environnementaux pour ce contrôle est en adéquation avec la mise au point de méthodes d'élevage durables et éco-responsables. Il pourrait également avoir un coût économique moindre, en particulier en Polynésie. Ce travail montre que la baisse de salinité durant cinq jours suivi d'un retour à la normale a bel et bien un rôle déclencheur sur la ponte de *Platax orbicularis*. Les dix dessalures expérimentales effectuées au cours du premier semestre 2008 ont déclenché des pontes durant la deuxième nuit après leur terme. De nombreux ovules ont été retrouvés dans l'oviducte lors de la canulation de la totalité des femelles ayant pondu. Le stade ovule est donc caractéristique de l'état de maturité observable après une ponte. Par contre le suivi des mâles n'a montré aucune variation de la qualité de leur semence, tant au niveau de la fluence que de la motilité.

2.3.2.2 Induction hormonale

Dés 2003, une série (12) d'injections hormonales est réalisée sur les premiers lots de géniteurs sauvages mis en bassin. Les différents facteurs testés lors de l'injection à la LH-RHa (taille des ovocytes, doses, zones d'injection) permettent au final l'obtention des premières pontes non fécondées de Platax, deux à cinq jours après ces inductions. Ces résultats servent de base aux essais de reproduction artificielle qui sont ensuite réalisés en 2004 (Nédelec et al) et qui permettent d'obtenir la première ponte fécondée à partir de 2 femelles induites et grâce à une reproduction artificielle (stripping mâle et femelle). En 2005, lors des travaux sur la mise en place d'une échelle de maturité ovocytaires chez le Platax (Fauvel, Dagouret, Nédelec) certains paramètres d'induction sont précisés pour l'espèce. Les résultats obtenus sur l'ensemble de ces essais montrent que la moitié des femelles induites a répondu favorablement par l'obtention des pontes fécondées. Ces travaux montrent également que le temps de réponse moyen des femelles après une induction hormonale est proche de 36 heures et qu'un gonflement de l'abdomen (hydratation) est visible sur la majorité des femelles

injectées. En revanche, cette hydratation n'est pas toujours synonyme de ponte naturelle et chez certaines de ces femelles hydratées, le stripping n'est pas possible (papille non dilatée). Sur les pontes émises naturellement lorsque les animaux sont en couple, très peu sont fécondées ou présentent un développement bloqué après fécondation.

En 2008, les travaux sur l'induction hormonale sont repris sur un lot d'animaux sauvages encore non productifs. L'administration de LH-RHa (15 µg par kg de poisson) permet de faire pondre la totalité des femelles injectées (stades de maturité ovocytaires b, c, d) dont deux femelles chez qui la présence d'ovules n'avait jamais été observée lors des biopsies. Malgré ce résultat positif aucun œuf viable n'est produit et la majorité des pontes présente un développement bloqué après fécondation. L'hypothèse de sur-maturation intra-ovarienne lors des reproduction en couple (conf. paragraphe suivant) est confortée par le fait que les pontes sont émises avec un retard de plusieurs heures comparés aux résultats obtenus en 2005. En effet, dans ce cas les pontes sont récoltées entre 42 et 62 heures après l'injection pour l'ensemble des 5 couples. Lors de ces essais les poissons mâles sont également injectés à la LH-RHa. Il semble en effet qu'en plus de maintenir la quantité de sperme disponible à des niveaux importants, que ces injections répétées aient permis d'augmenter de manière significative la concentration en spermatozoïde du liquide séminal.

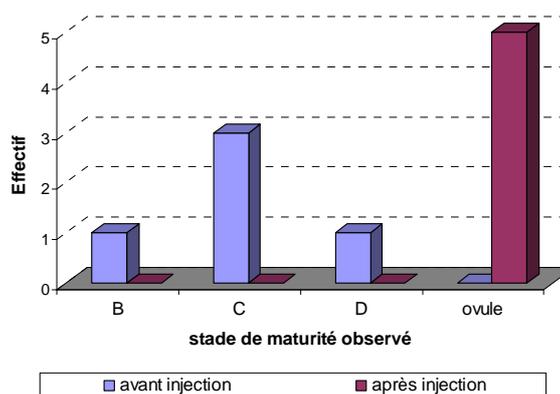


Figure 13 : Stades de maturité des femelles observés avant et après l'injection

2.3.3 Pontes bi-parentales (par couples)

Les expérimentations de synchronisations environnementales et hormonales sont suivies par des expérimentations de reproduction par couple pour l'obtention de ponte bi-parentales. Peu de pontes viables ont été obtenues lors de ces manipulations (9.5 % des couples formés) et dans 30 % des cas, aucune ponte n'a été émise. Comme dans le cas des injections hormonales (voir ci-dessus), l'hypothèse d'une sur-maturation intra-ovarienne est confortée par le fait que les pontes sont émises de façon très tardives par rapport aux pontes naturelles avec un retard de plusieurs heures. *Platax orbicularis* montre une sensibilité importante des reproducteurs lors de leur isolement du groupe. Pour s'affranchir de ce problème, la mise au point de la reproduction artificielle apparaît comme un outil essentiel pour la réalisation future de ce plan de croisement.

En 2009, quelques essais de pontes par couples ont malgré tout été poursuivis. Ils ont permis la toute première création de 2 familles bi-parentales (voir chapitre lots domestiqués). Le bilan et les principaux résultats de ces essais sont schématisés ci-dessous.

Tableau 9 : Bilan des essais de pontes par couples en 2009

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

Lots	Sex-ratio (M:F)	Nombre de couple formés	Résultat	Remarque
	1:1	9	Pas de ponte	
Lot7	1:1	1	Ponte fécondée	Création famille
	2:2	1	Ponte fécondée	1 seule femelle participe à la ponte. Création famille
G1C	1:1	3	Pas de ponte	
	1:1	2	Ponte non fécondée	
	1:1	1	Ponte tardive	

2.4 Synthèse reproduction

Au regard des différents travaux menés sur la reproduction du Paraha peue en 2008 et 2009, les principaux résultats sont résumés ci-après :

- Fiabilisation de la méthode de capture, de transport et de « quarantaine » de géniteurs sauvages, ce qui a permis d'intégrer 12 nouveaux individus et de doubler le stock de géniteurs issus du milieu naturel (26) ;
- Standardisation du régime alimentaire des géniteurs sauvages par l'élimination de l'aliment frais au profit de l'aliment composé, ce qui a nécessité le sevrage des individus sauvages et montré la capacité de résistance au jeûne de l'espèce ;
- Amélioration du mode d'alimentation par la mise en place de l'auto-alimentation qui est bien adaptée à l'espèce ;
- Acquisition de nouvelles connaissances sur l'entrée en puberté et le sex-ratio des animaux issus d'élevage :
 - l'entrée en puberté effective dès un poids moyen de 900 g (soir à partir de 11 mois) pour les mâles et 1600 g pour les femelles (soit à partir de 18 mois) issus d'une F1 ;
 - les premières pontes sont obtenues à l'âge de 2,5 ans chez des individus F1 ;
 - le tri des individus lors de la constitution d'un lot influence le sex-ratio ;
 - la différence de poids entre les individus mâles et femelles débute dès lors que la totalité des mâles sont entrés en puberté (800 à 900 g).
- Définition d'un plan de croisements génétiques permettant l'optimisation de l'utilisation des géniteurs sauvages et la fermeture génétique du stock grâce la création à terme de 12 familles bi-parentales de première génération ;
- Optimisation de la gestion des lots de géniteurs par des regroupements ce qui a non seulement permis le maintien de la production d'œufs mais en a assuré une meilleure garantie ;

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

- Confirmation de l'influence des modifications environnementales (salinité) sur les pontes, ce qui a permis de synchroniser et programmer les pontes pour les élevages larvaires ;
- Consolidation de la méthode d'injection hormonale qui est efficace pour des femelles n'ayant jamais pondu et qui améliore la qualité de la semence des mâles ;
- Création de 2 familles bi-parentales grâce à des expérimentations de reproduction par couple qui cependant révèle une sensibilité de l'espèce à l'isolement en couple.

En conclusion, nous pouvons dire que les travaux menés sur la reproduction de *Platax orbicularis* au cours de la convention 2008/2009 ont permis d'améliorer les connaissances biologiques et la gestion des reproducteurs. Certains résultats devront cependant être analysés plus en profondeur afin de permettre un transfert de connaissances à la future écloserie de production, notamment au niveau des éléments suivants : qualité des pontes, durée d'utilisation des reproducteurs, tri des alevins et effets sur le sex-ratio et les productions en cages. Cette analyse nécessitera la mise en place d'une base de données spécifique à la reproduction et permettra d'actualiser l'état de l'art en reproduction et de définir les futures orientations en matière d'expérimentation. Le transfert de savoir-faire vers l'écloserie s'accompagnera dans un deuxième temps par celui de reproducteurs domestiques en 2012.

2.5 La production d'alevins

Comme précédemment indiqué, la mise en cages des alevins de Paraha peut s'effectuer lorsque les animaux atteignent le poids moyen de 7 g c'est à dire aux alentours du 60^{ème} jour d'élevage. Nous estimons qu'à ce poids, l'alevin est suffisamment disposé à résister aux conditions stressantes que procure l'environnement lagunaire en cages (lumière naturelle, houle, courant, prédateurs, intempéries,...). La phase d'élevage qui précède ce transfert est composée de deux étapes successives :

- L'élevage larvaire, de l'éclosion à J20,
- L'alevinage, de J20 à la sortie en cage.

2.5.1 L'élevage larvaire

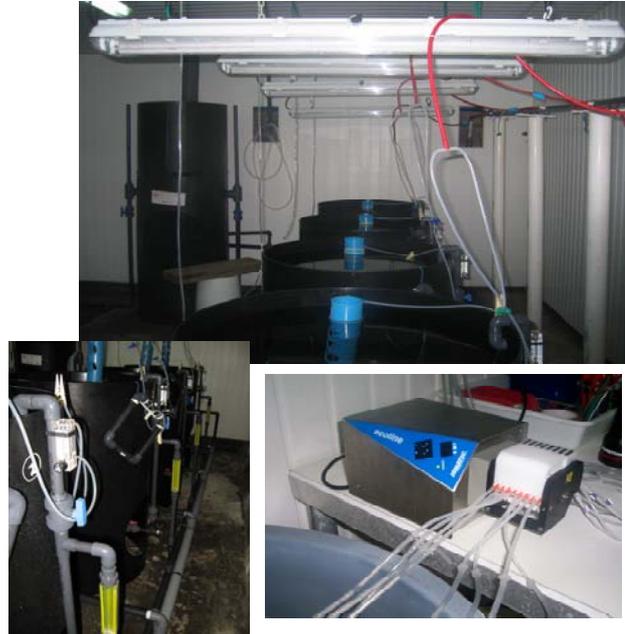
Le bilan des résultats réalisé en 2007 a montré qu'en moyenne, les survies obtenues en sortie larvaire sont supérieures à 32 % à J18, que le taux de vessies natatoires fonctionnelles est égal à 100 % et que les résultats de survie et de croissance sont homogènes d'un bassin à l'autre. De plus, l'utilisation de rotifères en première alimentation favorise la survie (32 au lieu de 22 %), minimise la croissance et n'a pas d'effet sur le taux de vessie. Ces résultats permettent d'orienter les travaux vers deux priorités, (1) la consolidation de ces résultats par la réalisation de cycles suivant la méthode de référence et (2) l'optimisation des références par l'augmentation de la productivité (densités), l'utilisation de F1, la diminution de l'hétérogénéité des lots et l'amélioration du passage de la métamorphose par une meilleure réponse aux besoins nutritionnels.

Tableau 10 : Bilan des résultats larvaires en 2008 et 2009

	2008	2009
Densité (larves/l)	30	30
Nb cycle	3	4
Nb bac	17	22
Survie moy témoin	24,2	28,2
Survie mini témoin	20,4	17,7
Survie max témoin	27,4	42
% vessie moy	100	96,2

2.5.1.1 La méthode et les résultats

L'élevage larvaire du Paraha peue dans les locaux de Vairao s'appuie sur la mise en oeuvre d'un matériel expérimental permettant un contrôle rigoureux des paramètres environnementaux (débit d'eau, d'air, pH, température etc...) et une automatisation de l'élevage (alimentation et éclairage). C'est ensuite une méthode d'élevage basée sur une gestion précise de l'environnement (arrivée d'eau par le fond, lumière directe ou indirecte etc..) et de l'alimentation (proies vivantes et micro particules). Cette procédure permet aujourd'hui d'établir un référentiel de production.



La méthode de production larvaire (décrite plus précisément dans l'annexe 10 du rapport final de la convention N° 4.0021) démarre par la récolte des œufs fécondés directement dans les bacs récolteurs des bassins de reproducteurs. Les œufs sont ensuite comptés et mis en incubation pendant 24h. La récolte est faite le lendemain par écrémage à la surface à l'aide d'un bêcheur quelque temps après l'arrêt du bullage. L'estimation du nombre de larves et le calcul du taux d'éclosion sont réalisés par la méthode décrite dans l'état de l'art de l'élevage larvaire du Platax (Rapport SPE/Ifremer, 2006) et optimisé par L.Thullier en 2009.

A partir de là débute l'élevage larvaire dont la séquence alimentaire standard établie dès 2006 est présentée ci-dessous.

Les larves commencent à s'alimenter au 2 ou 3^{ème} jour d'élevage à l'ouverture de la bouche (fonction de la température). Les premières proies fournies sont des rotifères (*Brachionus plicatilis*) jusqu'au 12^{ème} jour puis elles sont remplacées par des nauplii d'artémia (A0) et des artémia pré-grossis (A1) jusqu'à la sortie larvaire. Un sevrage progressif sur de la micro-particule (150 et 300 µm) est effectué dès le 14^{ème} jour. Les animaux sont nourris 4 fois par jour au minimum en fonction des besoins (évaluation des densités en proies dans les bassins d'élevage). L'utilisation d'écrémeurs de surface dès le 2^{ème} jour d'élevage permet l'accès à la surface aux larves pour le gonflement de leur vessie natatoire. Des biométrie et un suivi morpho-anatomique sont réalisés tous les 4 jours en moyenne. La sortie larvaire se fait vers le 20^{ème} jour d'élevage et l'estimation du nombre est ensuite réalisée par comptage individuel de tous les animaux de chaque bassin.

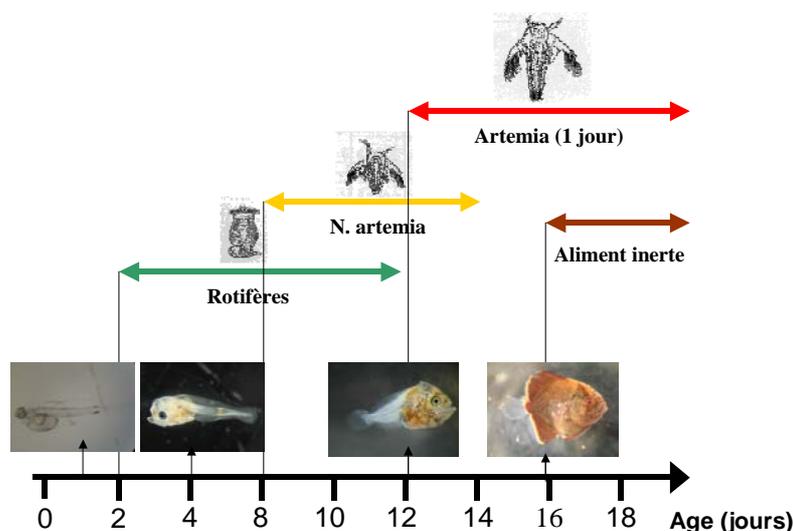


Figure 14 : Séquence alimentaire de référence en élevage larvaire

Les travaux réalisés dans cette phase d'élevage sont présentés dans les annexes de ce rapport (Chapitre production d'alevins). Les principaux résultats sont résumés ci-dessous :

En phase larvaire, 7 expérimentations sont réalisées au cours de cette convention. Outre notre objectif prioritaire de consolider notre méthode de référence, des points d'optimisation ont été testés. Le premier élevage a pour but de produire un 2^{ème} lot de F2 avec comme objectif expérimental la validation que l'accès à la surface comme élément déterminant pour l'obtention des vessies natatoires. Les deux cycles qui suivirent, ont permis de tester l'effet de la densité larvaire sur la croissance, la survie et la qualité des larves. Il était ensuite important de répondre à la question de la forte hétérogénéité en sortie larvaire par un travail sur l'effet de la séquence alimentaire lors du quatrième élevage. Travail poursuivi lors du sixième cycle par la comparaison de deux enrichissements des rotifères. Enfin entre ces deux derniers essais, l'obtention de pontes par couple a permis de produire les deux premières familles de Platax d'élevage.

Les principaux résultats obtenus au cours de ces 7 expérimentations larvaires concernant notre priorité de consolidation de la méthode standard d'élevage identifiée fin 2007 concernent :

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

- ✓ L'incubation (les résultats complets sont présentés en annexe et font l'objet du rapport de stage de L. Thullier) : l'objectif de ce travail est la définition d'une méthode d'estimation plus précise et plus sûre du nombre d'animaux réalisée au démarrage des élevages larvaires.

Afin de pouvoir améliorer la précision de la répartition, nous avons fait l'hypothèse qu'il est préférable de mettre en place une incubation des œufs directement dans les bassins d'élevage. En effet les œufs sont plus facilement manipulables que les larves, ce qui présente un avantage important lors de leur comptage. Cette méthode faciliterait aussi la conduite de certains protocoles d'élevage larvaire, notamment la production de familles. Un gain de qualité des larves est aussi attendu découlant du fait que les larves ne sont plus manipulées après l'éclosion. Mais cette méthode présente l'inconvénient de ne pas permettre de connaître directement le taux d'éclosion et l'effectif post-éclosion présent dans les bassins. Il est donc nécessaire de mettre en place en parallèle une méthode d'incubation témoin.

Les résultats de comptage montrent qu'il est plus sûr de compter des œufs que des larves et six prélèvements de 5 ml sont suffisants pour avoir une précision de 8 % et cela de façon reproductible. La mise en place d'éclosion témoin en incubateur de 50 litres a permis d'estimer l'éclosion avec un intervalle de confiance de 3 %. Ce qui a permis la mise en place de la méthode « directe » engendrant un gain de précision dans la répartition de l'ordre de 40 % par rapport à la méthode indirecte.

Au final, il serait préférable de compter les œufs, puis de les répartir par volumétrie dans les bassins d'élevage. Il est préférable d'utiliser en parallèle des incubateurs de 50 litres pour conduire une incubation témoin précise et sûre. Les taux d'éclosion de ces témoins seront appliqués aux bassins larvaires et permettront de connaître la population de chaque bassin.

- ✓ La survie larvaire : les résultats de survie de l'intégralité des bassins témoins c'est à dire ceux effectués sur notre référence sont présentés sur le graphe suivant et montrent une évolution positive de ce paramètre depuis 2006 mais un recul général lors des deux dernières années. La survie moyenne de notre référence de 2006 ($20,2 \% \pm 1,8$) est le point de départ de ce graphe. Aujourd'hui, la survie moyenne est de $27,2 \% \pm 3,7$ alors qu'elle était de $34 \% \pm 4$ en 2007. Ces niveaux permettent toujours d'envisager un transfert de cette méthode d'élevage vers l'écloserie de production au cours de la prochaine convention.

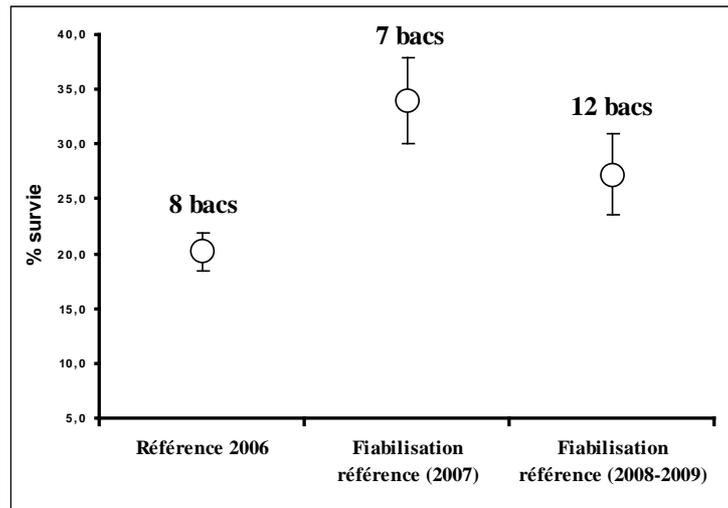


Figure 15 : Evolution de la survie larvaire sur la séquence témoin depuis 2006

- ✓ La croissance : Les résultats concernant ce paramètre sont présentés dans le graphe ci-dessous. L'analyse des données d'élevage permet également de faire ressortir l'effet de la température sur la croissance. En effet, il est possible de constater une augmentation de la croissance avec l'élévation de la température ainsi qu'une augmentation de l'hétérogénéité des moyennes des répliquas avec l'augmentation de la température. De manière générale, il est constaté un retard d'environ une journée pour chaque degré perdu en fin de phase larvaire et ce phénomène s'accroît après la métamorphose.

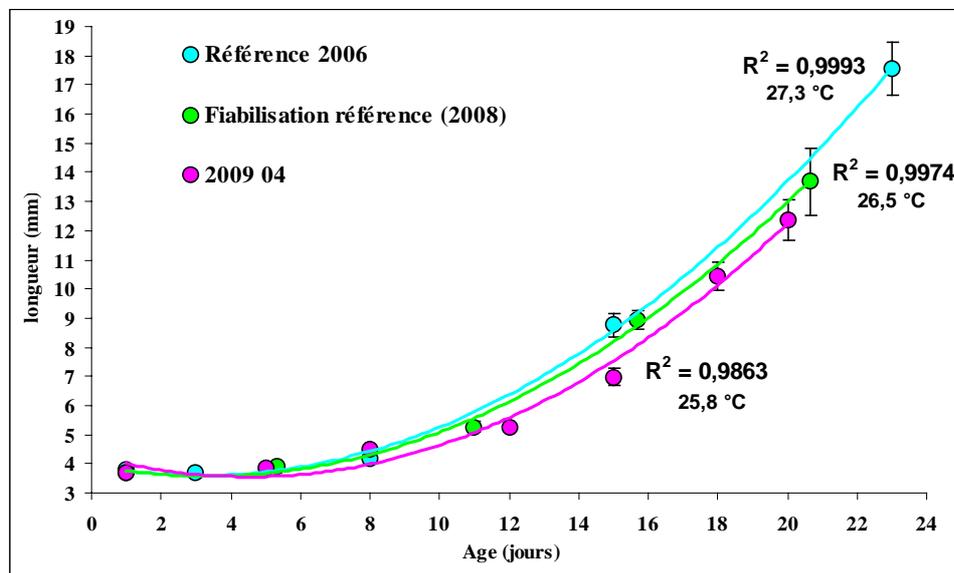


Figure 16 : Comparaison des croissances standard en fonction de la température au cours du temps au cours de la phase larvaire

- ✓ La vessie natatoire : Le respect des paramètres d'hydrodynamisme (arrivée d'eau par le fond, débit d'un bullage faible et parfaitement contrôlé) et de propreté de la surface (écrémeur) sont les éléments primordiaux dans l'obtention d'une vessie fonctionnelle. Les résultats présentés dans le graphe ci-dessous montrent que le taux de vessie est supérieur à 90 % dès J8 et à 96 % en sortie larvaire lorsque la gestion des paramètres cités ci-dessus est bien respectée. Le cas du troisième essai de 2009, nous amène à

confirmer à nouveau ce constat. En effet, les alevins issus de cet élevage avaient des difficultés en nurserie et lors des élevages en cages. Il est apparu que ces animaux ne possédaient pas de vessie et le taux de déformés étaient anormalement élevés. Un défaut de réglages des écrémeurs est à l'origine de cet échec de même qu'une mauvaise estimation lors des biométries. Par conséquent, en prévision du transfert vers l'écloserie de production, la bonne identification de ce paramètre pour l'obtention d'alevins de qualité est une nécessité.

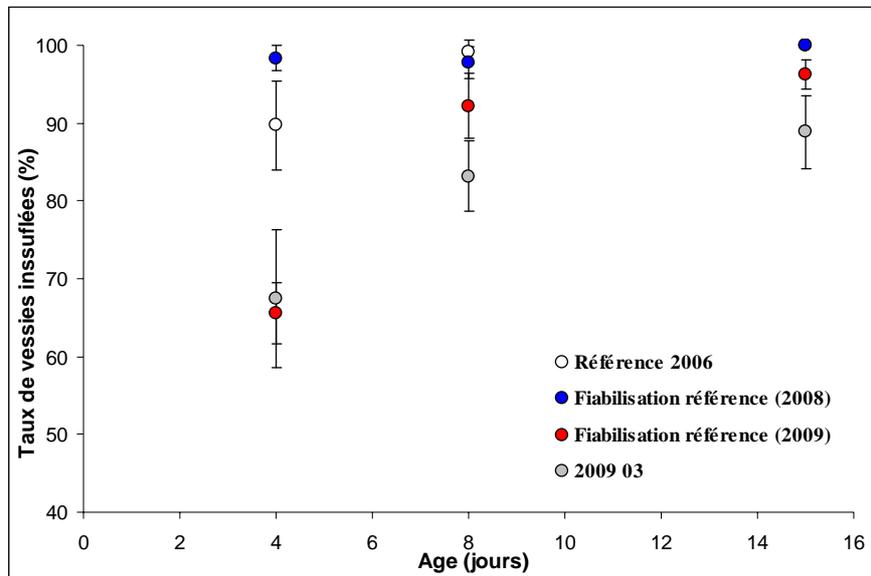


Figure 17 : Evolution du taux de vessies fonctionnelles lors d'un élevage témoin

En conclusion, nous pouvons dire que les expérimentations menées sur l'élevage larvaire de *Platax orbicularis* au cours de la convention 2008/2009 ont permis d'établir une méthode de référence pour la production fiable et reproductible d'alevins de Paraha peu. La poursuite des travaux envisagée dès le début 2010, dans le cadre de la préparation au transfert, permettra avec l'augmentation de l'expérience et du savoir-faire des agents de fiabiliser et de sécuriser cette méthode, notamment dans le cadre d'un descriptif des procédures de production devant intégrer une démarche qualité, indispensable à la réussite du transfert.

2.5.1.2 Les voies d'optimisation testées

Malgré les bons résultats obtenus sur la méthode standard de production de larves établie au cours des deux dernières années avec une densité de 30 larves par litre au 1^{er} jour d'élevage, il est encore aujourd'hui constaté une hétérogénéité importante des lots en fin d'élevage. Cette hétérogénéité qui pose des problèmes de synchronisation de la métamorphose semble pouvoir être reliée aux besoins nutritionnels des larves qui ne seraient pas entièrement couverts lors de la phase larvaire et qui peuvent donc être mieux définis. L'effet de régimes alimentaires différents sur la croissance, la survie et l'homogénéité de taille des animaux sera donc recherché dans des conditions de densités en hausse par rapport au standard, notamment par l'utilisation précoce d'aliment inerte avec pour objectifs, la simplification, la fiabilisation de la production pour s'affranchir de la gestion des proies et de l'approvisionnement et ainsi baisser sur le coût de production des juvéniles. Aussi, c'est dans le cadre de cette problématique que les voies d'optimisation testées lors de ces deux dernières années ont porté d'une part sur une augmentation significative de la densité en passant à 70

larves par litre au 1^{er} jour d'élevage et d'autre part sur la mise en place de différents régimes alimentaires présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11 : Les différentes séquences alimentaires testées

Type de proies	Référence	Séquence longue	Sevrage précoce	Séquence longue ORI
Nb bassin	3	3	2	3
Rotifères	J3 – J10	J3 – J14	J3 – J14	J3 – J14
Nauplii artémia AF	J8 – J12	J8 – J12	J8 – J12	J8 – J12
Artémia pré-grossis Salt Creek	J12 – J18	J12 – J18	J12 – J18	J12 – J18
Micro-Gemma 150 / 300	J15 – J18	J15 – J18	J12 – J18	J15 – J18

DHA: Inve ; ORI: Skretting

Les principaux résultats obtenus au cours des 4 expérimentations larvaires au sujet de ces voies d'optimisations concernent :

- ✓ La survie : l'ensemble des résultats de survie présenté par le graphe suivant montre une évolution positive de ce paramètre par rapport à notre référence de 2006 pour les bassins sur séquence longue (42,2 +/- 12,3 %) mais un recul général pour tous les autres régimes alimentaires. C'est à dire 15,9 +/- 9,5 % pour le sevrage précoce, 14,1 +/- 1 % pour les bassins à haute densité et 13,9 +/- 4,6 % pour ceux sur séquence longue rotifère enrichi Ori. Notons par ailleurs, une variabilité importante entre les répliquas illustrée par un intervalle de confiance supérieur à 9 pour les bassins en séquence longue et en sevrage précoce. Ceci nous amène à penser que la maîtrise de ces élevages n'est pas acquise et demande encore un travail minutieux.

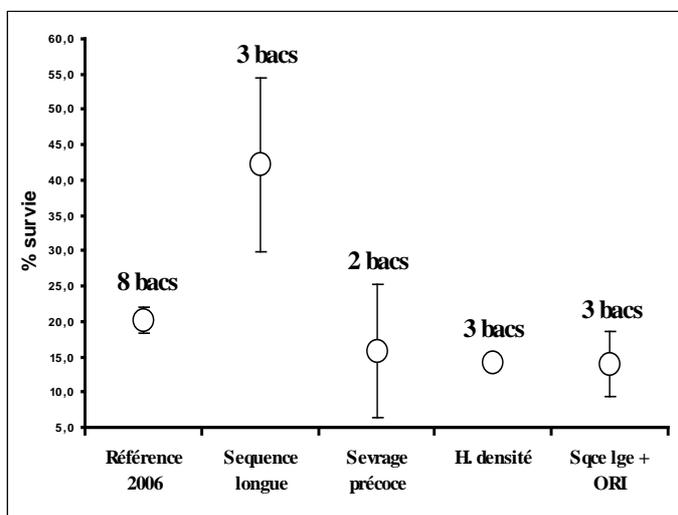


Figure 18 : Comparaison de la survie larvaire sur les différentes séquences testées

- ✓ Hétérogénéité des longueurs des larves : analyse du coefficient de variation : son évolution au cours du temps est présentée sur la figure ci-dessous et plusieurs tendances se dégagent de cette représentation :
 - Jusqu'au jour 8, tous les bassins présentent des valeurs similaires ;
 - Au jour 12, les bassins Témoin qui reçoivent des nauplii d'Artémias présentent une augmentation du C.V. supérieure aux autres bassins élevés sur rotifères ;
 - Au jour 15, le même phénomène apparaît sur les bassins qui reçoivent des Artémias pré-grossis ;
 - Au final (J 18), les lots Témoin, séquence longue Ori et Haute densité présentent un C.V. moyen de 18 %, alors que celui des bassins en séquence longue Dha atteint 22 %. Sur les deux bassins en sevrage précoce, comme pour

la survie, les valeurs du C.V. sont différentes d'un bassin à l'autre (11 et 16 %) et inférieures à l'ensemble des autres bassins.

Ce sont des tendances qui permettent d'obtenir des informations importantes sur l'intérêt des voies d'optimisation testées. De plus les élevages réalisés en période chaude (test Dha et Ori) voient les résultats d'hétérogénéité accentués par l'augmentation de la température par rapport aux élevages réalisés en période plus fraîche (test haute densité et sevrage précoce).

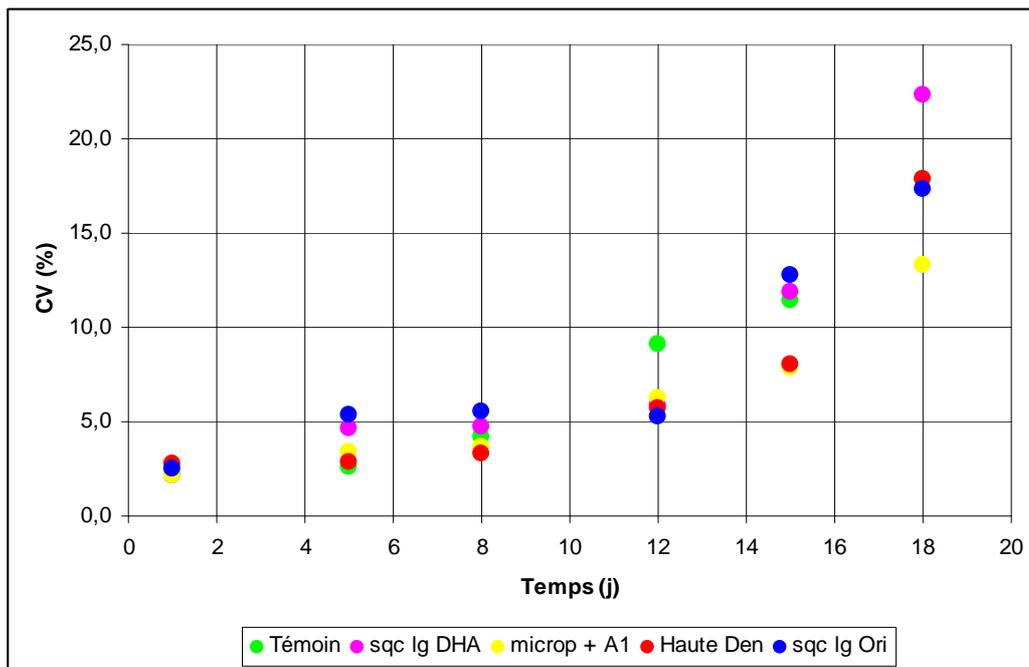


Figure 19 : Evolution des coefficients de variation des longueurs en larvaire

Les différentes voies d'optimisation testées permettent d'envisager d'importants progrès grâce aux résultats obtenus. En effet, les résultats de survie pour la séquence longue sur rotifères ont permis d'atteindre des chiffres jamais obtenus à une densité de 30 larves par litre. Ces progrès qui passent par la maîtrise la plus grande de la séquence alimentaire doivent permettre le développement le plus harmonieux possible du plus grand nombre de larves au sein de la population. En effet, le coefficient de variation est intimement lié à la survie finale en larvaire. Lorsque le lot présente une hétérogénéité très marquée, les résultats de survie sont beaucoup plus faibles. De plus, une meilleure gestion des proies pendant les premiers jours larvaires devrait améliorer nos résultats notamment dans le cas de fortes densités. Il sera cependant important lors de la poursuite des expérimentations menées dans la phase larvaire du *Platax* de retrouver une bonne reproductibilité des résultats de survie au sein des répliquas. La démarche qualité entreprise au sein de l'équipe devrait permettre d'aller dans ce sens. Nous devons nous interroger sur nos méthodes d'estimation des populations (initiale et finale) et sur notre capacité à contrôler et reproduire l'ensemble des conditions environnementales dans les différents bassins expérimentaux, afin de nous permettre notamment de définir des standards minimaux devant amener à décider de la poursuite ou non des élevages depuis l'œufs jusqu'à la sortie larvaire.

2.5.2 Les cultures associées : les rotifères

En août 2007, une « Méthode de production de rotifères (*Brachionus plicatilis*) pour l'élevage larvaire de *Platax orbicularis* » est décrite par Gasset et al, (2007) après plusieurs mois d'expérimentation. En 2008, plusieurs expérimentations larvaires sont perturbées suite aux difficultés de mise en œuvre de la procédure de production décrite dans le rapport cité ci-dessus. Afin de pouvoir lancer des expérimentations larvaires basées sur un approvisionnement en rotifères de qualité irréprochable et en quantité non limitante, il apparaît alors indispensable de remettre en œuvre notre procédure de production de rotifères de façon plus expérimentale en menant chaque bassin de production en duplicata afin de lever et/ou de mieux cerner les points qui ont pu poser des problèmes lors des dernières productions.

Dès le 1^{er} élevage larvaire de 2009, cette mise en œuvre expérimentale (cf annexe technique) de la méthode de production de rotifères décrite en 2007 a permis d'apporter des réponses claires quant à sa validité. Le suivi des valeurs de concentrations montre que :

- Les cultures sont stables dans le temps (après le début de la période de production), aucun accident de production n'est enregistré ;
- Cette méthode de culture permet la conservation de concentrations importantes (> 1200 rotifères par ml) sur de longue période.

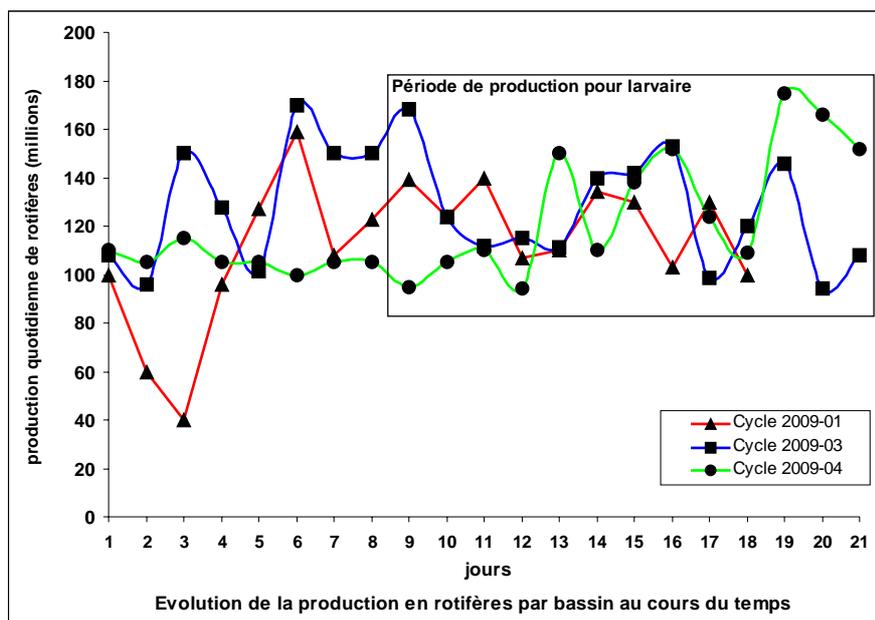


Figure 20 : Evolution des productions quotidiennes de rotifères

L'extrapolation des résultats de productivité permet d'estimer à 100 millions de rotifères par jour la production de 3 bassins de 200 litres sans jamais faire chuter de façon critique le stock en élevage.

Une fois cette nouvelle méthode de production validée, elle fût l'objet d'un transfert auprès de l'ensemble de l'équipe chargée du suivi des expérimentations en écloserie. Les essais de production qui suivirent, dont les résultats principaux sont présentés sur la figure 20, démontrent l'intégration par un plus grand nombre de cette nouvelle méthodologie. Les

besoins en rotifères lors des périodes de production pour les larvaires ont à chaque fois été atteints avec une production par bassin supérieure à 100 millions de rotifères par jour.

2.5.3 L'alevinage

Cette phase de l'élevage qui permet d'aboutir à la production d'alevins de Platax de 7 g, à partir de larves métamorphosées de 60 mg au minimum, se décompose en trois étapes successives :

- Le sevrage proprement dit (arrêt progressif des proies vivantes) réalisé sur une période de 4 ou 5 jours. La ration d'Artémias est donnée de plus en plus tard dans la journée, alors que la distribution de particules est faite sur toute la phase éclairée. La ration d'Artémias évolue sur ces 4 à 5 jours aux alentours de 4000 Artémias par larve (environ 20 millions de A1 par bassin). Le nombre de larves au démarrage du sevrage est de 5000 par bassin, soit une densité de 3,3 larves au litre ;
- La nurserie qui se termine par le seul tri des poissons en écloserie lorsque le poids des animaux atteint 1 à 1,2 g vers J35. Les animaux sont triés sur deux mailles de tri (24 et 26 mm) pour éliminer la tête et la queue de lot. L'objectif recherché ici est la récupération d'environ 70 % de la population de départ dans le lot médian et avec un C.V. après tri inférieur à 20 % ;
- Le pré-grossissement après le tri, les poissons sont maintenus dans des conditions identiques à une densité légèrement supérieure à 1 larve au litre jusqu'au passage en cage au poids d'environ 7 g vers J60.

2.5.3.1 Un outil de simulation

A l'issue de la synthèse des cycles de production réalisés depuis 2006, un premier schéma alimentaire théorique pour cette phase d'élevage a pu être établi. A partir d'une estimation de la croissance, de la mortalité (qui sont réajustées après chaque biométrie) et du taux d'alimentation journalier (TAJ), les quantités d'aliment distribuées par jour sont estimées en fonction des granulométries. Le passage d'une granulométrie à la supérieure s'effectue sur des périodes de chevauchement de quelques jours. La séquence alimentaire théorique pour un démarrage à 3 larves au litre dans nos conditions expérimentales actuelles est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Calcul des rations quotidiennes en fonction de l'évolution de la biomasse

temps sevrage	poids moyen g	nombre	biomasse g	qualité aliment	TAJ %	Quantité ali g	charge kg/m3	nb bassin
1	0,08	5000	400	Mg 300	25	100	0,3	2
2	0,11	4969	554	Mg 300	25	138	0,4	2
3	0,14	4938	705	Mg 300	25	176	0,5	2
4	0,17	4906	855	Gemma 0,3	20	171	0,6	2
5	0,21	4875	1003	Gemma 0,3	18	181	0,7	2
6	0,24	4844	1149	Gemma 0,3	18	207	0,8	2
7	0,27	4813	1293	Gemma 0,3	16	207	0,9	2
8	0,3	4781	1434	Gemma 0,3	15	215	1,0	2
9	0,38	4750	1794	Gemma 0,5	15	269	1,2	2
10	0,46	4719	2150	Gemma 0,5	14	301	1,4	2
11	0,53	4688	2500	Gemma 0,5	14	350	1,7	2
12	0,61	4656	2845	Gemma 0,5	13	370	1,9	2
13	0,69	4625	3186	Gemma 0,5	12	382	2,1	2
14	0,77	4594	3522	Gemma 0,5	12	423	2,3	2
15	0,84	4563	3853	Gemma 0,5	11	424	2,6	2
16	0,92	4531	4179	Gemma 0,5	11	460	2,8	2
17	1	4500	4500	Gemma 0,5	10	450	3,0	2
18	1,18	1500	1773	Gemma 0,5	9	160	1,2	3
19	1,36	1496	2040	Gemma 0,5	9	184	1,4	3
20	1,55	1492	2306	Gemma 0,5	8	184	1,5	3
21	1,73	1488	2570	Gemma 0,8	8	206	1,7	3
22	1,91	1484	2833	Gemma 0,8	8	227	1,9	3
23	2,09	1480	3095	Gemma 0,8	8	248	2,1	3
24	2,27	1476	3355	Gemma 0,8	8	268	2,2	3
25	2,45	1472	3614	Gemma 0,8	7	253	2,4	3
26	2,64	1468	3871	Gemma 0,8	7	271	2,6	3
27	2,82	1464	4127	Gemma 0,8	7	289	2,8	3
28	3	1461	4382	AL3G	7	307	2,9	3
29	3,33	1457	4855	AL3G	7	340	3,2	3
30	3,67	1453	5326	AL3G	7	373	3,6	3
31	4,00	1449	5795	AL3G	7	406	3,9	3
32	4,33	1445	6261	AL3G	6	376	4,2	3
33	4,67	1441	6724	AL3G	6	403	4,5	3
34	5,00	1437	7184	AL3G	6	431	4,8	3
35	5,33	1433	7642	AL3G	6	459	5,1	3
36	5,67	1429	8097	AL3G	6	486	5,4	3
37	6,00	1425	8550	AL3G	6	513	5,7	3
38	6,33	1425	9025	AL3G	6	542	6,0	3
39	6,67	1425	9500	AL3G	6	570	6,3	3
40	7,00	1425	9975	AL3G	5	499	6,7	3
41	7,33	1425	10450	AL3G	5	523	7,0	3
42	7,67	1425	10925	AL3G	5	546	7,3	3
43	8	1425	11400	AL3G	5	570	7,6	3

Ce premier outil de simulation, permet d'estimer de manière correcte les quantités d'aliments nécessaires en fonction du nombre d'alevins mis en élevage. Il a été utilisé pour la première fois durant le 1^{er} cycle d'élevage de 2008 et a permis de planifier à 1 jour près (fonction de la température) la sortie en cage des alevins de 7 g. Depuis, ce schéma est réajusté après chaque acquisition de connaissances supplémentaires sur cette phase d'élevage et peut aujourd'hui faire également l'objet d'un transfert à la profession.

2.5.3.2 Les principales avancées zootechniques

Les principaux résultats obtenus au cours des 4 productions d'alevins issues de géniteurs d'origine sauvage et réalisées selon notre standard de production présentés ci-dessus, concernent :

▪ *La survie*

Le dernier cycle de production de 2006, qui demeure encore aujourd'hui notre référence a permis de situer le niveau de survie standard final en alevinage au alentours de 95 % avec une bonne homogénéité entre les répliquas comme le montre le graphique ci-dessous. Depuis, les essais successifs n'ont jamais permis d'atteindre à nouveau ce niveau de survie avec néanmoins une valeur de 83 +/- 5,3 % en moyenne lors des deux dernières années.

Il est important de noter que ces expérimentations étaient réalisées dans des structures ne permettant pas une gestion optimale des paramètres d'hydrodynamisme comme c'est le cas en larvaire. C'est la raison pour laquelle, une nouvelle salle dédiée aux expérimentations d'alevinage a été construite en 2009. Elle est aujourd'hui opérationnelle. D'ailleurs, le dernier cycle de production de 2009 a été réalisé dans ces nouvelles installations et les résultats de survie (96,6 +/- 0,1 %) sont au minimum équivalents à notre référence de 2006.

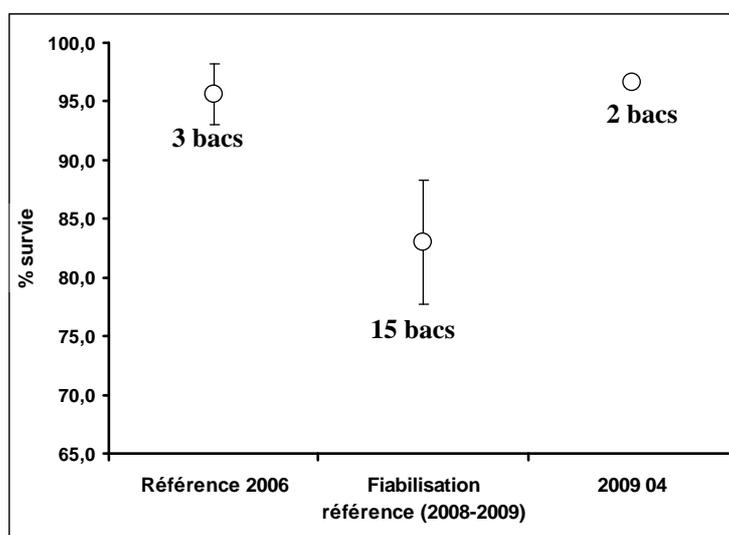


Figure 21 : Evolution des résultats de survie en alevinage

▪ *Le coefficient de variation*

Le coefficient de variation des longueurs avant la sortie larvaire (J20) reste relativement faible quelque soit le cycle d'élevage depuis 2006, c'est à dire proche de 18 à 23 % comme présenté sur le graphique ci-dessous. Par contre dès que ce C.V. est effectué au niveau pondérale (J24), celui-ci augmente systématiquement pour atteindre des niveaux proche de 40 %. Un effort particulier a été entrepris afin de diminuer cette hétérogénéité et ainsi proposer pour la sortie en cages des lots homogènes c'est à dire avec un C.V. pondéral inférieur à 20 %. Au poids de 1 g, les alevins sont donc aujourd'hui triés et répartis en trois lots distincts : queue de lot (10 %), lot médian (70 %) et tête de lot (20 %). A partir de cette étape le C.V. passe en dessous de la barre des 20 % pour se stabiliser vers 15 % environ. La mise en élevage de la tête de lot lors du dernier élevage de 2009 a permis de réaliser la première comparaison avec le lot médian en terme de croissance. Ceci permet aujourd'hui de dire que l'utilisation de cette tête de lot permet de gagner en moyenne 5 jours d'élevage sur le lot médian en fin d'alevinage. Cette donnée peut être très utile pour la planification des sorties d'écloserie.

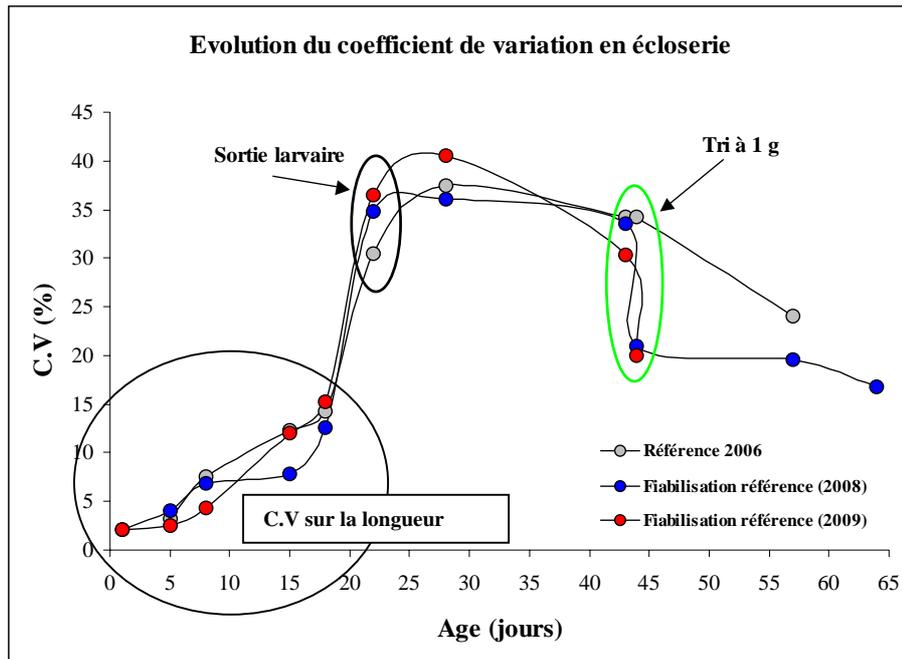


Figure 22 : Evolution des C.V. en alevinage.

En conclusion, la production d'alevins suivant une méthode de production validée est aujourd'hui maîtrisée de manière fiable et reproductible. Ce degré de maîtrise permet d'envisager de manière sereine le transfert vers la structure de production représentée par le futur Centre Technique Aquacole. Le transfert technique est donc la prochaine étape en ce qui concerne cette phase de l'élevage. Il devra avoir décrit au préalable l'ensemble des standards minimaux de chaque étape de production, les procédures à l'échelle expérimentale et la démarche qualité afin de réduire au mieux les risques ou écueils de production. De plus, il ne faudra pas abandonner les optimisations de notre standard de production avec notamment la poursuite des expérimentations larvaires à densités plus fortes et celles sur le sevrage précoce. De plus, pour faciliter le comptage des alevins en sortie d'éclosion, il est également important de mettre en place une méthode à la fois pratique et précise dans le but d'optimiser le temps de travail. Nous avons expérimenté en 2006 une méthode photographique qu'il faudra évaluer à nouveau.

3 La grossissement en cage

3.1 L'environnement des élevages en cages sur le site de Vairao

Un suivi journalier de la température et du taux d'oxygène dissous de l'eau a été réalisé pour l'ensemble des élevages expérimentaux.

3.1.1 La température

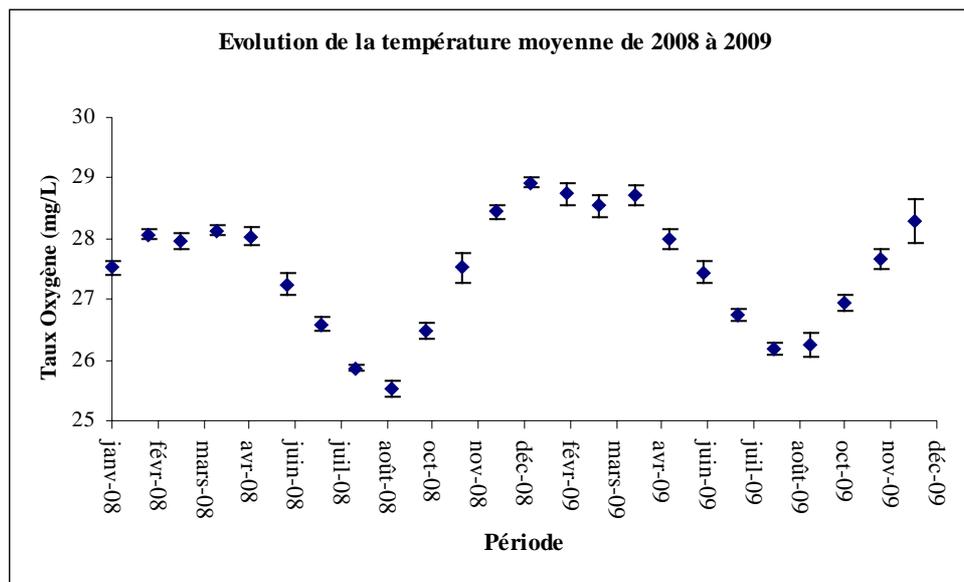


Figure 23 : Evolution de la température de l'eau du site d'élevage

Comme le montre le suivi réalisé entre janvier 08 et décembre 09, la température évolue de façon cyclique durant l'année avec deux saisons bien distinctes. D'une part la saison chaude de décembre à avril inclus et d'autre part la saison fraîche de juin à octobre inclus.

3.1.2 L'Oxygène

La valeur de ce paramètre mesuré dans les cages reste stable autour de 6,6 mg/L tout au long de l'année. La charge en élevage n'a pas d'effet sur cette valeur. Ce n'est donc pas un facteur limitant pour les élevages en cages sur notre site de production.

3.2 Les performances biologiques

Le paragraphe ci-dessous fait un bilan de l'ensemble des résultats obtenus depuis le premier lot mis en cage en 2006, avec un éclairage particulier fait sur les lots élevés dans le cadre de cette convention (bilan exhaustif en annexe).

3.2.1 La croissance

3.2.1.1 Taux de croissance spécifique (TCS) ou journalier (TCJ) et modélisation

La courbe de croissance issue de chaque élevage a été décomposée en 2 courbes de tendance comme le montre les figures ci-dessous :

- Une exponentielle qui exprimera la croissance de 7 à 70 g ;
- Une autre linéaire qui illustrera la croissance de 70 à plus de 1 000 g.

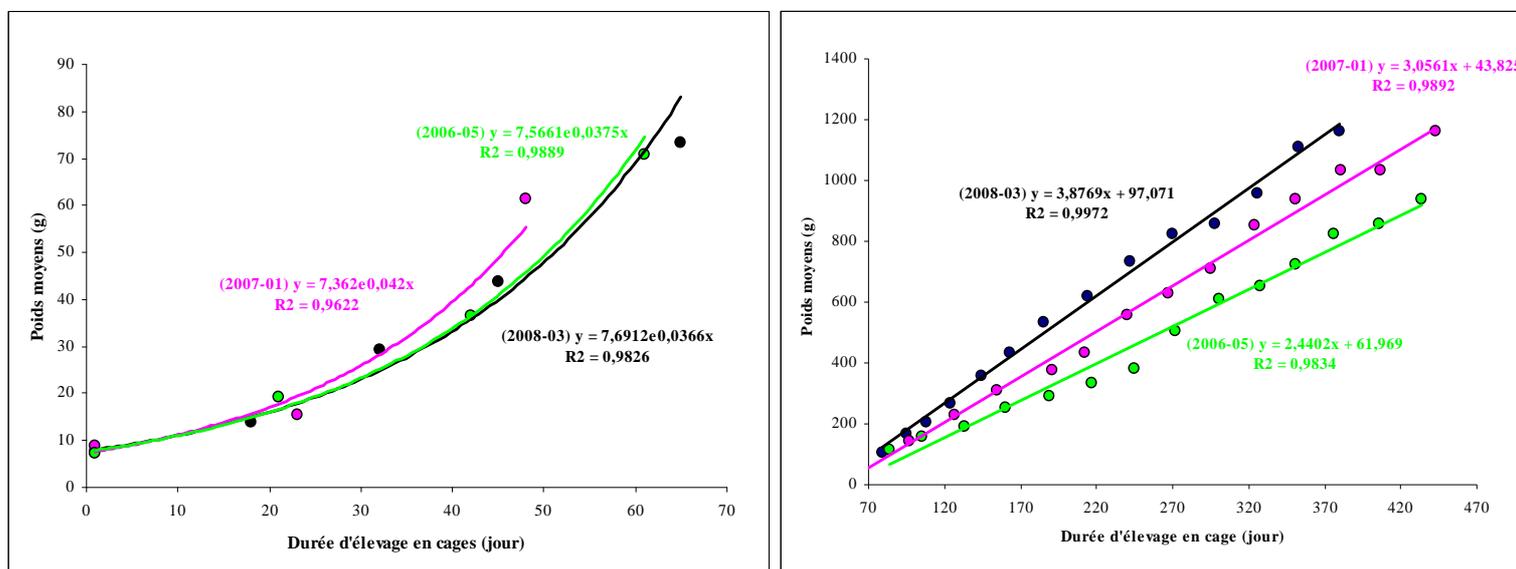


Figure 24 (a,b) : Courbes de croissance comparées des trois cycles (2006, 2007, 2008) de production en cages

Il est intéressant de noter tout d'abord, que pour les trois lots, les 20 premiers jours sont strictement identiques et se caractérisent par une croissance faible. Ensuite et jusqu'à 60 jours environ, les croissances suivent des pentes importantes et identiques pour les lots de 2006 et de 2008. Le résultat supérieur exprimé par le lot 2007 dans cette période semble être expliqué par un phénomène de croissance compensatrice intervenant après une période de mortalité en tout début d'élevage. Dans la phase 70/1000 g, l'amélioration des résultats depuis 2006 permet de produire aujourd'hui un poisson de 1 kg en 11 mois d'élevage. La maîtrise progressive de la méthodologie d'élevage (manipulation et alimentation) de l'espèce, a permis cette nette amélioration des performances biologiques.

Le taux de croissance spécifique ou journalier qui représente le pourcentage de gain de poids individuel journalier des animaux est calculé à partir de la formule suivante :

$$\frac{[\ln(\text{poids final}) - \ln(\text{poids initial})] * 100}{\text{Durée d'élevage}}$$

avec LN (poids) qui représente le logarithme népérien du poids correspondant

Comme le montre la figure ci-dessous, la croissance est une fonction (puissance) négative du poids. Plus le poisson est petit, plus le taux de croissance est élevé.

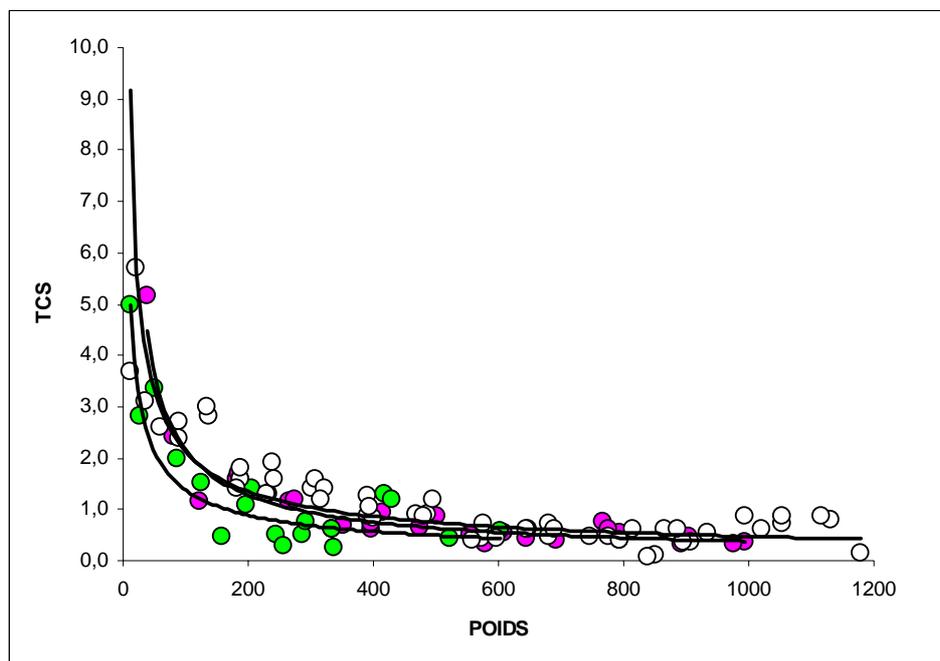


Figure 25 : Evolution du Taux de croissance spécifique (TCS) en fonction du poids moyen pour les trois cycles (2006, 2007, 2008) de production en cages

3.2.2 La survie

Aujourd'hui, la survie finale après 11 mois d'élevage est supérieure dans le meilleur des cas à 89 % et en moyenne égale à 78 % sur les trois derniers élevages suivis (tableau ci-contre). Cette survie est cependant plus faible dans les premiers jours d'élevage et augmente de manière générale avec le poids des individus. Ce constat permet d'orienter les perspectives d'amélioration sur cette phase critique de l'élevage qu'est la période qui suit la mise en cage. La présence d'un parasite externe sur le site d'élevage lors du cycle de 2007 (Conf. chapitre santé) a entraîné des mortalités importantes. Les traitements préventifs réalisés en 2008 contre ce parasite ont contribué à améliorer de façon importante (de 71,9 à 89,5 %) le niveau de survie lors de cette phase.

Tableau 13 : Evolution de la survie depuis 2006

Poids moyens (g)	Survie (%) par cycle		
	2006-05	2007-01	2008-03
7-100	81,2	71,9	89,5
100-1000	96,2	91,8	100,0
Finale	78,1	66,0	89,5

3.2.3 L'alimentation

3.2.3.1 Taux d'Alimentation Journalier

Le taux d'alimentation journalier (TAJ) est un élément d'élevage qui permet de connaître pour un poids moyen identifié la quantité journalière d'aliment à distribuer suivant la biomasse en élevage. Il est calculé de la manière suivante :

$$\frac{[(\text{Quantité aliment distribuée})/\text{durée d'élevage}]*100}{\text{Biomasse moyenne}}$$

Le TAJ lors de la mise en cage est proche de 6 % puis diminue progressivement comme le montre la figure ci-dessous jusqu'à être inférieur à 1 % dès 800 g.

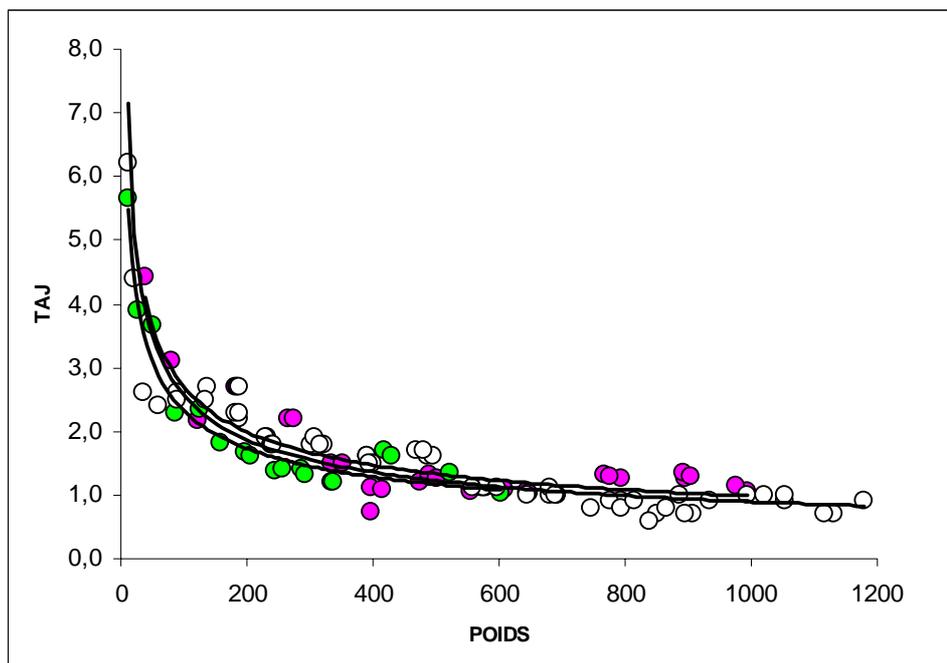


Figure 26 : Evolution du TAJ en fonction du poids moyen pour les trois cycles (2006, 2007, 2008) de production en cages

3.2.3.2 L'indice de conversion

L'indice de conversion (IC) est caractérisé par la quantité d'aliment distribué sur le gain de biomasse pour une période identifiée d'élevage. C'est la quantité d'aliment nécessaire pour produire 1 Kg de poisson. C'est un paramètre très utile pour identifier les éventuels

problèmes au niveau du cheptel. En effet, il est admis qu'un indice supérieur à 1,8-2 est dégradé et augure d'un malaise dans l'élevage. Celui-ci peut être du à des phénomènes biologiques (stress, maturation), pathologiques ou environnementaux (courant par exemple). D'une manière générale chez *Platex*, l'IC augmente avec le poids de l'individu. Pour le lot 2008, le pic identifié aux alentours de 900 g a été causé par la présence du même parasite qu'en 2007 et a fait l'objet d'un traitement spécifique.

Depuis 2006, l'IC a été régulièrement amélioré et atteint 1,76 pour un élevage jusqu'à un poids de 1000 g (tableau 14). Il est intéressant de noter deux phases encore bien distinctes entre elles (7-15g et 600-1000g) au niveau de l'utilisation de l'aliment.

Tableau 14 : Evolution de l'IC depuis 2006

Poids moyens (g)	I.C par cycle		
	2006-05	2007-01	2008-03
7-15	1,46	5,72	1,88
15-600	2,22	1,68	1,21
600-1000	3,25	2,62	2,66
Final	2,43	2,28	1,76

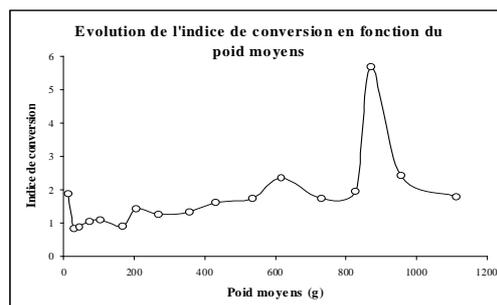


Figure 27 : Evolution de l'IC en fonction du poids moyen pour le cycle 2008 de production en cages

3.2.3.3 Table de rationnement

Après 3 années d'acquisition de données sur cette phase d'élevage, il est aujourd'hui possible de proposer une table de rationnement spécifique à *Platax* (tableau 16) pour nos conditions d'élevage en cage qui tient compte de l'évolution de la granulométrie (tableau 15).

Ces outils zootechniques sont des éléments importants pour la réalisation du transfert de la technique d'élevage auprès de la profession.

Tableau 15 : relation poids/granulométrie (Gamme aliment Le gouessant)

Gamme de poids (g)	Granulométrie
7 à 10 g	AL3G
10 à 30 g	Ext #1
30 à 130 g	Ext #2
130 à 320 g	Ext #3
320 à 470 g	Ext #4
470 à 780 g	Ext #5
780 à 1 200 g	Ext #7

Tableau 16 : table de rationnement en fonction du poids

Pds (g)	10	50	100	150	300	500	750	900
TAJ (%)	6,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,2	1,1	1,0

3.2.4 Le tri et l'hétérogénéité

3.2.4.1 Coefficient de Variation (C.V)

Pour tenir compte de la croissance et de l'évolution de la charge en élevage, il est réalisé des dédoublements des lots. Un tri des animaux réalisé aux alentours de 70 g permet d'homogénéiser les poids au sein d'un même lot et maintenir ainsi le coefficient de variation pondéral sous le seuil de 20 %. Le CV se maintient ensuite autour de 15 % jusqu'à la pêche finale.

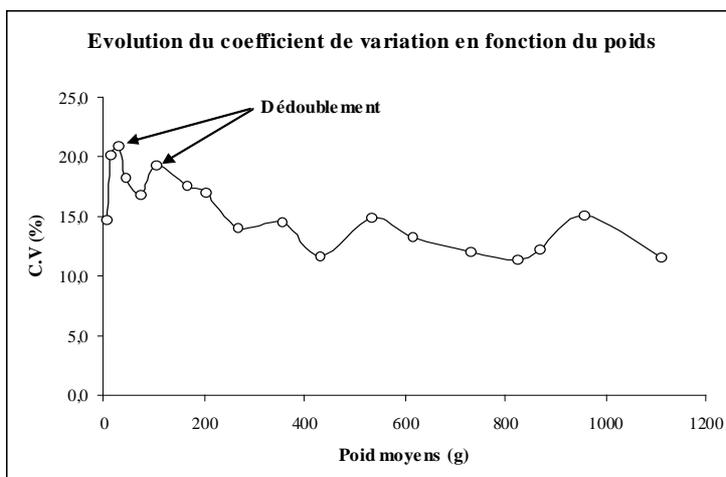


Figure 28 : Evolution du CV en fonction du poids moyen pour le cycle 2008 de production en cages

3.2.4.2 La charge

Ce dernier paramètre a été très peu étudié depuis le début du programme car c'est un élément complexe à étudier. Suite au premier cycle de 2006, il a été convenu, après l'analyse des données de croissance, qu'une charge de 12 Kg/m³ ne devait être dépassée durant les 3 premiers mois d'élevage en cages. Cette charge passe à 20 Kg/m³ à partir d'individus de plus de 200 g. Lors de l'élevage de 2008, ces recommandations ont été suivies comme le montre la figure ci-contre. Néanmoins, nous pouvons constater qu'au moment du 2^{ème} dédoublement vers 200 g, le taux de croissance journalier au lieu de chuter augmente pour atteindre les 3 %. Ce point mérite donc d'être approfondi lors des futurs élevages.

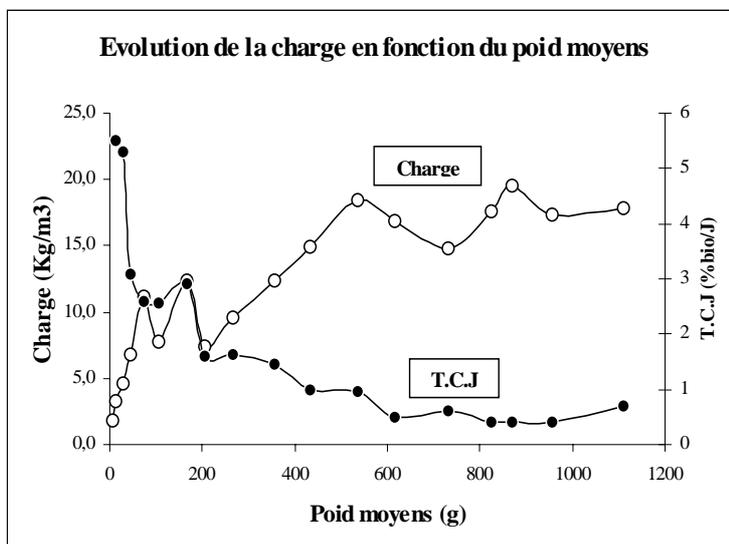


Figure 29 : Charge et TCJ lors du cycle 2008 de production en cages

Sur le plan zoo-sanitaire, l'efficacité du traitement à base de peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) contre le monogène *Neobenedenia melleni* a été confirmée ainsi que l'absence d'impact de ce produit sur les performances biologiques des poissons traités (conf. annexe bilan cycle 2008-03). En effet, lors de la période d'infestation du mois de septembre 2008, aucun parasite n'a été décelé chez les poissons traités. Bien que les tendances des performances biologiques soient identiques entre les poissons traités et témoins, il est important de réaliser des traitements préventifs/curatifs dès l'apparition des premiers signes d'infestation sur les

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

animaux. Sans cela, le niveau d'animaux invendable en frais (plaies, borgnes...) peut atteindre 30 % du cheptel. Cependant, l'utilisation de ce produit en routine dans les élevages doit encore être évaluée sur le plan économique. Ainsi, il faut envisager de travailler dans une seconde étape sur son efficacité à travers des dosages et des périodes d'exposition moins importantes.

Les résultats zootechniques qui se sont améliorés au fil des élevages de cette période peuvent se résumer par les points suivants :

- En premier lieu, la survie finale est pour le dernier cycle proche de 89 %. De plus, c'est réellement la phase suivant la mise en cage où les plus fortes mortalités sont retrouvées. Outre la présence de *Neobenedenia melleni* sur le site d'élevage, cette forte mortalité semble être également associée à des lésions cutanées très contagieuses et mortelles. La prochaine étape sera d'étudier et d'identifier les causes de cette mortalité (environnementale, mécanique...) pour améliorer la survie en début d'élevage.
- Deuxièmement, la croissance obtenue pour le dernier cycle de 2008 est la meilleure de tous les élevages réalisés auparavant. Elle aurait pu certainement être encore meilleure en fin d'élevage sans la présence supposée du *Neobenedenia melleni* (non confirmée en état frais) qui s'est traduite par le déclenchement de la procédure du traitement curatif. Néanmoins, ces résultats de croissance indiquent que la maîtrise de la satiété est en bonne voie et peut encore être toutefois affinée. Certains paramètres devront être particulièrement suivis tels que la météo (fortes pluies), l'état du lagon (courant, secchi), le stress (prédateurs, pêcheurs, visites, bateau, etc..). Des outils de nourrissage automatiques adaptés aux conditions zootechniques (quantité d'aliment, aliment coulant, etc..) et environnementales (humidité) devraient également améliorer ces résultats.
- Troisièmement, les indices de conversion sont également améliorés car pour produire au final un poisson de 1 000 g à partir d'un alevin de 7 g, il nous faut aujourd'hui environ 1 700 g d'aliment à fournir en 11 mois d'élevage. Il est important de noter toutefois, que l'indice de conversion reste proche de 1 de 7 à 600 g et de 2 en fin d'élevage. Phénomène à mettre en relation avec d'une part la présence de *Neobenedenia melleni* en fin d'élevage lors du dernier cycle et d'autre part le début de la phase de maturation des animaux notamment chez les individus mâles qui commencent à devenir mûres dès 600 g. Le gaspillage lié à l'utilisation de nourrisseurs automatiques présentant le défaut d'un manque de contrôle au niveau de la quantité d'aliment distribués est également à prendre en compte.
- Pour finir, les charges en élevage semblent également suivre les mêmes tendances que pour les paramètres précédents. En effet, il apparaît que le grossissement de l'espèce peut encore être distingué par deux phases correspondant sensiblement aux poids de ventes envisagés. La première phase de 7 à 600 g ne semble pas avoir fourni toutes ces subtilités concernant le paramètre de charge et un effort particulier sur ces premiers mois d'élevage est à envisager. La seconde phase de 600 à 1000 g continue à suivre les tendances exposées lors des élevages précédents et notamment sur le fait qu'une charge comprise entre 18 et 20 Kg/m³ soit effectivement limitante dans nos structures d'élevage (forme et volume).

Dans notre volonté de maîtrise de l'élevage en cages du Paraha peue, les derniers résultats zoo-sanitaires et zotechniques obtenus sont très encourageants car les objectifs fixés ont été atteints et permettent d'ores et déjà d'envisager les premiers essais pilotes chez les producteurs :

- 1- l'élaboration d'une procédure fiable de traitement préventif et curatif à l'eau oxygénée en conditions de production ;
- 2- l'obtention d'un référentiel de croissance de 7 à 70 g ;
- 3- l'obtention d'une référence de croissance de 70 à 1000 g ;
- 4- la création du premier schéma alimentaire de référence chez *Platax*.

Cependant, pour envisager de pouvoir transférer de manière sereine au secteur privé les techniques de grossissement en cage chez *Platax*, il est primordial de résoudre ces problèmes de pathologies récurrentes suivant la mise en cage avant d'envisager d'apporter des améliorations au niveau de la phase même de grossissement. De plus, maintenant que le travail sur la satiété a permis d'obtenir toutes les références citées ci-dessus, il importe aujourd'hui de tester à l'échelle expérimentale dans un premier temps cette nouvelle séquence alimentaire (ajustement de la dose par rapport aux résultats de satiété) puis dans un second temps à plus grande échelle en cages.

4 L'acclimatation des alevins (transport et transfert en cage)

Au cours des différents essais de transport réalisés durant ces 2 dernières années nous avons pour objectif de déterminer une méthode fiable et transférable à la prochaine éclosion de Polynésie française (VAIA). Tout en appliquant comme base de travail une charge de transport égale à 20 g/l et une durée de transport à 24 heures (durée de transport maximale pour le transport de poissons vivants par bateau de commerce dans les îles).

En effet, lors du premier essai réalisé en 2008, nous voulions tester à la fois, l'utilisation d'une température du milieu réfrigérée entre 23 et 25 °C et l'utilisation du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) durant la simulation (dans le cas où les alevins sont issus d'une éclosion non sécurisée). La baisse de la température a pour effet de diminuer le métabolisme du poisson afin de limiter la production de CO₂. Quant au H₂O₂ son utilisation est à titre préventif contre le transfert éventuel de parasites entre l'éclosion et les sites d'élevage.

Nous pouvons retenir de cet essai plusieurs voies d'amélioration pour la suite :

- la mise à jeun des alevins insuffisante sur une période de 24 heures ;
- la méthode de maintien de la température ;
- le traitement préventif possible (H₂O₂) des alevins 24 h avant le transport.

Pour la suite des essais, nous avons travaillé avec des volumes de transport de 100 l et la cuve de transport de 1200 l a été également testée. Notre axe de recherche s'est alors focalisé sur l'utilisation de l'anesthésiant et de l'eau réfrigérée durant le transport afin de réduire le métabolisme des animaux. Nous avons également augmenté le temps de mise à jeun de 24 à 44 heures avec satisfaction.

La figure 1 montre les différents résultats de survie en fonction de la dose d'anesthésiant utilisée. En deçà de 5 ppm dans la majorité des cas, l'anesthésiant semble entraîner une survie > à 98 %. En effet à cette concentration le *Platax* est simplement calmé mais il reste réactif et surtout mobile. Par contre à des concentrations égales à 10 ppm les animaux sont endormis et

se retrouvent au fond du bac de transport. De plus ces 10 ppm qui sont conservés dans la cuve de transport sur 24 heures sont administrés alors que les animaux sont fortement endormis (>15 ppm) lors de leur pêche et passage dans cette cuve en début de transport.

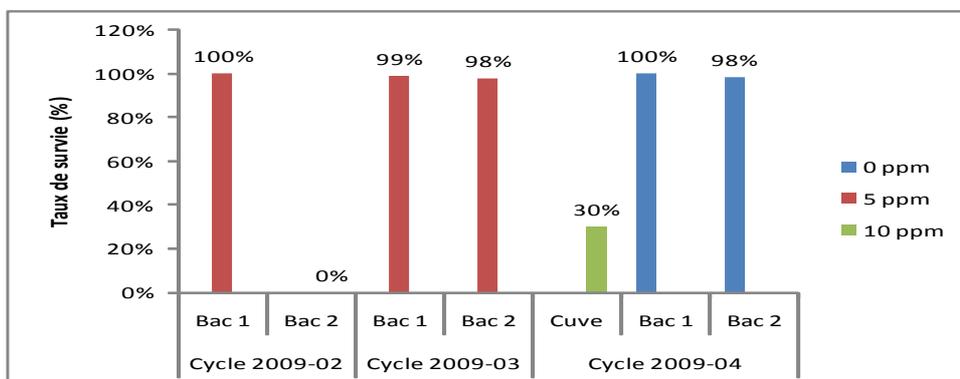


Figure 30: Synthèse des résultats de survie suivant la dose d'anesthésiant utilisée durant le transport en fonction des alevins des cycles d'élevages

Le suivi du pH durant le dernier essai montre une chute significative de celui-ci durant les 2 premières heures de la simulation de transport malgré une survie finale de 100 %. Ce qui peut être la conséquence directe d'une production importante de CO₂. Ainsi en acidifiant le milieu de transport et en prolongeant la durée de transport, cela semble favoriser les risques d'abrasions sur les poissons et peut également ralentir leur acclimatation en élevage après 24 heures de simulation.

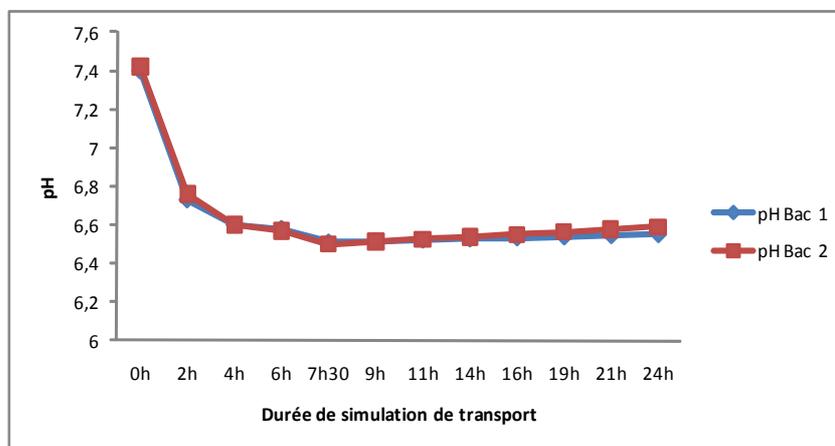


Figure 31 : Evolution du pH enregistré durant le dernier essai de transport dont la survie finale est de 100 et 98 % pour le bac 1 et 2

En effet, à l'issue de chaque simulation nous avons observé des alevins très affaiblis et dont certains présentaient des signes d'abrasion du tégument plus ou moins importants jusqu'à l'apparition de plaies. Les yeux sont également affectés avec l'apparition de points blancs, voire une opacité partielle ou totale. Des conditions qui ne favorisent pas l'acclimatation et la survie des alevins (post-transport) qui semble être très liée aux conditions d'élevage. Les différents essais ont permis de démontrer l'importance sur la survie de la qualité de l'eau des

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

bassins d'élevages et l'effet positif des traitements (filtration, désinfection et colonne de dégazage) (fig.32).

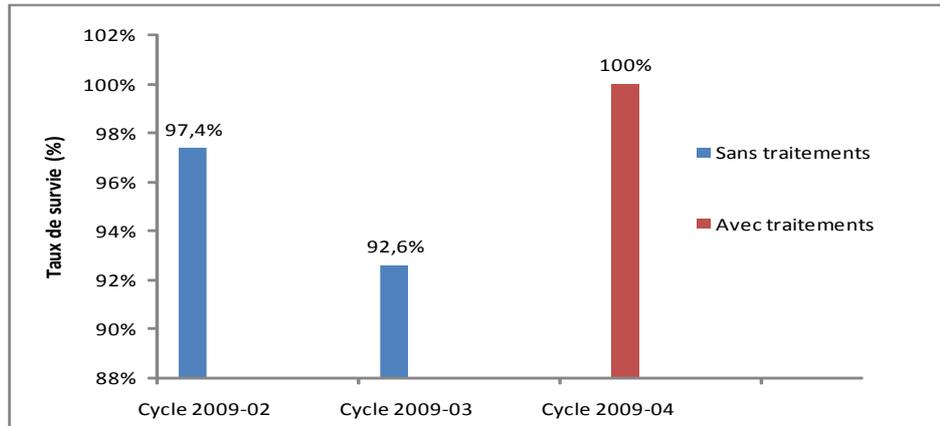


Figure 32 : Evolution du taux de survie suivant la qualité de l'eau d'élevage en bassin

Cependant, les conditions de suivi des alevins après un transport qui nous intéressent plus particulièrement sont celles que l'on trouve lorsqu'ils sont transférés dans le lagon en cages flottantes. Il apparaît clairement que l'environnement en cages flottantes (courant, structures d'élevages, biomasse sous les cages, etc...) auquel sont soumis les alevins peut avoir des conséquences plus ou moins importantes sur la mortalité (fig.33) et les performances de croissance (fig.34) durant les premiers jours d'acclimatation.

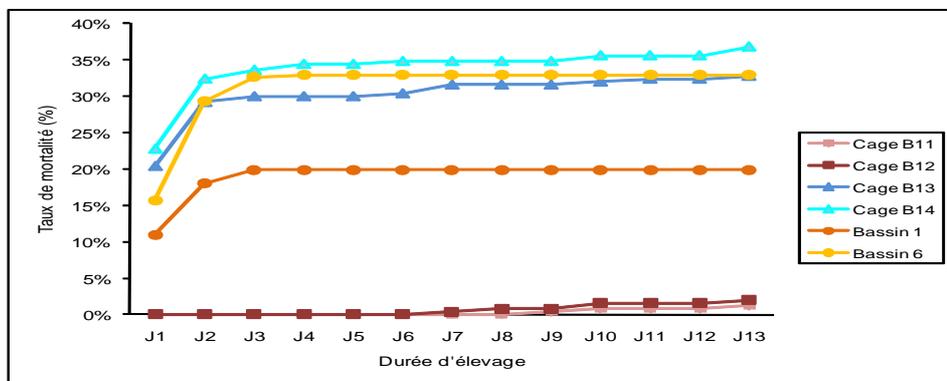


Figure 33 : Evolution comparée du taux de mortalité sur des alevins en cages et en bassin ayant subi un transport de 24 heures (cage B13 et B14, bassin 1 et 6) et des alevins en cages issus de l'écloserie bio-sécurisée (cage B11 et B12)

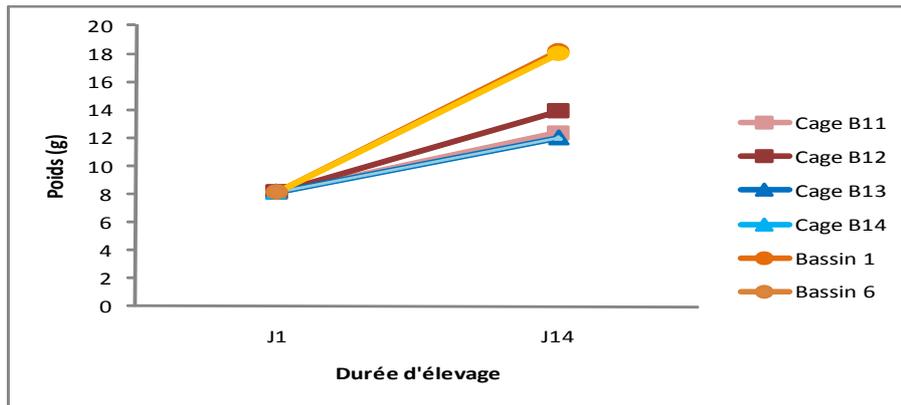


Figure 34 : Evolution comparée de la croissance sur des alevins en cages et en bassin ayant subi un transport de 24 heures (cage B13 et B14, bassin 1 et 6) et des alevins en cages issus de l'écloserie bio-sécurisée (cage B11 et B12)

Cette pression environnementale peut néanmoins être diminuée de façon curative par des bains d'antibiotique durant le transport, et de façon préventive via une complémentation en vitamine C par enrobage de l'aliment sur une période de 5 jours minimum avant et après le transport. Ce procédé a été utilisé lors du dernier essai et les résultats doivent encore être confirmés.

Aujourd'hui nous préconisons les points suivants pour réaliser nos transports :

- une mise à jeun minimum de 44 heures ;
- une température du milieu comprise entre 22 et 23 °C ;
- l'utilisation curative d'antibiotique (OTC) à raison de 50 ppm durant le transport ;
- l'utilisation d'anesthésiant à raison de 5 ppm maximum ;
- la complémentation préventive vitamine C avant et après le transport durant 5 jours.

5 La santé des élevages

5.1 La santé en écloserie

En écloserie, deux problèmes pathologiques sont suivis depuis 2005 : le parasitisme branchial qui affecte les géniteurs et la détection de Nodavirus chez les reproducteurs et leur descendance (transmission horizontale et verticale).

5.1.1 Ectoparasitisme : Monogène branchial

Malgré la mise en place de la bio-sécurisation de l'écloserie, des parasitoses épisodiques dues à un ver monogène branchial survenaient chez les géniteurs dans la zone de maturation. En complément des améliorations zootechniques, des traitements préventifs et curatifs ont alors été mis en place. Ils consistent à effectuer des dessalures mensuelles pendant 5 jours à 10 ‰. Pendant cette période de dessalure les poissons s'alimentent peu. Il a alors été proposé de diminuer la fréquence des dessalure en passant à un traitement tous les deux mois.

Des observations sanitaires sont réalisées lors des suivis de la maturité des géniteurs (prélèvements de gamètes, évolution du poids individuel...). Ces observations comprennent une vérification de l'intégrité externe du poisson ainsi qu'un frottis branchial.

Des prélèvements sont également réalisés si un lot présente plusieurs critères comportementaux anormaux, notamment une diminution de l'appétit et/ou une présence prolongée dans le bullage.

La figure ci dessous décrit les suivis réalisés sur les géniteurs présents dans la zone de maturation entre octobre 2008 et octobre 2009.

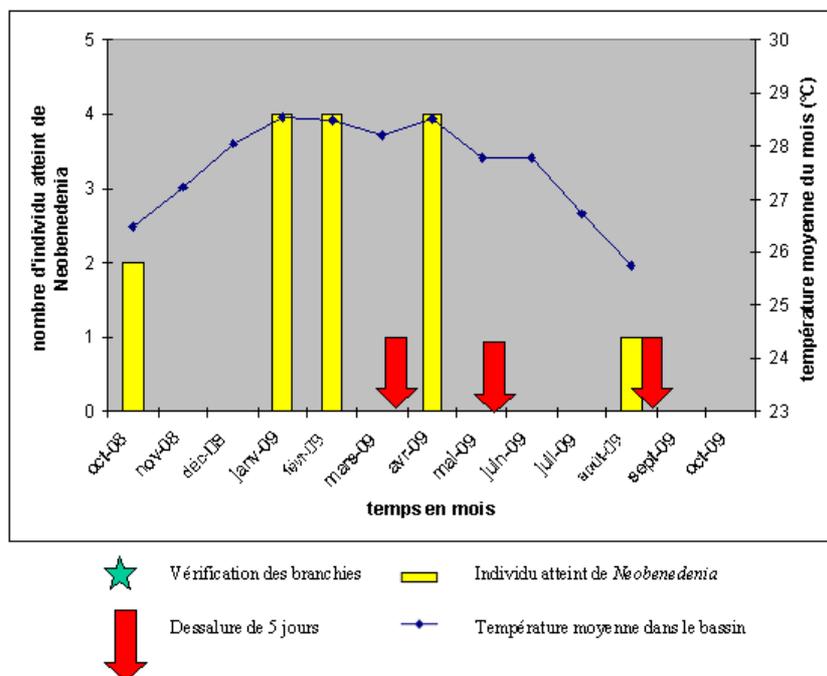


Figure 35 : Evolution de l'apparition du *Neobenedenia* sp. branchial en zone maturation au cours du temps

Certains des prélèvements réalisés sur les branchies de animaux ont permis de récolter des parasites vivants. Ces derniers ont été transférés au CRIOBE pour identification. Hélas, le faible nombre d'individus n'a pas permis d'identifier l'espèce. Il est par contre certain, que cette espèce est différente par sa morphologie de celle trouvée couramment sur les yeux des Paraha peu élevés en cage.

Nous pouvons observer sur la figure ci-dessus une diminution de la présence du monogène avec la température de l'eau et/ou la fréquence des dessalures. Notons aussi que pour des raisons techniques (accès à l'eau douce de qualité) le rythme des dessalures n'a pas pu être toujours maintenu ce qui a certainement favorisé l'apparition du pic du parasite entre octobre 2008 et février 2009.

En avril 2009, malgré une dessalure on observe une recrudescence du monogène. La dessalure n'est efficace que contre les adultes et les larves nageantes. La réinfestation constatée doit être due aux œufs enkystés malgré les changements de bassins effectués après chaque dessalure. Ersnt et al. (2005) ont démontré que les œufs enkystés de l'espèce *Benedenia seriola* ne sont pas sensibles aux traitements suivants : dessalure, bain de peroxyde d'hydrogène, chloration. Les seuls traitements efficaces contre les œufs sont la dessiccation, la température élevée (50 °C) et l'éthanol.

Malgré une chloration annuelle des canalisations, malgré le haut niveau de filtration de l'eau de mer et des mesures sanitaires à l'entrée (désinfection des mains et des semelles) ces ectoparasites persistent dans cette zone d'élevage. Afin d'améliorer les conditions d'élevage, les fréquences de dessalure ont été ramenées à une fois par mois pour chaque lot de géniteurs, en attendant de découvrir l'origine et d'identifier le parasite. Afin de déterminer l'origine de cette contamination parasitaire, un audit avait été programmé en 2008. Du fait du faible impact de ces parasites sur les performances des géniteurs cette action a été reportée à 2011.

5.1.2 Nodavirus

Depuis la mise en place des mesures de bio-sécurisation de l'écloserie expérimentale en 2005, aucune mortalité due au Nodavirus n'a été relevée. Le suivi des géniteurs est maintenu à une détection par an à partir d'un prélèvement de gamètes. Des prélèvements de larves entières sont aussi réalisés lors de chaque cycle de production larvaire. L'entrée d'un nouvel individu dans la zone de maturation, est conditionnée par son statut vis à vis du Nodavirus. Seuls les poissons non-porteurs du Nodavirus peuvent entrer en zone de maturation.

En 2008, les 32 géniteurs présents en zone de maturation ont été prélevés lors de manipulations spécifiques de cette détection ou lors de suivis des performances biologiques. Aucun poisson n'a été détecté positif au Nodavirus. Des larves de chaque cycle larvaire ont été prélevées et conservées pour vérification en cas d'observations de symptômes cliniques de la Nodaviose, mais comme en 2008, les élevages larvaires n'ont présenté ni mortalité anormale, ni signe clinique de la pathologie.

5.1.3 Projet Trident

Le projet est nommé TRIDENT pour : TRiple localisation pour la DETection du Nodavirus Tropical. Dans les trois localisations étudiées que sont la Martinique, La Réunion et Tahiti sont élevées trois espèces sensibles au nodavirus : l'Ombrine, le Cobia et le Platax. L'objectif de ce programme est de développer un kit unique de dépistage du nodavirus chez ces trois espèces et moins coûteux à mettre en œuvre que la qPCR (PCR en temps réel).

Les trois étapes successives du programme sont les suivantes :

- Mise au point d'une analyse qPCR pour définir le statut virologique des géniteurs de chaque localité. Seuls les individus sains sont conservés pour les élevages dans des structures biosécurisées permettant de se prémunir du nodavirus ;
- Mise au point du kit de détection par l'entreprise privée Skuldtech ;
- Validation du kit en comparant les résultats obtenus par les deux méthodes de dépistage (qPCR et kit).

Dans le cadre de la première étape, des biopsies de gonades de tous les géniteurs de Paraha Peue ont été réalisées en tripliquats pour le dépistage et pour fournir des échantillons à tester dans les autres localités. Pour déterminer quels organes peuvent être utilisés pour remplacer les gonades, différents organes sont prélevés pour être testés, notamment : écaille de la ligne latérale, branchies, nageoire caudale, nageoire latérale, frottis de narine, sang. Cette comparaison nécessite de réaliser ces prélèvements sur des poissons porteurs de nodavirus. Du fait de la biosécurisation de l'écloserie expérimentale de Paraha Peue aucun géniteur ou Paraha Peue issus de l'écloserie n'est porteur du nodavirus. Nous nous sommes donc tournés vers d'autres espèces de poissons sensibles et potentiellement porteuses du virus :

- *Polydactylus sexfilis* ou « Moï » dont il reste quelques spécimens sur le site du COP ;
- *Lates calcarifer* élevé par l'entreprise privée Aquapac de Teahupo.

Malgré les différents prélèvements réalisés, nous n'avons pas dépisté de nodavirus dans les différents individus. De nouvelles investigations devront être effectuées à Aquapac sur d'autres animaux.

A la suite de ces travaux, (cette étape n'a pu être achevée comme il le faut), le kit de dépistage a été réalisé par l'entreprise Skultech.

En fin d'année 2009, une formation à l'utilisation de ce kit a été dispensée par David Piquemal de l'entreprise Skultech au LBQP .

Afin de valider ce kit, tous les types d'échantillons (négatifs, positifs naturels, positifs infectés artificiellement) doivent être testés et les résultats obtenus par qPCR et par le kit doivent être comparés. N'ayant toujours pas trouvé d'échantillons positifs de manière « naturelle », nous devons envisager d'autres solutions pour éprouver ce kit et pour vérifier sa fonctionnalité.

5.2 La santé en phase de grossissement en cage

Après la phase d'alevinage (incluant le sevrage) en écloserie bio-sécurisée, les poissons sont transférés en milieu lagunaire dans des cages flottantes. Ce passage est une étape critique de l'élevage du fait des changements environnementaux que subissent les animaux. Ils passent ainsi d'un milieu contrôlé (bassin) à un milieu en perpétuelles modifications selon notamment les aléas climatiques (houle, vent, pluviométrie...).

Lors des élevages de grossissement en cage, deux problèmes d'ordre pathologique ont entraîné des mortalités : une ectoparasitose due à un monogène et une bactériose.

5.2.1 Ectoparasitisme

Depuis 2004, les élevages en cage ont mis en évidence l'apparition d'ectoparasitoses au *Neobenedenia sp.* au niveau de l'épithélium sur les yeux et la tête des animaux. Ces parasites de grande taille (de 1 à 2 mm) étaient bien visibles car de couleur blanche et très nombreux sur chaque individu du lot atteint. Les individus atteints pesaient environ 1 kg. L'infestation a été décelée par l'observation de symptômes (exophtalmies, yeux sanguinolents). Dans cette situation le traitement curatif consistait en une dessalure de trois semaines à 10 ‰ à terre. Suite à ce traitement les poissons étaient débarrassés des parasites et retrouvaient une vue normale (Travaux de la convention prophylaxie Ifremer/SPE, 2005)

Ce n'est que récemment, que des mortalités importantes (jusqu'à 40 % en 2 mois d'élevage survenant dans les quinze jours qui suivent la mise en cage) ont été liées à l'infestation du cheptel par cet ectoparasite. A ce stade, le parasite est difficilement visible à l'œil nu car très petit (moins de 0,5 mm) mais surtout translucide. Il ne s'opacifie que lors de la fixation au Davidson (histologie) ou alors au contact de l'eau douce pendant quelques secondes. Suite à cette découverte, une démarche de recherche de traitements (préventif et curatif) a été entreprise.

Connaissant l'efficacité de l'eau douce contre ce parasite, elle a été testée en bain rapide de 5 minutes lors d'un élevage en cage sur des poissons de petites tailles (Dupieux et al., 2008). Ce traitement fut efficace mais pour plusieurs raisons logistiques et zoo-sanitaires, il n'est pas

envisageable dans ces conditions : approvisionnement en eau douce au niveau des cages flottantes, stress important des poissons lors de la pêche. Afin de trouver un traitement plus adapté à cette problématique, c'est-à-dire :

- **éco-responsable** pour le développement durable de l'aquaculture ;
- **adapté aux conditions d'élevage en milieu ouvert** (cage flottante en lagon) ;

L'efficacité de trois produits contre ce parasite a été comparée : l'eau douce, le formol et le peroxyde d'hydrogène (Van Cam, 2008).

Le formol est un produit autorisé pour le traitement des poissons mais cancérigène. Il est connu et utilisé pour traiter de nombreuses ectoparasitoses (Monogène et Protozoaires) depuis les années 1980 (Noga : Jensen & Durborow , 1984 ; Warren, 1981).

Dans la littérature, le peroxyde d'hydrogène est un produit utilisé récemment comme traitement préventif et curatif contre les ectoparasitoses chez les poissons (Bruno & Raynard, 1994 ; Treasure & Grant, 1997). Il présente plusieurs avantages : non dangereux pour le manipulateur, respectueux de l'environnement et utilisable à faible dose (200 ppm).

Une expérimentation en bassin sur des poissons infectés, nous a démontré qu'ils étaient tous les trois aussi efficaces et permettraient l'élimination du parasite adulte (Van Cam, 2008). L'eau oxygénée présentant les nombreux avantages précités est devenue notre produit de référence pour le traitement curatif contre cette ectoparasitose.

L'utilisation d'un tel produit par bain statique a nécessité le développement et l'utilisation d'une tarpauline : bâche étanche dans laquelle est placé le filet d'élevage pour permettre d'isoler le produit et les poissons pendant le traitement. Ce procédé permet de traiter tous les poissons d'une même cage et d'éviter le stress causé par une pêche de l'ensemble du cheptel à traiter en bassin.

La faisabilité d'un tel procédé a été évaluée lors de la première expérimentation de traitement curatif à base de peroxyde d'hydrogène à raison de 200 ppm en bain statique pendant une heure avec la fréquence suivante : J1, J3, J6, J14 et J22 afin de casser le cycle de développement des parasites (Dupieux *et al*, 2008). Dès le premier traitement des améliorations comportementales (alimentaire) furent observées. A l'issue de cette expérimentation, aucun *Neobenedenia* n'a été retrouvé sur les poissons traités. Seuls les lots témoins non traités présentaient toujours les mêmes signes cliniques et la présence de parasites.

Au vu de l'efficacité de ce traitement curatif, nous avons envisagé de l'adapter en traitement préventif avant l'apparition des symptômes. L'objectif est d'empêcher la ré-infestation chronique et létale des Paraha peu en cage. La prophylaxie contre cette ectoparasitose passe par un traitement préventif sanitaire mais aussi des améliorations zootechniques. Le traitement préventif consiste à éradiquer les parasites adultes et les larves avant qu'ils ne se reproduisent : casser le cycle de développement du parasite. Cette démarche regroupe aussi toutes les actions susceptibles de limiter les zones d'enkystement des œufs. Ils sont en effet la principale source de re-contamination des élevages en cage. C'est dans ce but que les filets de protection anti-prédateurs ont été retirés des structures d'élevage.

Dans le but d'élaborer le traitement le plus efficace possible, il est impératif de mieux connaître l'espèce en cause dans cette pathologie en l'identifiant. La première identification réalisée par Van Cam en 2008, mettait en avant l'espèce *Benedenia seriola* décrite pour la première fois dans les élevages de sérioles au Japon en 1968 (Hoshina, 1968). En s'appuyant

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

sur l'expertise de P. Sasal, Bideau (2009) identifie l'espèce *Neobenedenia melleni*. Cette étude a permis d'établir la fécondité de ce parasite qui est de 0,31 œuf par jour. En pratique, ne sachant pas si l'espèce est auto-féconde, on suppose qu'il faut deux individus pour se reproduire et en un mois ces deux individus produiraient 30 nouveaux parasites. Ces chiffres expliquent la prolifération rapide de cet ectoparasitose dans nos élevages.

L'âge d'acquisition de la maturité a été estimé à l'aide de différents éléments :

- La littérature décrite à 12 jours à 28°C selon Hirayama *et al.* (2009) avec des variations selon la température et la salinité (Ernst *et al.*, 2005; Lackenby *et al.*, 2007)
- L'observation d'œufs uniquement pendant le suivi continu de 16 jours (Bideau, 2009) ;
- L'apparition des parasites deux semaines après la mise en cage (Van Cam, 2008).

Grâce à ces travaux, nous appliquons donc le protocole suivant : suite à la mise en cage, les poissons subissent un traitement préventif contre *Neobenedenia melleni*, à base de peroxyde d'hydrogène à 200 ppm pendant une heure en bain statique à l'aide d'une tarpauline avec un bullage à l'oxygène. Ce traitement est appliqué une fois par semaine le premier mois puis tous les 15 jours entre le deuxième et le quatrième mois. Au delà, les animaux sont moins sensibles à cette ectoparasitose. Les traitements ne sont donc réalisés qu'en cas d'infestations déclarées. Des vérifications de l'absence de parasites sont effectuées lors de chaque échantillonnage. Un jet d'eau douce au niveau de l'œil des Paraha peut permettre d'opacifier le parasite, le prélever et l'identifier à la loupe binoculaire. L'observation des critères comportementaux complète cette prophylaxie. Lors de changements anormaux de comportements et l'apparition d'exophtalmies, des prélèvements sont déclenchés pour vérifier l'état sanitaire des poissons.

L'application de ce protocole, ainsi que le retrait du filet anti-prédateur et le nettoyage des infrastructures d'élevage (filet d'élevage tous les mois) ont permis l'absence de cette ectoparasitose pendant 9 mois sur le dernier cycle d'élevage en cage au COP (cycle 2008-03).

Optimisation de ce protocole : Forts de ces derniers résultats, nous avons écourté la période de traitement préventif suite à la mise en cage. Les poissons subissent un traitement préventif comme suit :

- premier mois : une fois par semaine ;
- deuxième mois : une fois toutes les deux semaines.

Au delà, un suivi rigoureux est mis en place, pour détecter très précocement l'apparition des premiers signes de l'infestation pour déclencher les traitements curatifs précoces.

Selon les résultats que nous obtiendrons, ce protocole sera modifié ou appliqué comme référence.

D'autre part, des améliorations peuvent être apportées sur le traitement au peroxyde d'hydrogène en lui-même. Des expérimentations devront être menées pour évaluer l'efficacité de ce traitement dans l'objectif premier d'en diminuer le coût comme suit :

- à des doses inférieures à 200 ppm ;
- et pendant des durées inférieures à 1h.

La diminution de la dose et de la durée de traitement, permettraient de diminuer d'autant le stress engendré par ces traitements aux animaux. Une diminution des coûts en découlerait.

L'acquisition des données spécifiques sur le cycle de développement de cette espèce selon les températures rencontrées localement (saison) doit compléter ces améliorations. Dans le cas où, le cycle de développement du parasite est très modifié selon la saison (chaude et fraîche), la fréquence des traitements préventifs seraient adaptée à ces variations : fréquence plus rapprochée en saison chaude qu'en saison fraîche.

5.2.2 Bactérioses suite à la mise en cage

Depuis le début du programme de recherche sur le Paraha peu, près de 16 mises en cage d'alevins ont été réalisées. Lors de ces différents élevages, des mortalités associées à la présence de « tâches blanches » sur le flanc des animaux sont récurrentes. L'apparition de cette pathologie est couplée à la diminution de la consommation alimentaire des poissons atteints. Ces mortalités surviennent dès les premiers jours d'élevage en milieu ouvert, entre le 5^{ème} et le 8^{ème} jour d'élevage. Le nombre de poissons atteints augmente de manière exponentielle pour atteindre un plateau de mortalité. Dans un cas extrême ce taux de mortalité a atteint 70 % pour les deux premières semaines d'élevage.

Les premières analyses pathologiques n'ont pas révélé la présence d'un agent viral ni parasitaire liée à ces symptômes cliniques. Par contre la piste bactérienne a été confirmée. En 2004 et 2005, des bactéries du genre *Vibrio* sont incriminées. Les poissons atteints par ces infections ne présentent pas de perte d'écaillés mais une opacification et une absence de mucus sur les zones lésées et blanches : tâche blanche. La zone atteinte est souvent au niveau des flancs et de taille variable selon la gravité de l'infection.

Lors de la mise en cage d'alevins de 1g (sortie précoce) le taux de mortalité varie entre 30 et 70 %, lors des 15 premiers jours d'élevage. Alors que pour les alevins mis en cage entre 7 et 15 g, la mortalité oscillait entre 3 et 12 % pour la même période de temps. Le taux global de mortalité pour un poids final de 950 g était de 20 à 30 %. Depuis, des améliorations ont été réalisées grâce à la mise en place de traitements préventifs systématiques contre une ectoparasitose due à *Neobenedenia melleni*. Malgré ces traitements préventifs, deux élevages ont présenté une forte prévalence à la bactériose.

Au vu de ces observations et des connaissances sur le comportement de « feuille morte » des alevins sauvages de Paraha peu, nous avons émis l'hypothèse que cette pathologie apparaît de manière secondaire suite à des chocs mécaniques. Ces dommages pourraient être causés par :

- des abrasions sur les infrastructures d'élevage à cause de courants ;
- des démangeaisons causées par des ectoparasites ;
- un affaiblissement des poissons lors de l'acclimatation en cage (stress).

Il en résulte une perte de mucus, la première barrière contre les agents pathogènes. Cette brèche dans la barrière de protection externe du Paraha peu est une porte ouverte aux bactéries opportunistes souvent représentées par le genre *Vibrio*.

Identification : Lors de chaque mortalité, des prélèvements ont été réalisés pour identifier l'espèce incriminée dans cette pathologie. Les différents états frais ont révélé la présence de bactéries rondes au niveau central et périphérique des tâches blanches. Des étalements sur gélose non sélective (marine agar) et sélectif au genre *Vibrio* (TCBS) ont permis d'isoler

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

différentes espèces bactériennes. Mais leur identification n'a pas pu être possible avec le matériel actuel du laboratoire. Un nouveau milieu de culture a été testé le « Marine salt agar with blood » : MSA-B. Ce milieu de culture est non sélectif mais supplémenté en sang pour l'isolement et la culture de bactéries pathogènes en milieu marin. Il facilite la croissance des bactéries hémolytiques pathogènes de poissons. En plus de ce milieu de culture de nouveaux kits d'identification ont été commandés pour permettre l'identification de l'espèce en cause. Cette identification sera possible lors de la prochaine apparition des symptômes cliniques.

Traitement curatif : Nous avons expérimenté le traitement de cette bactériose en bassin puis en cage. Ce test préliminaire a été effectué sur 2 lots de 50 poissons présentant tous les symptômes cliniques de la maladie. Le lot traité subit une antibiothérapie par baignade à l'OTC en bain statique à raison de 200 ppm pendant une heure. Le traitement est réalisé une fois par jour pendant 5 jours. Un suivi d'une semaine permet de voir l'évolution post traitement. Le lot témoin ne subit aucun traitement. A l'issue de l'expérimentation, le taux de survie du lot traité était de 50 % et de 0 % pour le lot témoin.

Cette expérimentation valide l'efficacité du traitement contre cette bactériose. Mais l'état sanitaire des poissons était trop dégradé pour permettre le rétablissement de tous les poissons atteints. Seuls les poissons les moins atteints et qui continuaient à s'alimenter ont bénéficié du traitement.

La faisabilité d'un tel traitement en cage a été expérimentée. Lors de cet essai curatif les poissons présentaient les signes cliniques de la pathologie : tâches blanches et mauvais comportement alimentaire. Après homogénéisation du lot d'élevage, quatre cages de 1m³ ont étéensemencées à raison de 100 poissons par cage. Le traitement antibiotique est réalisé en duplicat et comparé au duplicat témoin non traité. L'antibiothérapie consiste en bain statique d'une heure à l'OTC à raison de 200 ppm durant 8 jours. Pendant la période de traitement les quatre cages sont pêchées quotidiennement pour que les poissons subissent les mêmes manipulations. Au bout de trois jours de traitement, on observe une amélioration du comportement alimentaire avec formation d'un groupe réactif au nourrissage. Les poissons non traités ont présenté les mêmes comportements mais 12 jours après le début de l'expérience. Après les 5 premiers jours de l'expérimentation, nous n'avons plus observé de tâches blanches mais des ulcères accompagnés d'exophtalmies. A la fin de l'expérimentation, les poissons présentaient des exophtalmies : 8 % dans les lots traités et 54 et 88 % dans les lots témoins.

Ce test ne nous permet pas de conclure sur l'efficacité de cette méthode de traitement curatif contre cette bactériose. Elle nous renseigne par contre sur le fait qu'il est préférable de traiter les poissons à l'aide de tarpauline, notamment lors de traitement quotidien aussi prolongé. Dans le cas où les poissons s'alimentent toujours, le traitement curatif peut être réalisé par voie *per os*, en enrobant le granulé d'OTC. Tant que l'origine ou la cause de cette maladie n'aura pas été éliminée, un tel traitement avec fourniture d'aliment enrobé à l'OTC sera préconisé à la mise en cages.

Afin de déterminer l'origine de cette pathologie, un suivi particulier doit être effectué lors des prochaines manipulations avant la mise en cage. Chaque manipulation des poissons peut entraîner des pertes de mucus. Ces dernières ne sont pas visibles à l'œil nu. Noga et Udomkusionsri (2002) ont mis au point une technique de coloration des ulcères chez les poissons. Les poissons ainsi suivis sont trempés quelques minutes dans un colorant, la fluorescéine, puis rincés dans de l'eau d'élevage. La révélation de la coloration se fait sous UV. Cette technique permet de :

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

- déterminer de manière rapide le statut sanitaire des poissons pour la consommation humaine ;
- évaluer les stades précoces d'ulcères de la peau visible seulement grâce aux techniques d'histologie après plusieurs jours d'analyses ;
- observer rapidement l'état général du poisson suite à un stress.

En utilisant cette technique, nous pourrions réaliser un suivi de l'apparition de ces micro ulcères et déterminer leur apparition lors de l'élevage : lors du tri avant mise en cage, lors du transport ou lors de forts courants en cages. La réponse à cette question permettra d'une part, de vérifier l'hypothèse de lésions cutanées liées au stress de la mise en cage et/ou à l'adaptation aux cages, d'autre part, d'adapter nos efforts en terme de traitements préventifs lors des différentes manipulations.

Afin de trouver des solutions préventives plutôt que curatives à ces mortalités récurrentes différentes améliorations sont envisageables, tant au niveau zootechnique que zoo-sanitaire.

L'anesthésie doit être suffisante pour éviter que les poissons ne se débattent durant la manipulation et limiter les phénomènes de stress. Nous avons eu recours à des traitements préventifs d'antibiotique lors des manipulations. Mais afin de limiter les développements de résistances aux antibiotiques il est nécessaire de les remplacer par des traitements aux sulfamides et triméthoprime. Cette préparation antibiotique, si elle s'avère efficace contre cette bactériose, serait préférable à l'OTC dans notre cas car elle a un faible risque de développement de résistances.

Afin d'utiliser le moins de produits pharmaceutiques vétérinaires et promouvoir une aquaculture durable des essais ont été conduits pour tester l'efficacité de principe actif d'ail (Garmin B, Norfeed). Lors de ces expérimentations aucun bénéfice n'avait été observé. Nya *et al.* (2010) démontrent l'effet de l'allicine pour prévenir des mortalités dues à une infection bactérienne à l'*Aeromonas hydrophila*.

Au niveau zoosanitaire, la réponse immunitaire peut être favorisée par l'utilisation d'immunostimulant lors de la préparation des poissons avant la mise en cage. Parmi les différents produits immunostimulants non spécifiques nous avons retenu les suivants :

- les alginates polysaccharides dont le nom commercial est ERGOSAN. Ces substances favorisent la liaison de l'acide polyuronique aux lymphocytes et en conséquence induisent une augmentation de l'apport en dioxygène vers les cellules. L'ERGOSAN est reconnu comme complément alimentaire naturel stimulant le facteur de nécrose tumorale, les neutrophiles et les macrophages ainsi que l'expression des gènes codant pour l'interleukine 1et 8. Toutes ces actions cumulées permettent au poisson ainsi traité de mieux tolérer les stress chroniques, d'améliorer la réponse aux stress aigus et aux stimulations immunitaires. Dans notre cas, il peut être testé à raison de 0,5 % du poids de l'aliment pendant 10 jours (5 jours avant la mise en cage puis 5 jours après). Leur durée d'action est de 15 jours ;
- Les bêta-glucans sont utilisés en France sous le nom commercial SANOSTIM, VITASTIM. Ils entraînent une augmentation de l'activité phénoloxydase des hémocytes et une augmentation de la production d'anions super-oxydes. Rodriguez *et al.* (2009) décrivent une diminution des mortalités dues à des infections bactériennes causées par *Aeromonas hydrophila* grâce à plusieurs injections de bêta-glucans. En

effet, les poissons traités avec les bêta-glucans présentent une activité antibactérienne plus importante dans les cellules du rein. Le traitement recommandé dure 4 semaines pour une durée d'action de 5 à 6 semaines.

- La vitamine C ou acide ascorbique permet de potentialiser l'effet de plusieurs médicaments. Au niveau immunitaire, une forte concentration en vitamine C permet une meilleure mobilisation de s globules blancs et de neutrophiles. Ainsi la réponse immunitaire contre les agents pathogènes est plus efficace et plus rapide. Enfin, elle permet la synthèse d'anticorps avec un fort effet antiviral à fortes doses. Il est recommandé de l'utiliser à raison de 1g par kg d'aliment pendant une semaine avant la mise en cage des poissons.

6 La qualité de *Platax orbicularis* issu d'aquaculture

(résumé du rapport final de la convention N° 7.0017/MPA/SPE du 16 novembre 2007)

Dans le cadre de la convention de collaboration 6.0175 du 24 mai 2006, entre l'Ifremer et le SPE, il a été convenu de fiabiliser et d'optimiser les techniques de production de Paraha peu et d'améliorer la rentabilité des élevages en s'appuyant sur deux axes de recherches :

- d'une part, des essais zootechniques et des premières évaluations économiques ;
- d'autre part, des études concernant l'identification, la caractérisation biochimique, la transformation du produit selon diverses gammes de taille dans le cadre d'une convention particulière.

Les objectifs de cette étude sont d'apporter aux futurs producteurs des informations sur :

- la caractérisation biochimique et sensorielle de leurs produits ;
- l'évolution de la qualité en fonction du cycle de production ;
- l'évaluation de procédés simples permettant une première transformation ;
- la mise au point de marqueurs permettant de définir l'appellation de ce poisson et d'éviter une concurrence déloyale.

Cette étude porte, dans un premier temps, sur la caractérisation du produit d'un point de vue biochimique à trois stades de la production. Cette caractérisation a été réalisée, sur une durée d'un an, par le suivi de l'évolution qualitative du produit au fil d'un cycle de croissance. Les poids des animaux échantillonnés correspondaient aux différentes cibles commerciales envisagées pour le Platax à savoir 0.6, 0.9, 1.0 et 1.2 kg.

Cette étude a permis d'apporter aux futurs producteurs des informations sur les caractéristiques biochimiques et sensorielles du Platax d'élevage. Plusieurs points importants peuvent être soulignés.

Il a été retenu dans un premier temps la nécessité de tuer le poisson par piquage derrière l'œil pour assurer une mort rapide, sans stress. L'éviscération complète doit être pratiquée ensuite dans les plus courts délais afin d'assurer une exsanguination quasi complète, ce qui limite le risque de présence de spots bruns dans la chair et évite que les filets aient une couleur sombre.

Compte tenu de l'obligation de travailler avec des poissons décongelés, les résultats du suivi des produits réfrigérés seront à valider sur du poisson frais. Au cours de cette étude, la congélation initiale a été effectuée dans de bonnes conditions : congélation à basse température et emballage individuel en sac plastique à l'abri de l'air. Cependant, les délais de transport et les fluctuations de températures subies n'ont pas toujours permis de conserver le bénéfice de ces bonnes pratiques.

Concernant les rendements, plusieurs essais de filetage ont été nécessaires avant de bien appréhender l'anatomie du Platax et de parvenir ainsi à une découpe optimisée. Il faut noter que cette opération s'effectuant en limite de décongélation (poisson encore dur) pour des raisons liées à l'hygiène, la chair n'avait pas la souplesse d'un poisson frais.

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

A l'issue des essais, nous avons obtenu le meilleur rendement pour les poissons de 900 g. Globalement les rendements des 4 lots de poissons reçus sont relativement proches et se situent donc aux alentours de **52%** (parés), **43%** (parés-pelés) et **34%** (parés-pelés-ébarbés). Les filets fumés sans peau mais avec barbe ont un rendement de **40%**, dans les conditions appliquées.

Au niveau de la composition chimique, la teneur en lipides des filets sans barbe varie peu, quel que soit le calibre, elle se situe entre **3** et **4 %**. Les valeurs doublent avec la barbe qui contient environ **25 %** de lipides et qui représente **10%** du poids du poisson entier éviscéré. La présence de la barbe est souhaitée par les consommateurs polynésiens, car elle est très appréciée. La contrainte sera de ne pas laisser le filet exposé trop longtemps à l'air afin d'éviter que les premières réactions d'oxydation commencent, ce qui contribuerait à accélérer le rancissement lors du stockage. Compte tenu de sa teneur en lipides, le platax peut être considéré comme un poisson moyennement gras.

Le suivi microbiologique du poisson réfrigéré permet de constater que la qualité du platax décongelé et conservé entier sous glace est excellente : quelle que soit la période d'abattage, la flore totale initiale ne dépasse jamais $10^{2.5}$ ufc/g. La croissance bactérienne est relativement lente, en particulier pour les poissons analysés en juin et il serait intéressant de faire un lien entre ces résultats et les conditions d'élevage et d'abattage de cette période.

Le platax en filets est sujet à une contamination plus rapide. L'emballage sous vide ralentit significativement la croissance de la flore totale, par contre le saumurage favoriserait le développement de bactéries productrices d' H_2S , ce qui peut provoquer une altération précoce des filets.

Le suivi chimique montre que le platax est un poisson qui se conserve relativement bien à l'état réfrigéré. Les composés de dégradation n'apparaissent qu'après 2 semaines et de façon mesurée. Pour les poissons entiers et les filets glacés, ce sont les phénomènes d'oxydation qui seront à surveiller alors que pour les filets sous vide, c'est la formation de bases azotées (ABVT, TMA) qui risque de poser des problèmes de qualité.

Les cotations organoleptiques permettent de constater que la durée de conservation en glace du platax entier décongelé ne devrait pas excéder 14 jours ; au-delà les poissons présentent des signes d'altération à l'état cru et des odeurs indésirables apparaissent à l'état cuit. Une grille d'évaluation QIM a été présentée pour du Platax congelé. Cette grille permet de donner une approximation de la durée de vie restante d'un individu ayant été congelé et dont la date d'abattage est inconnue.

Au niveau sensoriel, la comparaison effectuée avec d'autres espèces (thon, dorade coryphène, saint-pierre, bar et daurade royale d'élevage), par le panel de l'Ifremer, permet de positionner le platax comme plus proche de la daurade et du bar.

A l'issue de cette étude, on peut conclure que la maîtrise de la qualité du platax d'élevage ne devrait pas poser de problème particulier à condition de respecter une procédure, de l'abattage au conditionnement, établie sur la base d'un cahier des charges qui prenne en compte toutes les exigences évoquées.

Malgré l'apport important des résultats de cette première convention, nous ne disposons pas à l'issue de cette première étude de réponses concernant le vieillissement du Platax entier frais jusqu'au moment du rejet à la consommation (Détermination des DLC ou Dates Limites de

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

Conservation). En effet, il est important de souligner que l'aquaculture est un atout pour maîtriser totalement la qualité du produit par divers procédés :

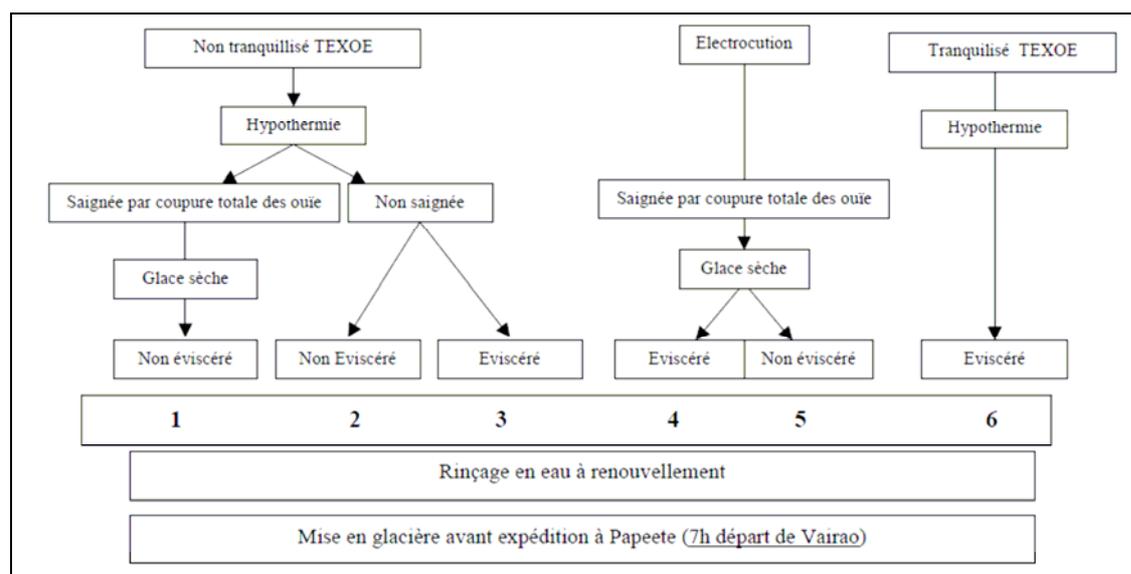
- son alimentation (composition et rationnement de l'aliment selon le produit voulu) ;
- le traitement du poisson à la récolte (prévention maximale du stress) ;
- la méthode d'abattage (effet sur la qualité de la chair) ;
- la méthode de conditionnement du produit.

Il apparaît donc judicieux d'évaluer la durée de vie du produit (DLC) en relation avec diverses pratiques de récolte qui pourront être mises en œuvre. Il nous importe d'évaluer dans un premier temps l'impact des pratiques d'abattage sur le produit et de suivre ce dernier en phase de commercialisation jusqu'à son stade de rejet (étude de la cinétique de dégradation). Ce qui devrait également permettre de préconiser une date limite d'utilisation optimale (DLUO).

Le deuxième volet de cette nouvelle convention particulière (Convention n° 8.0033/MPA/SPE/02/12/2008) concerne le choix d'une méthode d'abattage adaptée au contexte local, le suivi du poisson au niveau organoleptique et l'étude des délais d'installation et de disparition de la rigidité cadavérique (Rigor mortis).

Les six méthodes d'abattages qui seront testées et étudiées sont présentées sur le schéma ci-dessous. Il s'agit de trois abattages par hypothermie sans saignée, avec et sans éviscération et avec saignée sans éviscération. Deux méthodes consistent à abattre le poisson par électrocution suivi ou non d'une éviscération. Une autre méthode se fera avec l'utilisation d'un produit, le TexOe. Le TexOe a pour propriété de stimuler, au préalable, la production de protéines réparatrices (Heat Shock Protein), qui sont produites naturellement par des animaux ayant subi un stress. Le schéma ci-dessous synthétise les six méthodes d'abattage qui seront utilisées.

Tableau 17 : Protocoles d'abattages



La Rigor Mortis (RM: période de rigidification des muscles durant laquelle il ne faut pas toucher au poisson car il y a risque de dégradation du poisson : poisson mou, gaping...) en relation avec les pratiques précitées sera évaluée. La gestion de la RM permet de travailler le

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

poisson (éviscération, filetage) avant qu'elle ne s'installe. Les conditions d'abattage optimisées (sans stress, en refroidissement rapide) permettent d'allonger le délai et de laisser le temps de travailler le poisson. L'étude de cette période de rigidité cadavérique sera testé sur 4 types d'abattages, afin de constater l'effet du stress et l'effet de l'abattage sur cette espèce.

Les résultats attendus à la suite de cette convention seront la définition d'une méthode d'abattage et de conditionnement du poisson frais entier adaptée au contexte local afin de pouvoir fournir le meilleur produit possible à la clientèle. Ce résultat permettra aux producteurs de mettre en œuvre et de reproduire cette méthode à chaque récolte, de façon à fournir un produit de qualité constante et haut de gamme sur le marché.

7 Les activités supplémentaires

Certes, la grande majorité des travaux menés dans le cadre du programme de maîtrise de l'élevage du Platax concerne la recherche et la mise au point technique mais d'autres activités d'accompagnement du développement de la filière de pisciculture locale sont également menées. L'objectif étant d'encadrer dans sa globalité le développement économique de cette nouvelle filière, de la production (transfert de la technique, estimation du coût de production, essai pilote,...) à la commercialisation (promotion, recherche en qualité et valorisation du produit) en passant par le développement des échanges permettant d'élargir la réflexion à un plus grand nombre sur certains sujets bien précis (conférence, mission, stage etc...).

Au cours des deux années précédentes, nous nous sommes donc attachés à mener certains projets en parallèle des expérimentations de recherche et cela concerne notamment :

- Le développement d'un outil de simulation du coût de revient du Platax en sortie de ferme ;
- L'utilisation des structures en lagon d'une ferme de production à Bora Bora comme première approche du changement d'échelle pour les élevages en cage ;
- La valorisation du Platax d'élevage par l'intermédiaire d'un partenariat avec le Lycée hôtelier et la création de recettes culinaires ;
- L'évolution des infrastructures d'élevage expérimentales (cages et nouvelle salle expérimentale ;
- L'accueil et l'encadrement de stagiaires ;
- L'activité d'analyse et de valorisations écrites et orales des résultats du programme ;
- L'assistance technique auprès des deux fermiers ;
- La réalisation de missions extérieures de formation.

7.1 L'outil de simulation économique

L'amélioration des performances biologiques obtenues lors des essais de grossissement réalisés en 2008 et 2009 a permis de reprendre l'analyse économique de la production de Paraha. En effet, un niveau minimum de certains paramètres d'élevage tels que la survie, la croissance, l'efficacité alimentaire doit être acquis avant de lancer des travaux d'analyse économique.



Ce travail financé par le SPE est réalisé fin 2009 par le bureau d'étude « Vai Consulting » sur la base de l'étude réalisée en 2006 qui portait sur « L'étude économique d'une ferme d'élevage en cage de

Polydactylus sexfilis » après redéfinition du type de modèle de production et de son dimensionnement. Pour être en phase avec les installations du partenaire privé choisi (Bora Bora Aquaculture) pour les essais préliminaires de grossissement sur un site de production, le dimensionnement s'est porté sur une ferme

Tableau 18 : hypothèses zootechniques

Hypothèse zootechnique	Unité	Valeur
Charge maximale finale	Kg/m ³	18
Survie	%	80%
Taille à la récolte	kg	0,95
Indice de conversion	-	1,8
Durée élevage en cage	Jours	293

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

d'une production de 50 tonnes de Paraha par an à un poids final de 950 g (ferme semi-industrielle).

Les autres hypothèses zootechniques sont résumées dans le tableau 18. Ces données de bases permettent de faire les estimations techniques de l'unité de production. Pour ces 50 tonnes de production, elle se compose de 31 modules d'élevage de 75 m³ pour 4 cycles annuel de mise en cages de 66 500 alevins au total. Le tableau ci-dessous présente le résultat d'une première simulation. Nous pouvons établir la structure des coûts d'une année de routine pour un prix de vente fixé à 2000 FCFP du kilo. Le coût de production est quand à lui proche de 900 FCFP du kilo pour un investissement global qui est de l'ordre de 50 millions. Signalons que la simulation est faite sur 3 cycles de production d'alevins en éclosérie, ce qui paraît peu et engendre des problèmes de régularité de production sur l'année et un nombre très (trop) élevé de cages sur la ferme projetée dans le cadre de cette simulation.

Tableau 19 : Structures des coûts en année de routine

<i>Structure des coûts Année n+3</i>	<i>Par an</i>	<i>Par Kg</i>	<i>% charges</i>	<i>% prix vente</i>
Alevins	5 648 752 F	112 F	9,7%	5,6%
Aliment & Propylaxie	14 697 389 F	291 F	25,2%	14,6%
Glace	340 919 F	7 F	0,6%	0,3%
Salaires	13 737 000 F	272 F	23,6%	13,6%
Énergies	2 349 669 F	47 F	4,0%	2,3%
Maintenance	946 995 F	19 F	1,6%	0,9%
Prestation	1 283 400 F	25 F	2,2%	1,3%
Concession	177 010 F	4 F	0,3%	0,2%
Frais finan Imp et Autres	13 570 711 F	269 F	23,3%	13,4%
Amortissements	5 463 637 F	108 F	9,4%	5,4%
Total charges	58 215 482 F	1 153 F	100,0%	57,6%
Bénéfice / Perte	42 797 499 F	847 F		42,4%
Total produits	101 012 981 F	2 000 F		100,0%

7.2 Le projet d'élevage en cages avec un partenaire privé

Il est aujourd'hui confirmé que pour minimiser les pertes suite à la mise en cage, il est important de bien préparer l'alevin à son nouvel environnement. Néanmoins, tout ceci ne permet pas de répondre à l'ensemble de la problématique et parmi les difficultés rencontrés lors de la mise en cage à Vairao, celle liée à la qualité du site (25 années d'expérimentation piscicole) n'a encore jamais été considérée. En effet, pour développer une activité piscicole rentable, il est indispensable de disposer d'un site d'élevage de qualité reconnue devant permettre d'obtenir les meilleurs résultats en terme notamment de croissance et de survie. Pour vérifier cette hypothèse et ainsi élargir notre connaissance de l'espèce, nous allons procéder à une comparaison de site d'élevage en sollicitant les pisciculteurs locaux en activité.

Dans le but d'encadrer au mieux cette étude, le partenariat avec les privés demande de définir préalablement les moyens techniques, administratifs, juridiques et logistiques pour éviter le moindre désagrément. Ceci doit être réalisé en 2010, avec notamment la mise en place d'un arrêté en Conseil des Ministres pour une révision du prix des alevins de Paraha peu.

Il est maintenant possible d'entamer la phase d'expérimentation. Pour cela nous avons défini le projet en 3 étapes :

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

- La première étape intitulée « Etude préliminaire » consiste à évaluer l'acclimatation des alevins sur le site d'élevage et identifier les moyens de traitements ainsi que leurs modalités de mise en place en cas de présence de pathogènes. La réussite de cette étape va dépendre de la bonne synergie entre les équipes zoo-sanitaires de Vairao et techniques des partenaires ;
- La seconde étape intitulée « Etude expérimentale » est une succession de 3 phases, le « pré-grossissement », le « grossissement » et la « commercialisation ». Cela va nous permettre d'une part d'appliquer les dernières avancées techniques obtenues expérimentalement à Vairao et d'autre part de poursuivre notre acquisition de connaissance sur cette phase d'élevage ;
- La troisième étape est une expédition d'alevins dans le cas où les résultats obtenus lors de l'étude expérimentale est un succès. Le pisciculteur mettra en pratique toute l'expérience acquise durant les étapes précédentes pour le lancement de son activité de production.

Chaque phase est définie avec des protocoles adaptés et doivent permettre d'aboutir en fin de deuxième étape à la commercialisation sur le marché local d'un produit piscicole de qualité. La réussite de ce projet ne réside pas uniquement dans la définition de protocoles mais également dans le respect des bonnes pratiques d'élevage par le pisciculteur et de son personnel qualifié.

7.3 La valorisation du produit par le Lycée hôtelier

Afin de promouvoir les futures productions de Paraha peu issues du projet d'élevage chez les privés et des prochaines qui se succéderont, nous avons également entamé en parallèle les discussions sur les modalités d'une convention avec le Lycée hôtelier de Punaauia pour l'élaboration de recettes culinaires. A terme, les recettes seront présentées et testées lors d'une dégustation organisée par le Lycée hôtelier avant les premières ventes du pisciculteur.

7.4 L'évolution des infrastructures

7.4.1 Les installations à terre

La principale réalisation effectuée au cours de cette convention concerne le réaménagement d'une ancienne installation de maintien de géniteurs qui avaient été allouée depuis 2006 à l'accueil et l'acclimatation des nouveaux reproducteurs. La grande superficie de cette zone et le grand volume des bassins n'étant plus adaptés à ces besoins nous avons donc entrepris de les faire évoluer, pour répondre à des objectifs expérimentaux nouveaux.

Le bâtiment de cette zone (3.10) a tout d'abord été remis en état (sol en béton, enduit et peinture sur les murs, cloisonnement, portes PVC/alu). Le réaménagement de l'espace a alors permis la mise en œuvre d'une zone d'acclimatation répondant aux besoins du programme « reproduction », ainsi qu'une zone d'élevage expérimentale modulable, pouvant être utilisée à la fois pour la production d'alevins et pour les expérimentations futures liées à l'évaluation des rejets biologiques.

7.4.1.1 Nouvelle zone d'accueil et d'acclimatation

Cette zone est constituée de 4 bassins de 2,5 m³ qui sont alimentés en eau de mer filtrée et équipés de dégazage individuel. Elle permet l'accueil et le stockage de nouveaux animaux et la mise en œuvre d'une procédure sanitaire complète (déparasitage, test Nodavirus, soins des plaies) avant l'introduction de ces animaux dans les installations expérimentales (zone maturation).



7.4.1.2 Nouvelle zone expérimentale

Cette zone est constituée de 6 bassins de 1,5 m³ qui sont alimentés en eau de mer filtrée distribuée par gravité après dégazage. Chaque bassin est équipé d'un piège à particules (collecte de l'aliment non-ingéré et d'une partie des fèces), d'un débit-litre (permettant le réglage et le contrôle précis des débits d'eau), et d'un distributeur d'aliment programmable à partir d'un automate.



Cette installation a été mise en eau au 2^{ème} semestre 2009 et utilisée avec succès lors de la phase de sevrage/nurserie du dernier cycle de 2009.

Ces travaux de modernisation de nos installations expérimentales ont été l'occasion de prendre en compte de façon plus globale la sécurité des élevages. Ceci s'est traduit par la mise en place d'un réseau général en oxygène sur l'ensemble du bâtiment et du matériel permettant sa mise en service automatique en cas de besoins (arrêt d'eau, air, d'électricité).

7.4.2 Les installations de grossissement en cages.

La faible durée de vie des structures d'élevage en cages (châssis galvanisé sur flotteurs) est un élément important à prendre en compte dans le coût de production d'un poisson. L'analyse économique faite en 2004 sur l'élevage du Moï a fait ressortir ce point comme un vrai point de blocage au développement de l'élevage de cette espèce. Une étude spécifique sur l'évaluation comparative de structures d'élevage en cages est réalisée en 2006 par un bureau d'études : elle permet de classer un certain nombre de structures suivant différents critères. Le résultat de ce classement mettait en avant 2 types de structures pouvant prendre le relais des installations anciennes :

- Cage circulaire en EPHD fabriquée localement ;
- Ensemble d'élément de type cubi-system ou jet-float.

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

Au final, en 2009, après l'abandon du projet de réalisation des cages localement, le choix s'est donc porté sur l'achat pour notre module expérimental d'un ensemble d'éléments Jet-float permettant la mise en place de 12 cages de 15 m³. Cette installation construite dans le courant 2009 sera réellement testée et mise en service au cours du premier trimestre 2010 sur les premières productions expérimentales d'alevins.



Nouvelle structure de cages expérimentales dans le lagon de Vairao

7.5 L'accueil et l'encadrement de stagiaires

7.5.1 Accueil de stagiaires dans l'équipe SPE/Ifremer

Tableau 20 : liste des stagiaires

Nom prénom	Diplôme préparé/école	date	Responsable	Sujet
Boichard Sylvestre	Master II, UM II	07/04 au 18/08/2008	Ifremer, E.Gasset	La synchronisation des pontes
Vanquin Valérie	Master I, UM II	18/02 au 11/06/2008	SPE, M. Maamaatuaiahutapu	Le marché du Platax
Van CAM Ambre	Master II, UM II	03/03 au 22/08/2008	SPE/Ifremer, Remoissenet/Cochennec	Suivi zoo-sanitaires de Platax en cages
Thullier Lucien	DESTA, Mèze	02/03 au 12/06/2009	Ifremer, E. Gasset	Optimisation de l'incubation

7.5.2 Accueil de porteurs de projets

Tableau 21 : liste des porteurs de projets

Date	Porteurs de projets	Type de contact	Résumé
8/4/08	SANDFORD Jacques	Visite Vairao	Jacques voudrait faire de l'élevage en cage de Paraha peu et commencer par une ferme pilote pour une formation par les zootechniciens de l'équipe. Puis un plus grand projet sur la presqu'île.
18/6/08	Serge TAPUTUARAI et Greg KAIRENA	Visite Vairao	Elevage en cage de poissons lagunaires et aquaculture récifale. Semblent posséder des investissements mais souhaitent être mieux orienté dans leur projet

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

17/7/08	ROBSON Hugues	Téléphone	Demande de visite installation aquacole pour sensibilisation de pêcheurs de Mataiea
21/7/08	IOTEFA Gaston	Téléphone	Demande de fourniture en Paraha peu pour un parc à poisson
7/11/08	TAKOTUA Cédric	Visite Vairao	Volonté de créer une pisciculture à Raiatea en commençant par l'élevage de Paraha peu. Pas de compétence en aquaculture mais possède un site intéressant à Raiatea
2/12/08	Dan VAIRAAROA	Visite Vairao	Elevage en cage de poissons lagunaires. Semble posséder l'investissement car issu de l'activité perlicole mais souhaite être mieux aiguillé dans son projet
16/2/09	Norma DEANE	Téléphone	Mise en place d'un projet d'élevage de Paraha peu dans les Tuamotu.
24/2/09	Dan VAIRAAROA	Visite Vairao	Projet d'élevage de "Paraha" à la presqu'île ou à Taha'a
6/3/09	Tareina TARAHU	Téléphone	Projet d'élevage de "Paraha" au Tuamotu ou à Huahine
18/3/09	Victor	Téléphone	Demande d'alevins pour élevage dans un parc, pour une pension de famille à Pueu
26/3/09	Raphaël TEHINA	Visite Vairao	Création d'une ferme piscicole pour y élever du Roeroe et Kinao
26/3/09	TAERO Heituarii	Visite Vairao	Création d'une ferme de production de Tara'o à Tautira
18/6/09	Mariana TIVIRAU	Visite Vairao	Projet d'élevage de poissons tropicaux
19/6/09	Benoît LE MARECHAL	Visite Vairao	Projet d'élevage en cages poissons ou crevettes
24/6/09	Benoît LE MARECHAL	Visite Vairao	Visite structure avec Andrew SMITH

7.6 La liste des publications, rapports, posters et communications

Sammouth S., E. Roque d'Orbcastel, E. Gasset, G. Lemarié, G. Breuil, G. Marino, S. Fivestald, J.L. Coeurdacier and J. P. Blancheton, 2009. Effect of density on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) performance in a tank-based recirculating system. *Aquacultural Engineering* MAR 2009 ;40 (2) 72.78

David R, C Tréguier, C Montagnani, C Belliard, P Levy, G Nédélec, V Joufoques, G Remoissenet, Y Gueguen and N Cochenec-Laureau, 2010. Molecular detection of betanodavirus from the farmed fish, *Platax orbicularis* (Forsskal) (Ephippidae), in French Polynesia. *Journal of Fish Diseases* 2010, 33, 451–454

Thullier L., 2009. Optimisation de l'incubation du Paraha Peu (*Platax orbicularis*). Rapport de stage DESTA, CNAM.

Gasset E., Remoissenet G., Maamaatuaiahutapua M., Covès D., 2009. Démarche de domestication d'une nouvelle espèce de poisson lagunaire (*Platax orbicularis*) en Polynésie

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

française. Prise en compte des aspects de durabilité. *Présentation orale au 2^{ème} séminaire « domestication aquacole », CIRAD, Montpellier, 25 et novembre 2009*

Joufoques V, Gasset E., Maamaatuaiahutapu M., 2009. Une nouvelle espèce en pisciculture marine tropicale : *Platax orbicularis*. Importance du contrôle de la reproduction. *Présentation orale aux 2èmes journées de la recherche filière piscicole. Paris le 1er et 2 juillet 2009. Diaporama 11 p.*

Gasset E., Covès D., Goguenheim J., 2009. Contribution de l'Ifremer à un développement durable de l'aquaculture en Polynésie française. **Poster**, *11ème Inter-congrès des Sciences du Pacifique et 2èmes Assises de la Recherche française dans le Pacifique, du 02 au 06 mars 2009, à Tahiti – Polynésie française.*

Gasset E., Covès D., David R., Remoissenet G., Goguenheim J., Maamaatuaiahutapu M., 2009. Développement durable de l'aquaculture lagunaire et biodiversité. **Poster**, *11ème Inter-congrès des Sciences du Pacifique et 2èmes Assises de la Recherche française dans le Pacifique, du 02 au 06 mars 2009, à Tahiti – Polynésie française.*

Gasset E., 2008. Le *Platax orbicularis* en Polynésie française : Principaux résultats obtenus en écloserie entre Martinique 06 et Mayotte 08. *2^{ème} Journées des Rencontres aquacole DOM COM, Mayotte Décembre 2008. Présentation orale, diaporama 20 p.*

Boichard S., 2008. La synchronisation des pontes chez *Platax orbicularis*. Rapport de stage Master II, Université II de Montpellier

Van Cam A., 2008. La pisciculture en Polynésie française : étude bibliographique et expérimentale des maladies et de leur gestion sanitaire. Thèse de Docteur vétérinaire Université Claude-Bernard Lyon 1 (Médecine-Pharmacie)

Van Cam A., 2008. Suivi zoosanitaire du cheptel de « paraha peu » (*Platax orbicularis*) en phase de grossissement. Rapport de stage Master II, Université II de Montpellier

Vanquin V., 2008. Le Paraha peu (*Platax orbicularis*) un nouveau produit piscicole polynésien : des moyens d'apprécier le marché local et une première approche du conditionnement du produit. Rapport de stage Master I, Université II de Montpellier

Gasset E. et D. Covès, 2008. «Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires». Rapport initial de convention SPE/Ifremer N° 8.0020 du 26 septembre 2008 relative à la collaboration du Service de la pêche de Polynésie française et de l'Ifremer dans le cadre de l'opération 8 p.

Gasset E., Remoissenet G., Covès D., Maamaatuaiahutapu M., Joufoques V., Teissier A., Nedelec G., David R., Cochenec-Laureau N., 2008a. «Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires», Rapport de fin de convention SPE/Ifremer N° 6.0175 33 p.

Gasset E., Remoissenet G., Covès D., Maamaatuaiahutapu M., Joufoques V., Teissier A., Nedelec G., David R., Cochenec-Laureau N., 2008b. Bilan des expérimentations, Rapport de fin de convention SPE/Ifremer N° 6.0175 «Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires» 183 p.

7.7 L'assistance technique et développement des échanges

7.7.1 Les missions chez les pisciculteurs existants

Annuellement, une visite d'assistance technique est réalisée chez les pisciculteurs toujours en activité et ceux ayant cessé toute production. Cette rencontre permet de faire un point sur la situation de la ferme, sur les besoins pour la nouvelle année et de récupérer les statistiques de production lorsque celles-ci sont disponibles. Lors des deux dernières années seules deux fermes bénéficièrent de cette assistance.

7.7.1.1 Bora Bora Aquaculture

Cette ferme située à Bora Bora a reçu la visite des agents du SPE le 15/12/2008 pour le rapatriement d'un lot de géniteurs et le 12/06/2009 dans le cadre des préparatifs liés au projet de partenariat d'élevage en cages de Paraha peu. Cette ferme est aujourd'hui en cessation d'activité et compte redémarrer sa production par l'intermédiaire du projet sus-cité.



7.7.1.2 Vaïarava aquaculture

Cette ferme située sur la côte ouest de la presqu'île de Tahiti après le village de Teahupoo est familiale. Elle a reçu l'assistance technique du SPE le 12/01. Ne pouvant réunir les conditions de participation au projet de partenariat à l'instar de la ferme précédente, le fermier a décidé d'arrêter son activité et de remettre son projet à la date de l'ouverture du futur Centre technique aquacole.



7.7.2 Le développement des échanges

7.7.2.1 Manifestations de promotion de l'aquaculture

- ❑ Fête de la science au COP à Vairao en novembre 2008
- ❑ Journée de la pêche et de l'aquaculture sur le port de Papeete : du 11 au 14 février 2009 (photo)
- ❑ 11^{ème} Inter-congrès des Sciences du Pacifique joint aux 2^{ème} assises de la recherche française dans le Pacifique du 2-6 mars 2009
- ❑ Salon de la création d'entreprises du 28 au 30 avril 2009



7.7.2.2 Les missions extérieures de l'équipe

- ❑ **R. David** : VIIth Asian pacific diseases conference, Taiwan, Juillet 2008
- ❑ **E. Gasset et M. Maamaatuaiahutapu** : 2^{ème} rencontre aquacoles Outre-mer à Mayotte, décembre 2008

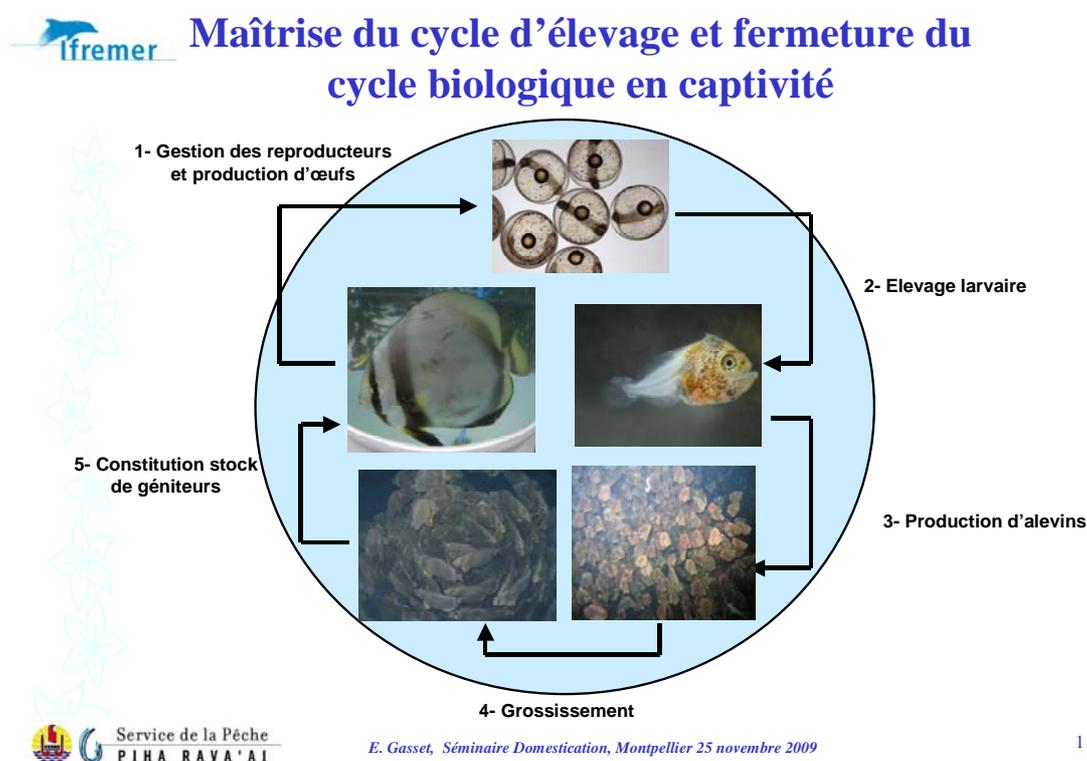
Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

- **V. Joufoques** : 2^{ème} journées recherche Filière piscicole à Paris, visites installations de production dans le sud de la France et visite des installations de l'Ifremer à Palavas, Juillet 2009
- **E. Gasset** : mission en Martinique pour travailler sur le dossier commun Ombrine/Platax, octobre 2009
- **E. Gasset** : Séminaire « domestication en aquaculture et travail avec le chef de projet D2PMOM (D. Covès), Montpellier, novembre 2009

8 Conclusions et perspectives

Après une première convention de prestation (2002/2003), trois conventions de collaboration portant sur « la maîtrise des élevages des poissons lagunaires » ont été signées entre l'Ifremer et le SPE. Ces six dernières années (2004/2009) ont été focalisées sur l'acquisition de connaissances et de savoir-faire par le personnel du service de la pêche en ce qui concerne la maîtrise zootechnique et sanitaire de l'élevage du Paraha peu (*Platax orbicularis*). Chaque période de deux années a apporté des réponses fondamentales qui ont permis au final de lever les points de blocage. Ainsi, plusieurs étapes ont marqué cette collaboration : tout d'abord la mise en place d'une démarche efficace de bio-sécurisation (prévention zoo-sanitaire contre le Nodavirus) au cours de la convention 2004/2005 (n° 4.0021 du 23 avril 2004), puis la définition d'une méthode fiable et reproductible de production d'alevins de qualité (2006/2007 : n°6.0175 du 24 mai 2006), et enfin l'amélioration de la phase de grossissement en cages (2008/2009 : objet de cette convention).

Au cours de cette dernière convention de collaboration Ifremer/SPE des réponses essentielles concernant l'élevage de *Platax orbicularis* en Polynésie ont été apportées. La maîtrise des différentes phases du cycle biologique de cette espèce indigène (schématisée ci-dessous) rend possible le transfert du savoir-faire vers la filière de production. La première étape de ce transfert avec changement d'échelle s'est concrétisée en novembre 2009 avec l'inauguration par le pays et l'état de la mise en travaux du centre technique VAIA Aquaculture qui pourra fournir aux producteurs des alevins de Paraha peu au premier trimestre 2011.



Des interrogations importantes ont été levées notamment dans la phase du grossissement en cages dans le lagon. Les réponses qui concernent les aspects zootechniques (stratégie

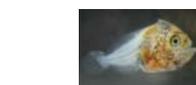
alimentaire) et zoo-sanitaires (prévention contre le parasitisme) ont permis des gains importants en terme de performances biologiques des animaux. Ces résultats associés aux optimisations réalisées sur les autres phases de l'élevage présentent aujourd'hui un socle solide pour le développement durable de l'élevage de Paraha peu dans les lagons polynésiens.

Les différentes étapes de ce programmes de pisciculture lagunaires peuvent être résumées par le schéma ci-dessous (Covès, 2010) :

Tahiti-Polynésie

○ 2003-10

Un référentiel



○ 2009-11

Un CTA

Une politique de développement



○ 2011-12

Un développement à accompagner

Domestication

Qualité des produits

Rejets biologiques et environnement

Outil de simulation technico-économique



AQUAD, Nantes, 10 décembre 09

3

Si le transfert vers la profession est bien aujourd'hui la priorité du travail de l'équipe SPE/Ifremer, la poursuite de l'acquisition de connaissances spécifiques au Paraha peu demeure indispensable pour ancrer la filière dans une démarche de développement durable.

Les perspectives qui intègrent ces deux aspects et qui ont été listées lors de l'élaboration de la nouvelle convention de collaboration entre l'Ifremer et le SPE pour les deux prochaines années (2010/2011). Elles peuvent être résumés par les différents points suivants:

- **Définir l'état des connaissances et du savoir-faire** grâce à l'analyse exhaustive des données et des résultats acquis. Ce travail d'analyse permettra de préciser les priorités des propositions d'actions d'acquisition de connaissances nouvelles.
- **Mises au point prioritaires nécessaires au transfert vers le secteur privé :**

Rapport final de la convention n° 8.0020 du 25 septembre 2008 : « Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires »

- Amélioration du transfert et de l'acclimatation des alevins en cages ;
 - Optimisation et validation de procédures de transport d'alevins ;
 - Adaptation méthodologique, logistique et technique du traitement préventif par balnéation en cage de type « jet float » ;
 - Poursuite des travaux sur les relations qualité/abattage ;
 - Mise en œuvre des essais préliminaires de grossissement en collaboration avec un partenaire privé ;
 - Poursuite du travail sur l'estimation des coûts de production.
- **Transférer le savoir-faire vers le secteur privé :**
- Vers l'écloserie VAIA de production du pays.
 - Des conseils auprès du maître d'ouvrage délégué et du maître d'œuvre de la construction de VAIA ;
 - Un soutien au démarrage des premiers cycles de production de VAIA sur l'ensemble de l'année 2011 ;
 - Vers la production en cages :
 - Début de transfert de techniques auprès de l'ensemble des producteurs à partir de mi-2011.
 - Elaboration d'un guide de bonnes pratiques zootechniques d'élevage en cages de Paraha peu.
- **Poursuivre l'acquisition de connaissances :**
- Evaluation des rejets biologiques : Cette étude est la première étape des travaux liés aux relations entre l'aquaculture et l'environnement qui permettront de mieux adapter l'alimentation du Paraha peu à ses besoins en optimisant la croissance et en minimisant les rejets.
 - Reproduction : Poursuite des acquisitions de connaissances sur la reproduction du Paraha peu notamment sur la qualité des œufs issus des générations d'élevage. Etude du sex-ratio et dimorphisme sexuel et valorisation optimales des stocks de reproducteurs sauvages mis en production pour permettre le transfert de lots productifs vers le CTA.

Préambule

La liste ci-dessous est la liste exhaustive des rédactions réalisées au cours de cette convention. Seuls les résultats les plus marquants par phase de l'élevage font l'objet du sommaire de ces annexes. L'ensemble de ces documents sont consultables auprès du services de la Pêche.

1. Premiers résultats de sex-ratio, puberté et dimorphisme sexuel chez le Paraha peue (*Platax orbicularis*) en élevage.
2. Premiers tests d'incubations des oeufs dans les bassins d'élevage larvaire. Effet du type d'incubation sur le taux d'éclosion.
3. Bilan synthétique de l'élevage larvaire du Paraha peue (*Platax orbicularis*), cycle 2008-01
4. Bilan synthétique de l'élevage larvaire du Paraha peue (*Platax orbicularis*), cycle 2008-02
5. Bilan synthétique de l'élevage larvaire du Paraha peue (*Platax orbicularis*), cycle 2008-03
6. Effet de la séquence alimentaire sur la survie, la croissance et l'hétérogénéité de *Platax orbicularis* en élevage larvaire.
7. Méthode de production de rotifères (*brachionus plicatilis*) pour l'élevage larvaire de *Platax orbicularis*
8. La production, l'enrichissement et la gestion de l'alimentation de rotifères (*Brachionus plicatilis*) pour l'élevage larvaire du Paraha peue.
9. Effet de la qualité de l'enrichissement de rotifère (*brachionus plicatilis*) sur la productivité
10. Bilan synthétique de la phase de sevrage-nurserie chez *Platax orbicularis*, cycle 2008-01
11. Bilan synthétique de la phase de sevrage-nurserie chez *Platax orbicularis*, cycle 2008-03
12. Bilan synthétique de la phase de sevrage-nurserie chez *Platax orbicularis*, cycle 2009-04
13. Essai d'identification d'une concentration de Benzocaïne (anesthésiant) et de traitement à l'eau oxygénée (Peroxyde d'hydrogène) sur des alevins de *Platax orbicularis* de 1 g
14. Essai d'identification d'une concentration de Benzocaïne (anesthésiant) sur des poissons (*Platax orbicularis*) de plus de 200 g
15. Effet d'un aliment extrudé sur la croissance en cage chez *Platax orbicularis* (Paraha peue).
16. EFFET DU TRAITEMENT CURATIF CONTRE LES ECTOPARASITOSESES DE PLATAX ORBICULARIS D'ELEVAGE EN FIN DE GROSSISSEMENT EN CAGES FLOTTANTES (cycle 2007-01)
17. L'intégration des traitements préventifs et curatifs à l'eau oxygénée dans la méthode de production en cages flottantes chez *Platax orbicularis*.
18. Bilan du transport fictif d'alevins de *Platax orbicularis* : Effet du traitement préventif à l'eau oxygénée et de la température sur la survie lors d'un transport de 24h.
19. Bilan du transport fictif d'alevins de *Platax orbicularis* : L'amélioration de la survie d'alevins de 7g de Paraha peue pendant une simulation de transfert de 24h.
20. Essai de transport de Paraha peue en cuve de 1200 l
21. Essai expérimental de transport de Paraha peue (2009-04)
22. Essai de mise en cage de Paraha peue post-transport (2009-03)
23. TROISIEME ESSAI DE SORTIE PRECOCE D'ALEVINS DE PARAHA PEUE (PLATAX ORBICULARIS) ISSUS DU CYCLE 2009-03
24. Effet du traitement préventif à l'eau oxygénée sur la prévalence du monogène *Neobenedenia* sp. et les performances biologiques de juvéniles de *Platax orbicularis* élevés en cages de 1 m³

Sommaire annexes

Premiers résultats de sex-ratio, puberté et dimorphisme sexuel chez le Paraha peue (<i>Platax orbicularis</i>) en élevage.....	3
Bilan synthétique de l'élevage larvaire du Paraha peue (<i>Platax orbicularis</i>), cycle 2008-01 .	14
Effet de la séquence alimentaire sur la survie, la croissance et l'hétérogénéité de <i>Platax orbicularis</i> en élevage larvaire.....	22
La production, l'enrichissement et la gestion de l'alimentation de rotifères (<i>Brachionus plicatilis</i>) pour l'élevage larvaire du Paraha peue.	37
Bilan synthétique de la phase de sevrage-nurserie chez <i>Platax orbicularis</i> , cycle 2008-01....	47
Essai d'identification d'une concentration de Benzocaïne (anesthésiant) et de traitement à l'eau oxygénée (Peroxyde d'hydrogène) sur des alevins de <i>Platax orbicularis</i> de 1 g	53
Essai d'identification d'une concentration de Benzocaïne (anesthésiant) sur des poissons (<i>Platax orbicularis</i>) de plus de 200 g.....	58
Effet d'un aliment extrudé sur la croissance en cage chez <i>Platax orbicularis</i> (Paraha peue).	63
Effet du traitement curatif contre les ectoparasitoses de <i>Platax orbicularis</i> d'élevage en fin de grossissement en cages flottantes (cycle 2007-01)	82
Bilan du transport fictif d'alevins de <i>Platax orbicularis</i> : L'amélioration de la survie d'alevins de 7g de Paraha peue pendant une simulation de transfert de 24h.....	88
Essai de transport de Paraha peue en cuve de 1200 l.....	94
Essai expérimental de transport de Paraha peue (2009-04)	100
Effet du traitement préventif à l'eau oxygénée sur la prévalence du monogène <i>Neobenedenia</i> sp. et les performances biologiques de juvéniles de <i>Platax orbicularis</i> élevés en cages de 1 m ³	108

Premiers résultats de sex-ratio, puberté et dimorphisme sexuel chez le Paraha peue (*Platax orbicularis*) en élevage.

E. Gasset ², V. Joufoques ¹, R. David ¹, M. Maamaatuaiahutapu ¹, A. Teissier ¹, T. Tamata ¹, S. Dupieux ¹.

¹ - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

² - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98 719 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

La première constitution d'un lot de géniteurs de Platax d'élevage (première génération) est réalisée à partir de la fin 2006. Ce lot devient productif et permet ainsi de boucler le cycle biologique de cette espèce à partir du 1^{er} trimestre 2007 (950 jours d'élevage et un poids moyen de 1,6 kg pour les mâles et 2,0 kg pour les femelles), important résultat pour la domestication de cette espèce.

L'itinéraire zootechnique de l'élevage dont est issu ce lot et l'historique de sa constitution sont décrits dans les annexes au rapport final de la convention SPE/Ifremer N° 6.0175. Après plusieurs péripéties (notamment pathologiques) au cours de son élevage en cages et en bassins extérieurs, c'est un cheptel de 18 animaux testés négatifs au Nodavirus qui constitue aujourd'hui ce lot de géniteurs de 1^{ère} génération. L'analyse du sex-ratio de ce lot mis en évidence lors du suivi de la maturation, montre qu'il est composé d'autant de mâles que de femelles.

En tenant compte de cette première information et dans la perspective de la mise en place d'un plan de gestion des croisements pour produire des familles de futurs géniteurs, il nous paraît indispensable d'aborder de façon plus précise l'évolution du sex-ratio des lots de Platax en élevage. Nous avons pour cela analysé les données récoltées entre octobre 2007 et avril 2009 sur des animaux issus de nos productions expérimentales, en apportant une attention particulière sur la méthode de constitution de chaque lot (notamment les tris en phase alevinage). Nous comparerons également l'estimation du sex-ratio par deux méthodes d'observation des gonades (directe et histologique) et tenterons de mettre en évidence un dimorphisme sexuel en ce qui concerne le poids des animaux de ces différents lots de Platax en relation avec l'entrée en puberté.

Matériels et méthodes

Constitution des différents lots suivis

Trois lots de Platax (deux F1 et une F2) produits entre octobre 2006 et octobre 2007 sont utilisés pour ce suivi. Leur origine, l'objectif de production et surtout leur constitution sont présentés par lot ci-dessous. Ils présentent le point commun d'être tous les trois issus de pontes multi-parentales obtenues à partir de lots de géniteurs d'une dizaine d'individus au sex-ratio équilibré.

Lot 2006-05 (F1) : Ce lot est élevé en cages (15 m³) dans le lagon mais également dans un bassin (1,5 puis 8 m³) intérieur. Le cheptel en bassin représente un « témoin zoo-sanitaire » des conditions extérieures d'élevage. Il est destiné à terme à la constitution d'une deuxième famille de géniteurs de 1^{ère} génération.

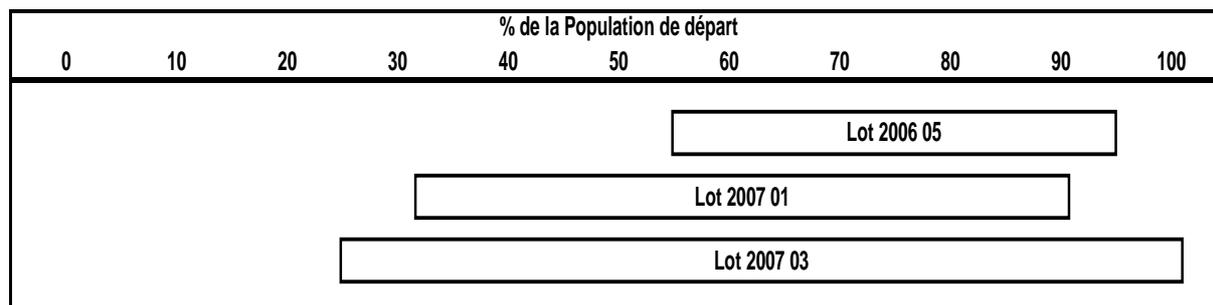
Le lot est issu de 8 bassins larvaires aux résultats de survie très homogènes (20 % ±). Les animaux sont triés une première fois à un poids de 2,5 g. A ce stade, le tri coupe la population en deux lots égaux, 50 % de « petits » et 50 % de « gros ». Ce sont ces derniers qui sont conservés. Aux alentours de 7 g (passage en cage et en bassin de pré-géniteurs) la population est à nouveau triée et 10 % des animaux de tête de lot et 10 % des animaux de queue de lot sont alors éliminés.

Par la suite, les lots en cages sont dédoublés et un seul « tri qualitatif » intervient au cours de l'élevage dont le but est d'éliminer les poissons blessés (plaies, exophtalmies, ...). Dans le bassin, le lot est dédoublé plusieurs fois, les animaux conservés sont alors choisis sur des critères extérieurs de conformation indépendamment de leur poids individuel (les plus beaux).

Lot 2007-01 (F1) : Ce lot est exclusivement élevé en cages (en triplicata) et correspond aujourd'hui à la référence zootechnique (croissance, alimentation, traitement anti-parasitaire) de cette phase de l'élevage. Le lot est issu de 4 bassins larvaires aux résultats de survie homogènes (30 % ±). Les animaux sont triés à un poids de 3 g, avec l'élimination lors de ce tri du lot de queue (25 % de la population). Un second tri intervient lors du transfert en cage où 80 % du lot médian est conservé afin d'obtenir un coefficient de variation pondéral inférieur à 20 %. Les animaux sont ensuite élevés jusqu'à la fin sans tri avec seulement la réalisation de dédoublements et sorties d'animaux par prélèvement au hasard.

Lot 2007-03 (F2) : Ces animaux sont issus de 3 bassins larvaires aux résultats de survie homogènes proches de 31 % ±. Les oeufs sont issus d'une F1 (décrite en introduction de ce rapport). Les animaux sont triés une première fois à un poids proche de 1 g. A ce stade, le tri permet d'éliminer 26 % de la population (les plus petits). Un lot de 200 individus sélectionnés au hasard dans les 74 % de gros est constitué.

Tableau 1 : Schématisation de la constitution des 3 lots



Méthodes d'estimation du sex-ratio et de l'entrée en puberté

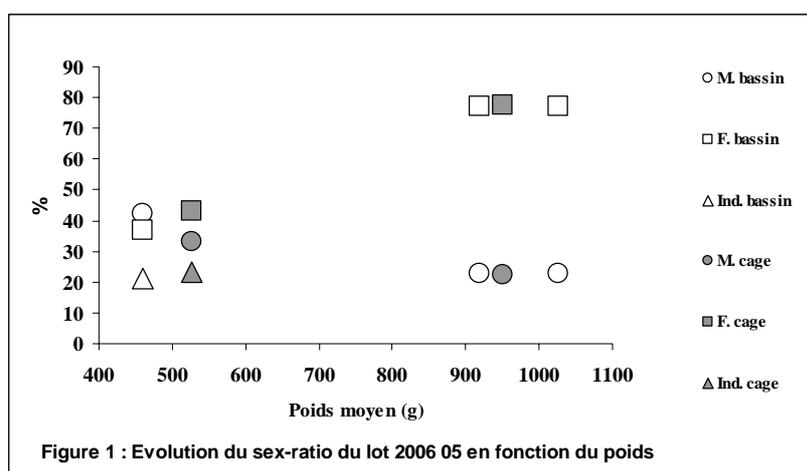
Le suivi du sex-ratio est réalisé sur les animaux (minimum 30 individus) qui sont sacrifiés lors des échantillonnages. La pêche de l'échantillon est réalisée après concentration des animaux dans la structure d'élevage (cage ou bassin) afin d'obtenir des échantillons représentatifs de la population. Les animaux sont abattus dans une saumure de glace. Chaque poisson est alors pesé au 1 /10^{ème} de gramme, puis sexé par observation directe de la gonade prélevée. Dans le cas du lot 2007 03, cette observation visuelle est comparée à une observation du même prélèvement en histologie.

Le suivi de la puberté des animaux est réalisé grâce à l'appréciation de l'état des gonades (matures ou pas) directement par pression abdominale pour les mâles (obtention de sperme) et par canulation pour les femelles (obtention d'ovocytes). Cette méthode permet également, sur les lots une fois matures, de poursuivre de façon non invasive le suivi du sex-ratio obtenu plus précocement sur les échantillons sacrifiés et vérifier ainsi leur représentativité. Elle est appliquée en particulier sur le lot 2006 05, lors de la création finale de ce lot et le sera jusqu'à l'obtention des premières pontes.

Résultats

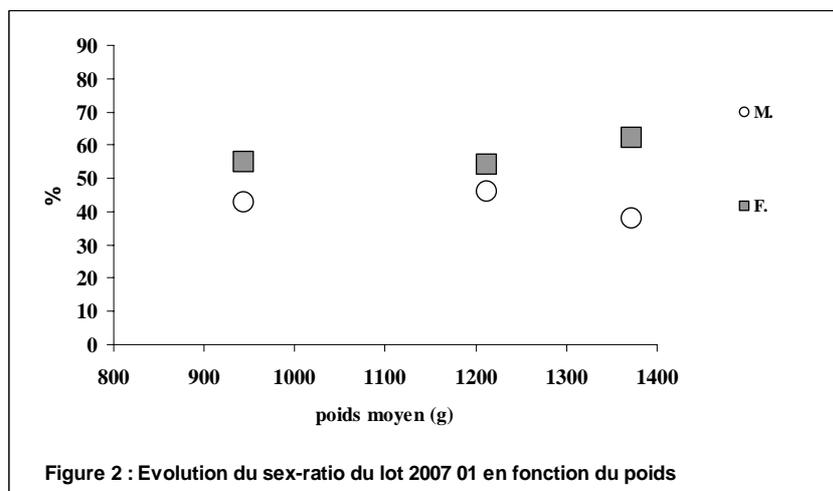
Evolution du sex-ratio

L'évolution du sex-ratio du lot 2006-05 est présentée sur la figure 1 en fonction de l'évolution du poids des animaux. Une distinction est faite entre les résultats obtenus sur les animaux élevés en bassin (en blanc) et en cages (en noir).



obtenues dans cette gamme de poids sont identiques entre les lots élevés en cage et en bassin. Pour un poids moyen proche de 950 g, le résultat obtenu est encore identique entre la cage et le bassin avec une forte augmentation du taux de femelles qui atteint 77 % du lot. A ce poids, tous les animaux ont un sexe déterminé. Il est à noter que cette fois-ci le sex-ratio du lot en bassin est déterminé par le nombre de mâles fluents (déterminé par pressions abdominales) alors que les animaux en cage sont encore sacrifiés. Le dernier point du graphique obtenu à 1050 g en bassin donne encore ce résultat qui se confirmera lors du suivi de l'entrée en puberté de ce lot (voir plus loin).

Le deuxième lot suivi (2007-01) l'a été plus tardivement. Le premier point réalisé à un poids

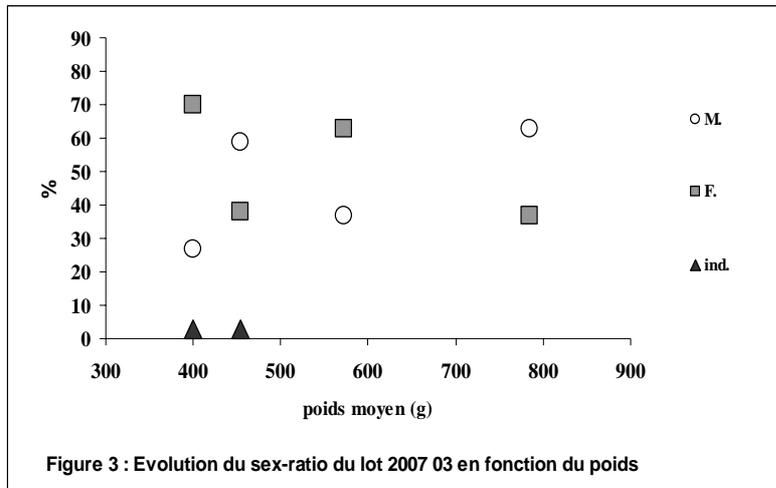


déséquilibré en faveur des femelles avec 60 % contre 40 % de mâles.

A un poids moyen compris entre 450 et 550 g qui correspond au début de notre étude, le rapport mâle/femelle est proche de 1, avec un taux d'animaux indéterminé légèrement supérieur à 20 %. En deçà d'un poids de 400 g, il est en effet très difficile de déterminer visuellement le sexe des animaux dans le cas où une gonade (mince filament) existe. Les valeurs

moyen d'environ 950 g, sur trois cages élevées dans des conditions identiques avec des résultats de croissance et de survie très proches, montre (fig. 2) que sur ce lot le taux de femelles est de 55 % avec à ce poids encore 2 % d'animaux indéterminés. Ce taux se confirme au point suivant, et le sex-ratio final obtenu à un poids de 1400 g montre un lot légèrement

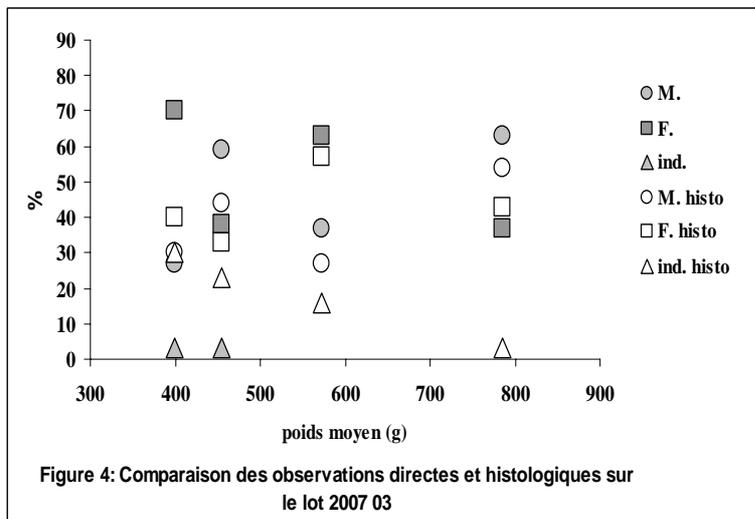
Le suivi du lot 2007 03 présenté sur la figure 3 est le résultat de sex-ratio obtenu par l'observation directe des gonades (méthode identique aux deux lots précédents). Il sera comparé plus loin aux résultats obtenus par la méthode histologique. Ce lot se caractérise par une estimation d'un pourcentage faible d'animaux indéterminés entre 400 et 600 g. Les résultats dans cette gamme de poids s'inversent au cours temps, pour finir avec un taux de mâles de 63 % de la population. Après ce poids, le suivi de la puberté sur les 32 animaux restant (lot de futurs géniteurs) montre que le sex-ratio de ce lot s'équilibre à un niveau proche de 1, pour un poids moyen supérieur 1000 g.



ratio de ce lot s'équilibre à un niveau proche de 1, pour un poids moyen supérieur 1000 g.

Observation histologique des gonades

Les résultats de la figure 3, sont repris et comparés aux résultats obtenus sur les mêmes échantillons mais par la méthode histologique. Cette comparaison est donnée par la figure 4.



La première remarque concerne le taux d'animaux dont le sexe est indéterminé. Il varie en fonction du poids de 30 à 3 % pour la méthode histologique alors qu'il est pratiquement nul sur toutes les observations directes (3 % sur les 2 premiers poids). La plupart du temps (sauf 1^{er} point) ces animaux ont été considérés comme des mâles ce qui explique leur sur-estimation par la méthode d'observation directe.

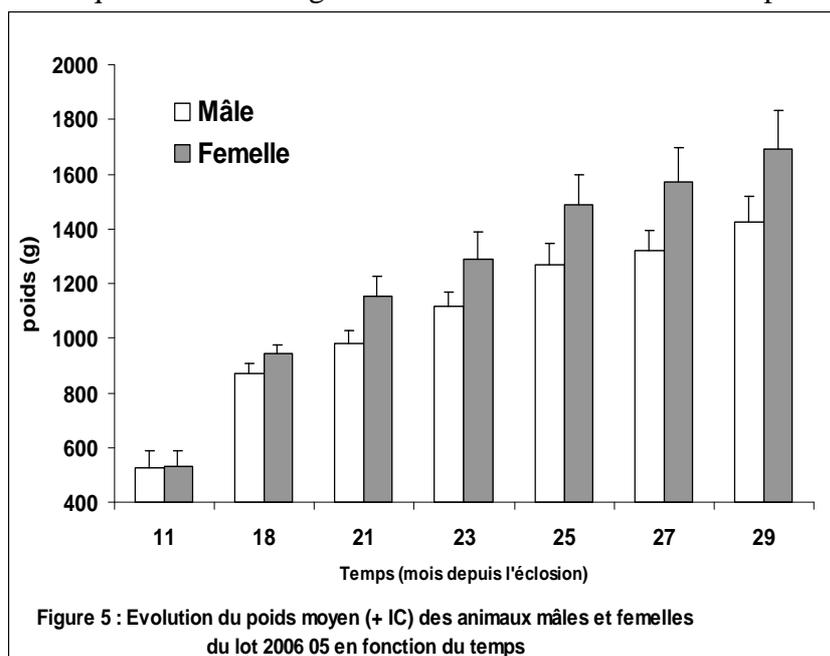
La deuxième remarque concerne les erreurs d'identification du sexe lors des observations directes. Ces erreurs sont toujours dans le même sens (gonade mâle estimée pour gonade femelle réelle). Le taux d'erreur évolue avec le poids des animaux et le développement de la gonade. Il est de 10 % pour un poids moyen de 400 g et finit à 3 % pour le poids final de 800 g.

Evolution de la puberté

Les résultats de sex-ratio déséquilibré obtenus à 1000 g sur le lot 2006 05 sont utilisés pour la création d'un cheptel de futurs géniteurs de sex-ratio égal à 1. Sur les 52 animaux présents dans le bassin de pré-géniteurs à ce poids (23 % de mâles et 77 % de femelles), 24 animaux sont conservés pour la constitution du lot final de reproducteurs. Le sex-ratio de 1 est réalisé sur la base de la fluence de 12 animaux mâles auxquels sont ajoutés 12 animaux non fluents. En effet, comme nous l'avons plus haut (fig.1) l'apparition de la puberté des mâles déterminée par l'apparition de la fluence est effective pour ce lot dès un poids moyen de 900 g. Les résultats du suivi de l'évolution de la puberté de ces 24 animaux sur les 12 mois qui ont suivi la constitution du lot montre que le nombre d'animaux mâles s'est confirmé par l'entrée en puberté de la population des 12 femelles de façon synchrone à un poids moyen proche de 1600 g. En effet, à ce poids les biopsies réalisées sur les 12 animaux montrent la présence d'ovocytes dans les prélèvements gonadiques. La même manipulation réalisée 2 mois plus tôt n'avait pas permis de mettre en évidence une quelconque maturité de ces animaux.

Dimorphisme sexuel pondéral

Les données récoltées lors des échantillonnages pondéraux sont reliées à l'estimation du sexe de chaque animal. La figure 5 montre donc l'évolution du poids moyen des animaux mâles et



le poids moyen des animaux femelles au cours du temps pour le lot 2006 05. Une différence de poids moyen apparaît dès 21 mois d'élevage pour un poids moyen du lot de 1000 g peu de temps après l'entrée en puberté des mâles (partie précédente). La différence significative ($p= 0,006$) obtenue à 29 mois sur des animaux de 1550 g est proche de 19 % entre les 2 populations. Cette valeur est stable tout au long de la période du suivi entre le point 3 et 7.

Les premières observations faites sur le lot 2007 03 confirment ce résultat puisqu'aux alentours d'un poids moyen de 1000 g la différence entre les animaux mâles et femelles est de l'ordre de 10 % en faveur des femelles.

Discussion et conclusion

Tout d'abord, le suivi du sex-ratio a permis de mettre en évidence des différences entre les trois lots. En effet, pour un poids moyen compris entre 1000 et 1300 g le sex-ratio est dans un cas fortement déséquilibré (lot 2006 05) avec seulement 23 % de mâles alors que dans un autre cas il est beaucoup plus équilibré puisque les mâles représentent alors 54 % du lot.

Le bilan des trois lots donné dans le tableau 2 ci-dessous en fonction de leur constitution montre que l'on peut avancer l'hypothèse d'un effet de l'effort de tri sur le sex-ratio. Il apparaît en effet que plus on élimine une part élevée du lot de queue, plus on obtient de femelles dans la population restante, ce qui tendrait à montrer que ce lot de queue serait constitué de mâles.

Tableau 2 : Sex-ratio des 3 lots en fonction de leur constitution

% de la Population de départ											Sex-ratio	
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	% mâles	% femelles
											23	77
											40	60
											54	43

Même si ce résultat donne une indication intéressante, l'absence du suivi des lots éliminés lors des tris précoces, ne permet pas de conclure de façon globale et définitive sur l'orientation du sex-ratio d'un lot de *Platax orbicularis* en élevage. Des déséquilibres similaires (37 % de femelles) sont rapportées par Dudognon (2003) sur des lots d'Ombrine ayant également subi des tris en phase précoce. Sur cette même espèce, Falguière et al (1997) obtiennent 60 % de mâles sur des lots non triés depuis l'origine mais ayant subi des mortalités, alors que dans le milieu naturel, différents auteurs (Wilson et Nieland, 1994 ; Matlock, 1987 ; Murphy, 1990) montrent l'équilibre du sex-ratio de cette espèce. De plus, de nombreuses études sur les poissons montrent l'effet de l'environnement sur le sex-ratio au moment de la différenciation sexuelle des animaux. Par exemple, Saillant (2001) montre l'effet de la salinité dans l'élevage de *Dicentrarchus labrax*, alors que sur cette même espèce (Blazquez et al., 1998 ; Pavlidis et al., 2000 ; Saillant et al., 2002) l'effet prépondérant de la température sur la différenciation sexuelle est démontrée, comme chez le tilapia (Baroiller et al., 1999).

Nous avons également montré que l'observation directe des gonades dans la première gamme de poids (400 /600 g) pouvait engendrer des estimations erronées du sexe lorsque les gonades sont en début de formation, avec une difficulté particulière pour l'évaluation des animaux dits « indéterminés ». Ces difficultés peuvent être à l'origine des variations temporelles de sex-ratio rencontrées pour un même lot avec en particulier une sur-estimation du taux d'animaux mâles. Ce constat permet aujourd'hui de proposer pour la poursuite de notre étude une approche basée sur l'identification du sexe par biopsie ovarienne et stripping (méthodes fiables) couplée au marquage individuel des animaux. Dans le cas de production de familles identifiées, un marquage précoce (entre 50 et 100 g) permet de plus le regroupement des

animaux de familles différentes et facilite ainsi la gestion des lots. L'évolution pondérale de chaque animal peut ainsi être suivi jusqu'à la puberté et une courbe de croissance peut alors être établie pour chaque sexe.

Enfin, la mise en évidence d'une différence pondérale entre sexes est un élément important de cette étude. Cependant, on ne peut savoir si le lot de queue éliminé en début d'élevage n'était pas constitué majoritairement de petites femelles, ce qui aurait pu influencer sur le résultat final en ré-équilibrant le poids entre les deux sexes. Cette hypothèse est peu vraisemblable car nous avons montré plus haut qu'il semblerait que les lots de queue soient plutôt constitués de mâles comme en témoigne le déséquilibre en femelles observé lorsqu'on augmente la proportion éliminée dans le lot de queue. Ainsi, cet élément semble également aller dans le sens d'un dimorphisme de croissance au bénéfice des femelles.

La différence de poids entre les individus mâles et femelles débute dès lors que la totalité des mâles sont entrés en puberté (800 à 900 g). Ce différentiel de croissance atteint pratiquement 20 % en faveur des femelles lorsque ces dernières entrent en puberté à un poids de 1600 g, 11 mois après les animaux mâles. Les taux de croissance spécifiques (SGR) sur la dernière période montrent en effet des valeurs identiques ($0,12 \text{ \% pds.J}^{-1}$) entre les mâles et les femelles et laissent penser qu'à leur tour les femelles entrent dans une période de croissance plus faible. Cette diminution de la croissance peut alors s'expliquer par l'utilisation d'une partie de l'énergie alimentaire pour la gamétogenèse au détriment du gain pondéral. En effet, les mâles entrant plus précocement en puberté que les femelles, leur croissance serait ralentie plus tôt que chez les femelles où ce ralentissement n'interviendrait qu'à 1600 g. Ce décalage dans l'apparition de ce déficit de croissance pourrait ainsi être à l'origine du dimorphisme de croissance observé. Des résultats similaires sont obtenus par Saillant al. (2001) sur *Dicentrarchus labrax*. Ces auteurs montrent que la différence de poids entre les mâles et les femelles diminue lors de l'entrée en puberté plus tardive des animaux femelles et se stabilise à une valeur proche de 20 %. Sur *Oreochromis niloticus* la meilleure croissance des femelles est reliée à leur plus grande prise alimentaire liée à une meilleure transformation de l'aliment (Toguyeni et al ; 1997). Enfin, sur l'Ombrine Beckam et al. (1980) montrent des différences entre les mâles et les femelles dans le milieu naturel uniquement sur des gros animaux supérieurs à 3 kg, comme l'observent également Falguière et al. (1997) qui ne trouvent pas de différence significative entre des animaux mâles et femelles élevés jusqu'à 2,5 kg. En revanche, Dudognon et al. (2003) rapportent sur cette même espèce une différence entre le poids des individus mâles et femelles d'une même origine dès 1,5 kg en faveur des femelles avant leur entrée en gamétogenèse.

En conclusion, cette première étude du sex-ratio menée chez *Platax orbicularis* en élevage donne d'importantes indications dans l'optique d'optimiser la gestion des productions (1) de lots de futurs géniteurs issus d'un plan de croisement et (2) des lots d'alevins destinés à la production en cages. La poursuite du suivi des lots en cours et des nouvelles familles produites (sans tri des alevins et avec marquage magnétique individuel des poissons) permettra de confirmer sans doute ces indications et d'orienter par exemple le poids final des animaux produits par les pisciculteurs.

Bibliographie

Baroiller, J.F. ; Guiguen , Y. ; Fostier, A. ; 1999. Endocrine and environmental aspects of sex differentiation in fish. *Cell. Mol. Life Sci.* 55, 910-931

Blàzquez, M. ; Zanuy, S. ; Carillo, M. ; Piferrer, F. ; 1998. Effects of rearing temperature and sex differentiation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of experimental Zoology* 281, 207-216.

Beckam, D. W. ; Wilson, C. A. ; Stanley, A. L. ; 1989. Age and growth of Red Drum, from offshore waters of the northern gulf of Mexico. *U.S. National marine Fishery Bulletin* vol. 87 N°1: 17-28.

Dudognon, B. ; Villanove P. ; Dao, J.C. ; 2003. Croissance de l'Ombrine *Scianops ocellatus* de l'éclosion à la 1^{ère} maturation. Mise en évidence d'un dimorphisme sexuel. Rapport Ifremer, Laboratoire de Martinique, 2003

Falguière, J.C. ; Noguerra, B. ; Dalla-Torre, P. ; 1997. Interaction between sexual maturity and grow in cage culture of red drum *Scianops ocellata* under tropical condition in Martinique. Présentation orale, European Aquaculture Society, Martinique 1997

Gasset E., Remoissenet G., Covès D., Maamaatuaiahutapu M., Joufoques V., Teissier A., Nedelec G., David R., Cochenec-Laureau N., 2008a. Rapport de fin de convention SPE/Ifremer N° 6.0175 «Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires», 33 p.

Gasset E., Remoissenet G., Covès D., Maamaatuaiahutapu M., Joufoques V., Teissier A., Nedelec G., David R., Cochenec-Laureau N., 2008b. Rapport de fin de convention SPE/Ifremer N° 6.0175 «Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires». Bilan des expérimentations, 183 p.

Matlock, G.C. ; 1987. The life history of red drum. In : Chamberlain, G. ; Miget, R. J. ;Haby, M.G. (Eds.) ; Manuel on red drum Aquaculture. Texas Agriculture Extension Service. Corpus Christi. Texas

Murphy, M.D. ; Taylor, R.G. ; 1990. Reproduction, growth, and mortality of red drum *Scianops ocellatus* in Florida waters. *Fishery Bulletin* 88, 531-542

Pavlidis, M. ; Koumoundouris, G. ; Serioti, A. ; Somarakis, S. ; Divanach, P. ; Kentouri, M. ; 2000. Evidence of temperature-dependent sexdetermination in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Journal of experimental Zoology* 287, 225-232.

Saillant, E. ; Fostier, A. ; Menu, B. ; Haffray, P. ; Chatain, B. ; 2001. Sexual growth dimorphism in sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 202, 371-387.

Saillant, E. ; Fostier, A. ; Menu, B. ; Haffray, P. ; Chatain, B. ; 2002. Saline preferendum for European sea bass, *Dicentrarchus labrax*, larvae and juveniles: effect of salinity on early development and sex determination. *Journal of Experimental marine Biology and Ecology* 278, 103-117.

Toguyeni, A. ; Fauconneau, B. ; Boujard, T. ; Fostier, A. ; Kuhn, E.R. ; Mol, K. A. ; Baroiller, J. F. ; 1997. Feeding behavior and food utilisation in tilapia, *Oreochromis niloticus* : effect of sex ratio and relationship with the endocrine status. *Physiol. Behav.* 62 (2), 273-279.

Wilson, C.A. ; Nieland, D.L. 1994. Reproductive biology of red drum, *Sciaenops ocellatus*, from the neritic waters of the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 92, 841-850.

Bilan synthétique de l'élevage larvaire du Paraha peue (*Platax orbicularis*), cycle 2008-01

- 1. Production de larves de 2^{ème} génération (F2) à partir d'une ponte de géniteurs (lot G1B0604) issus d'élevage (F1).**
- 2. L'accès à la surface, élément déterminant de la formation des vessies natatoires chez Platax ?**
- 3. Etude de l'ontogenèse du système lymphoïde chez Platax.**

E. Gasset ², T. Tamata ¹, A. Teissier ¹, M. Maamaatuaiahutapu ¹, R. David ¹, V. Joufoques ¹.

¹ - *Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.*

² - *Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98 719 TAHITI, Polynésie Française.*

Objectif

L'objectif de cet élevage larvaire prévu à partir de la dernière semaine de février 08, est de produire une deuxième famille de 2^{ème} génération à partir d'une ponte issue du lot G1B06-04 (F1). Dans un souci d'allègement de la charge de travail et d'homogénéité des protocoles par rapport à la production de notre première F2 (cycle 2007-03), la séquence alimentaire sans utilisation des rotifères (artémia/micro-gemma 150 et 300) a été choisie pour ce cycle larvaire. Cette séquence sera réalisée en répliquat sur 4 bassins.

Tout au long de la phase larvaire des prélèvements de larves seront effectués pour la réalisation du suivi de la teneur en immunoglobulines IgM totale au cours du développement larvaire.

Afin d'optimiser l'utilisation de l'installation larvaire, un autre triplicata sera utilisé pour confirmer (ou pas) que chez *Platax orbicularis* l'accès à la surface est un élément déterminant pour l'obtention des vessies natatoires. Ces trois bassins seront maintenus en élevage jusqu'au jour 8 ou le taux de vessie natatoire sera comparé à l'autre triplicata.

Protocole

Le protocole est résumé ci-dessous. Il est rédigé sous forme complète dans le document : «Protocole d'élevage larvaire du Paraha peue (*Platax orbicularis*), cycle 2008-01. Il a été suivi de façon précise.

Date																				
jours semaine																				
jours en élevage	unités	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
température	°C	Mesure 2 fois par jour																		
salinité	g/l	Mesure 1 fois par jour																		
intensité lumineuse	lux	50	50	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	
photopériode	h	24	24	24	24	24	24	24	24	18	18	18	18	18	18	18	16	16	16	16
Ren. eau	%/h	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	30	30	30	40	40	40
Arrivée d'eau		par le fond																		
Débit d'air	ml/mn	30	30	30	30	30	30	50	50	50	50	100	100	100	200	200	200	250	250	
taille crépine	µm	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	80/170	350/500	350/500	350/500	350/500	
Rotifères	m																			
Nauplius Artémia	m		0,5	0,8	1	1,5	2	2,5	3	3	4	5	6	7	8					
Artémia 1 jour	m													5	6	10	12	15	15	
Micro-particules 150	g																			
Micro-particules 300	g									5	5	5	5	5	5	5	5	8	10	
Ecrémage surface		non	non	oui	oui	oui	oui													
Longueurs/vessies	n	30	30/bac			30/bac				30/bac							30/bac			
Prélèv. Noda	n		30							30							30			

Origine des larves

Le lot de géniteurs utilisé est le G1B0604 (F1) composé de 8 animaux (4 femelles et 4 mâles) jamais encore utilisés pour un élevage. Les animaux ont été stimulés par une baisse de salinité pendant 6 jours avant la période souhaitée de ponte suivant la procédure ci-dessous :

Procédure de synchronisation				
mardi	19/2	J -7	Début dessalure	Durée (h)
mercredi	20/2	J -6		24
jeudi	21/2	J -5		48
vendredi	22/2	J -4		72
samedi	23/2	J -3		96
dimanche	24/2	J -2	Arrêt dessalure	120
lundi	25/2	J -1		
Mardi	26/2	J 0	Ponte	
Mercredi	27/2	J 1	Début larvaire	

Ponte

Les caractéristiques de la ponte sont données dans le tableau ci-dessous :

date	26/02/08
type	naturelle, induite salinité
nb œufs fécondés récoltés	321920
nb œufs non fécondés récoltés	16000
nb total œufs récoltés	337920
diamètre des œufs (µm)	1298
nombre de globule (µm)	1
diamètre du globule principal	373
taux de fécondation	95,0

Incubation

L'incubation des œufs fécondés est réalisée dans la zone 3.7 dans deux bacs de 180 litres utiles. Les caractéristiques de l'incubation sont données dans le tableau ci-dessous.

zone	3.7
éclairage	0
bac	cylindro-conique
volume	2*180
nb œufs par litre	833
nb total œufs	300000
type bullage	canne verre
aération (ml/15s)	200
renouvellement en eau (ml/15s)	250
température	28,2

Récolte des larves et mise en élevage

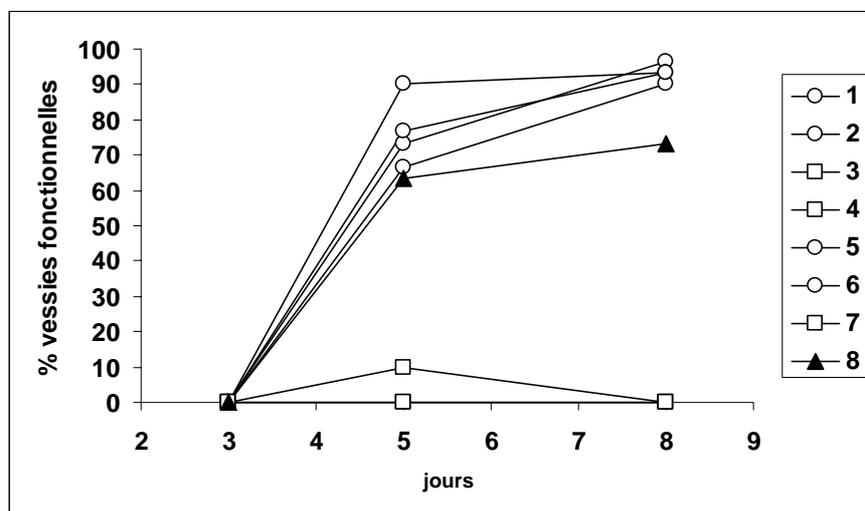
La récolte est faite par écrémage à la surface à l'aide d'un bêcheur quelque temps après l'arrêt du bullage. Le J1 correspond au jour de l'éclosion mais représente également le premier jour d'élevage (mise en bassin larvaire).

jour de récolte	27/2/08
nb larves récoltés	354000
taille à l'éclosion (mm)	3,79
taux éclosion	>100%
nb larves mise en élevage	80000

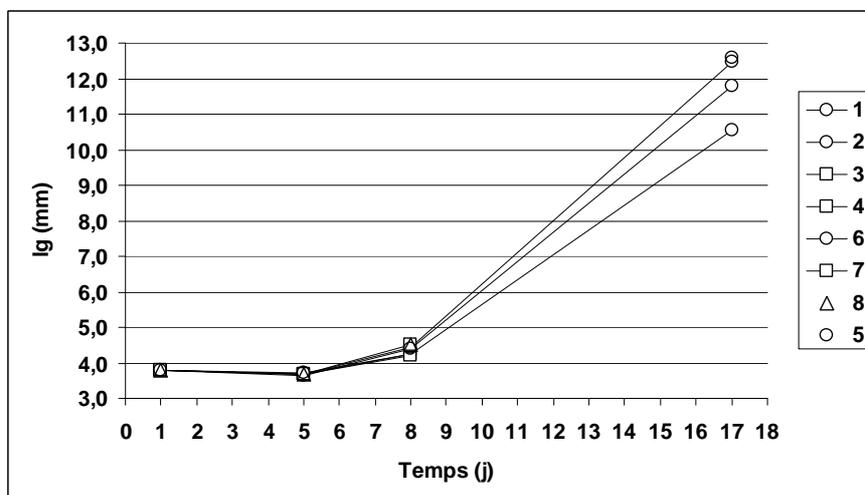
Résultats

L'ensemble des données d'élevage sont stockées dans N dans la fichier « bilan suivi larvaire 2008 01 ». Comme prévu dans le protocole, les 3 bassins recouverts d'huile ont été stoppés au 8^{ème} jour d'élevage. Un bassin supplémentaire (n° 8) sans écremeur (et sans huile) a été utilisé jusqu'au jour 17 pour réaliser les prélèvements de larves.

Le taux de vessies fonctionnelles : le graphe ci dessous montre l'évolution du taux de vessie au cours du temps en fonction du traitement de la surface des bassins. Il montre de façon claire le besoin qu'ont les larves d'avoir accès à la surface pour prendre de l'air pour l'expansion primaire de la vessie natatoire. Les bassins couverts d'huile présentent un taux de vessie de 0 %, le bassin (pas de réplikat) dont la surface n'est pas nettoyée présente un taux de 70 % au jour 8. Les 4 témoins présentent des taux de 90 à 96 % de vessies fonctionnelles.



La croissance : elle est présentée par le graphe ci dessous. Au jour 17, la croissance moyenne est proche de 12 mm, avec le bassin 1 dont la valeur moyenne est statistiquement différentes des 3 autres et présente une hétérogénéité plus importante (CV de 28% contre 13% en moyenne pour les 3 autres).



La survie : Elle est en moyenne sur les 4 bassins en réplikat de 18.8 +/- 1.6 % :

Platax Orbicularis				n départ=		10000	
Larvaire 2008-01				8 bacs 250 l		40/l	
Comptage final		14/03/2008		J17			
bac	nb vivants	destination	biometrie J18	nb morts j17	nb total	Survie J17	
1	1607		35	20	1662	16,6	
2	1914		35	20	1969	19,7	
5	1987		39	20	2046	20,5	
6	1797		39	20	1856	18,6	moyenne
							nb
8	1255		47	30	1332	13,3	18,83
							4
							écart type
							1,67
							inter conf
							1,64
							CV %
							11,3

Conclusions :

- ✓ Bonne reproductibilité des résultats en terme de survie et de croissance sur trois bassins sur les quatre.
- ✓ Résultats sur la vessie natatoire a valorisé par article (short communication pour aquaculture)
- ✓ Hypothèse de qualité d'une partie de la ponte pour expliquer les mortalités de début de larvaire et mauvaise prise alimentaire à l'entrée dans la vie trophique
- ✓ Ponte du G1B impliquant pour la première fois toutes les femelles du bassin grâce à une synchronisation maîtrisée des animaux
- ✓ Hétérogénéité des larves en fin de larvaire, notamment sur 1 bassin
- ✓ Objectif de production d'une 2^{ème} famille F2 atteint
- ✓ Prélèvements pour ontogénèse réalisés
- ✓ Validation de la méthode de production et de stockage des artémia prégrossis.

Effet de la séquence alimentaire sur la survie, la croissance et l'hétérogénéité de *Platax orbicularis* en élevage larvaire.

E. Gasset ², M. Maamaatuaiahutapu ¹, A. Teissier ¹, T. Tamata ¹, V. Joufoques ¹, S. Dupieux ¹, R. David ¹.

¹ - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

² - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98 719 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

Des études récentes sur le développement larvaire de nouvelles espèces de poissons d'aquaculture à forte croissance comme le cobia (*Rachycentron canadum*) ou le Thon (*Thunnus orientalis*) montrent l'importance de la maîtrise de l'alimentation pour la réussite de cette phase de l'élevage. Au delà de la définition d'une séquence alimentaire optimale spécifique à chaque espèce, la qualité elle-même de l'aliment distribué est primordiale et doit être en relation étroite avec les besoins nutritionnels de l'espèce élevée. Dans le cas du développement de l'élevage d'espèces nouvelles, même si les besoins nutritionnels sont mal connus, certaines bases semblent aujourd'hui incontournables. Miyashita (2002), Seoka et al. (2008) montrent les limites de l'utilisation des artémia pour l'élevage du Thon (*Thunnus orientalis*) en relation avec les faibles niveaux de DHA obtenus après l'enrichissement. Le stockage à basse température est également un élément clef pour préserver la valeur nutritionnelle des proies enrichies comme le montre Benetti (2008) sur le Cobia (*Rachycentron canadum*). Enfin, sur cette espèce, Niu (2008) démontre l'importance des phospholipides dans le régime alimentaire avec un effet important sur la croissance et la survie. Pour tenir compte de ces besoins différents auteurs (Cahu, Petton, com. pers.) préconisent un passage sur micro-particules de plus en plus précoce dès lors que cette particule présente une teneur en phospholipides élevée. Une meilleure efficacité des aliments composés par rapport aux proies vivantes, dès les plus jeunes stades, a été rapportée chez de nombreuses espèces telles que le bar (Cahu et al., 2003), l'ombrine (Petton et al, 2006), le thon Seoka et al (2008) de même que sur les élevage commerciaux de morue en Norvège.

Cette analyse va servir de base dans l'élaboration du protocole d'élevage larvaire réalisé sur le paraha peu (*Platax orbicularis*) dont l'objectif décrit ci-dessous est la mise en évidence de l'effet du régime alimentaire sur la croissance, la survie et l'hétérogénéité des animaux produits.

Objectif

L'objectif de cet élevage larvaire réalisé à partir de la 2^{ème} quinzaine du mois de janvier 2009, est de tenter d'optimiser la gestion et la qualité de l'alimentation des larves en début d'élevage. En effet, le constat réalisé sur les derniers cycles en 2008 ainsi que la littérature citées en introduction, montrent que nous pouvons émettre une hypothèse d'amélioration de la survie larvaire et de l'hétérogénéité des larves produites (2 points prioritaires à optimiser sur cette espèce) en améliorant ce paramètre de l'élevage.

Au delà d'une meilleure gestion des rotifères dans tous les bassins (témoins compris), les hypothèses d'améliorations comparées à la méthode standard porteront sur :

1. une période d'alimentation plus longue sur rotifères ;
2. un passage direct sur artémia enrichi (A1) après cette phase sur rotifères plus longue (triplicats) ;
3. un passage direct sur particules micro-gemma après cette phase sur rotifères plus longue (duplicats).

Matériel et méthodes

Ponte

Les géniteurs utilisés sont d'origine sauvage (6 femelles et 7 mâles). La ponte est naturelle. Elle est décrite par les caractéristiques du tableau 1. La récolte est effectuée suivant la méthode décrite par l'annexe 10 du rapport final de la convention N° 4.0021. et dans l'état de l'art de l'élevage larvaire du Platax (Rapport SPE/Ifremer, 2006).

Tableau 1 : Caractéristiques de la ponte

Date de la ponte	18/01/09
Nombre d'œufs fécondés récoltés	129 067
Diamètre des œufs ($m \pm IC$) (μm)	1343 \pm XX
Diamètre du globule lipidique principal (μm)	352 \pm XX
Taux de fécondation (%)	87

Incubation

L'incubation des œufs fécondés est réalisée dans un bac de 180 litres utiles. Ces caractéristiques sont données dans le tableau 2 :

Tableau 2 : Caractéristiques de l'incubation

Eclairage	Au noir
Bac	Cylindro-conique de 180 litres
Nombre total d'œufs	129 067
Aération (ml/15s)	200
Renouvellement en eau (ml/15s)	250
Température (°C)	28°5

Récolte des larves et mise en élevage

La récolte est faite par écrémage à la surface à l'aide d'un bêcheur ¼ d'heure après l'arrêt du bullage. L'estimation du nombre de larves et le calcul du taux d'éclosion sont réalisés par la méthode décrite dans l'état de l'art de l'élevage larvaire du Platax (Rapport SPE/Ifremer, 2006).

Tableau 3 : Caractéristiques de la récolte des larves

Jour de récolte	J1 (éclosion)
Nombre de larves récoltées	110 667
Longueur totale à l'éclosion (mm) ± IC	3,74 ± 0,03
Taux d'éclosion incubateur (%)	86
Nombre de larves mises en élevage	60 000

Les conditions d'élevage

Les bassins ont un volume utile de 250 litres, ils sont cylindro-coniques, de couleur noire avec une évacuation latérale équipée d'une crépine. Le nombre de larves par litre est de 30 à la mise en élevage, ce qui correspond à un nombre total de larves ($30 \times 250 \times 8$) égal à 60 000.

L'aération est assurée par une aiguille lestée, placée au centre du bac dans l'évacuation centrale, puis par diffuseur micro-poreux aux alentours de J15. Le débit d'air est de 30 ml/mn à la mise en élevage, puis augmentation progressive. Ce débit est mesuré grâce à un débit-litre à bille installé sur chaque bassin.

L'eau passe au travers d'un piège à coquillage. Elle est ensuite filtrée par deux filtres à sable (\varnothing 600) de granulométrie 0,9 à 1,6 , puis deux batteries de filtres à poches (25 et 10 μ m) et enfin elle est traitée par un filtre UV (200 mj/h/cm). Les filtres à sable seront lavés à contre courant et les filtres à poches nettoyés quotidiennement. L'eau arrive dans les bassins par le fond tout au long de la phase larvaire. Le débit est de 15 % du volume par heure à la mise en élevage et évolue avec le temps pour atteindre 40 % en fin d'élevage en fonction des besoins. Il est mesuré grâce à un débitmètre (gamme de 0.2 à 2 l/minute) installé sur chaque bassin.

L'intensité lumineuse est maintenue à 50 lux (indirect) les 2 premiers jours jusqu'à la première alimentation. Elle est ensuite augmentée à 650 lux (direct) à la surface du bassin. Ces intensités sont mesurées et réglées avant la mise en élevage. La photopériode est de 24 h d'éclairage par jour pendant la période d'utilisation des rotifères (J14). Ensuite, la durée de jour est diminuée à 18 heures/24 jusqu'à la fin du larvaire.

La température et le pH ne sont pas régulés mais mesurés le matin à 8h00 et le soir à 16h00.

La séquence alimentaire

La séquence alimentaire est proposée dans le tableau 4 ci dessous :

Tableau 4 : Séquences alimentaires

Type de proies	Séquence « standard »	Séquence « période rotifère longue» + artémia enrichi	Séquence « période rotifère longue» + « sevrage précoce »
Nom des bassins	BT	BRA1	BSP
Nb bassin	3	3	2
N° Bassin	1 3 6	2 5 7	4 8
Rotifères	J3 – J10	J3 – J14	J3 – J14
Nauplii artémia AF	J8 – J12		
Artémia pré-grossis Salt Creek	J12 – J18	J12 – J18	
Micro-Gemma 150 / 300	J15 – J18	J15 – J18	J12 – J18

Gestion de l'alimentation

- Gestion des rotifères produits** : La quantité totale de rotifères produits (environ 144 millions / jour pour les 8 bassins larvaires) est divisée en 2 parts inégales (1/3 + 2/3) :

 - La première part (1/3 du total) correspond au total des rations qui vont être fournies aux larves au cours des 8 heures d'alimentation manuelle. Cette quantité (enrichie pendant la nuit précédente dans le bac de production) est stockée au froid (après rinçage) grâce à des bouteilles congelées changées toutes les 2 heures dans une cuve de 40 litres. La distribution de ces rations débute à 8h30 par une ration de 2 millions par bassin. Elle est suivie par trois distributions de 1 million chacune données toutes les 2 heures jusqu'à 16h30 inclus. Le total distribué (1/3 de la ration quotidienne) sur 8 heures (1/3 de la période de jour) est donc équivalent à 6 millions de rotifères par bassin.
 - Les 2/3 de rotifères restant (environ 96 millions) mis le matin dans le bac d'enrichissement sont récoltés et rincés en fin de journée (vers 16 heures). Ils représentent la quantité qui sera distribuée en continue par la pompe péristaltique entre 16h30 et 8h30 le lendemain. Le débit de la pompe est calculé en fonction du temps de distribution (16 heures) et du volume de stockage des proies (20 litres par bassin). Ce système doit permettre de maintenir une concentration suffisante de proies dans les bassins pour permettre aux larves de se nourrir en permanence. Pour le tube de pompe que nous utilisons (Bioblock, purple-orange) la pompe est réglée à 17 %.
- Enrichissement** : La veille de sa récolte le bac de culture de rotifères reçoit une dose d'enrichissement de Easy DHA Selco® de 0.1 g/million. Le lendemain les rotifères produits (ceux qui seront distribués en fin de journée) reçoivent une dose journalière d'enrichissement de 0.3 g/million de Easy DHA Selco® distribuée en une fois juste après la récolte des rotifères et le passage dans ce bac d'enrichissement.

Tableau 5 : Schéma de gestion et de distribution des rotifères produits

Heures de distribution	8h30	10h30	12h30	14h30	16h30	16h30 / 8h30	Total
Quantités distribuées (m)	2	1	1	1	1	12	18
Conservation avant distribution	Au froid dans 40 litres à partir de la production					bac d'enrichissement	

La densité des proies dans les bassins larvaires est vérifiée le matin avant la première distribution manuelle sur un bassin représentatif par un prélèvement de 5 ml et un comptage sous la binoculaire.

- **Artémia :**

- *Nauplii* : Ils sont distribués de façon manuelle entre 2 et 4 fois par jour. La dernière distribution est réalisée grâce à la pompe péristaltique selon la même méthode que celle utilisée pour les rotifères. L'eau et les cystes sont chlorés/déchlorés à la mise en incubation. L'incubation des cystes est de 20 à 24 h en bassin de 200 litres fortement aéré (max 2g/l). Après une purge rapide et une décantation d'une vingtaine de minute (opercule à la surface et spot en fond de bac), ils sont récoltés sur une maille de 100 µm par la vanne de purge du bac. Les cystes utilisés sont des INVE® type AF choisis pour leur petite taille (± 430 µm) et leur niveau élevé en HUFA.
- *Artémia de un jour (A1)* : Ils sont distribués de la même façon que les Nauplii. Ils sont produits dans deux bacs de 400 litres et sont enrichis avec du Easy Super Selco (1g/million en 2 repas). La densité maximale de stockage est de 500 artémias/ml au froid. Les cystes utilisés sont des Salt Creeck®.

Les nauplii et les artémia pré-grossis pendant un jour sont récoltés en une seule fois en début de journée puis mis en température froide (fort ralentissement du métabolisme) entre deux distributions grâce à des bouteilles d'eau congelées changées toutes les 2 heures. Cette rationalisation de la production d'artémia offre les avantages suivants :

- ✓ Diminution du temps de travail ;
- ✓ Meilleure gestion des volumes de productions ;
- ✓ Maintien d'une meilleure qualité du milieu d'élevage des proies ;
- ✓ Meilleure gestion des enrichissements.

Un échantillon de chaque type de proies sera conservé à $- 80^{\circ}\text{C}$ dans la perspective d'analyses ultérieures.

- **Micro-particules :**

- *Cofeeding* : sur les bassins BT et les bassins BRAI la micro-particule Gemma micro 150 et 300 (SKRETTING®) est distribuée en cofeeding avec les artémia par saupoudrages au travers d'un tamis (salière).
- *Sevrage précoce* : sur les deux bassins BSP, un équipement spécifique est nécessaire de façon à tenir compte le plus possible de la répartition spatio-temporelle des larves dans le milieu. Ce système se compose d'un nombre de distributeur permettant de couvrir toute la surface du bassin et d'un système de dispersion par jet d'eau à la tombée de la particule dans l'eau.

Entretien et suivi de l'élevage

Crépines : La taille des mailles de la crépine est adaptée aux types de proies et à l'évolution des colmatages. Elle est de 170 µm pour la première période (J2- J14), et passe ensuite à 500, 700 et 1350 µm pour la suite et la fin de l'élevage. L'objectif est de ne pas stocker de « vieilles » proies dans les bassins. Il est important en outre de trouver le bon compromis entre le maintien de la densité des proies dans le bassin et l'élimination des déchets en évitant le colmatage. Tout au long de l'élevage les crépines de mailles 700 µm peuvent être utilisées au cours de l'alimentation en proies pour permettre l'évacuation d'une ration trop importante.

Ecrémeur de surface : Il est mis en place dès le jour 2 et il est conservé tant qu'il est efficace dans le nettoyage de la surface. Il est maintenu en parfait état particulièrement du jour 2 au jour 5 au cours de la phase d'inflation des vessies natatoires. Il est placé et réglé de façon à ne pas piéger de larves.

Tuyaux de distribution et cuves de stockage de proies vivantes : les cuves de stockage des proies et l'ensemble des canalisations de distribution automatique sont nettoyés et rincés tous les jours.

Biométries et suivis morpho-anatomiques :

- Suivi des longueurs et de l'inflation des vessies natatoires : Ces mesures sont effectuées sur 30 larves prises au hasard par bassin, les jours 1, 5, 8, 12, 15 et 18.
- Prélèvements pour suivi du Nodavirus : Des prélèvements pour le suivi à posteriori de la présence-absence de Noda-virus sont également effectués au jour 1, 8, 18 sur une dizaine de larves et conservés à – 80°C.

Répartition spatiale et comportement des larves : La répartition spatiale des larves et leur situation dans le volume d'eau peut évoluer au cours du temps. Elle est définie par des comportements de parois, de surface, de fond et de pleine eau. La répartition dans le bassin peut être homogène ou plutôt de type « essaim ». Cette répartition peut également être reliée (et donc caractérisée) à des modifications environnementales (éclairage, alimentation). Tous les éléments comportementaux sont des éléments importants dans l'établissement des normes d'élevage. Outre les comportements alimentaires (posture de chasse), d'autres types de comportement (fuite, attraction, réaction) sont notés.

La sortie larvaire : Elle se fera en théorie au matin du jour 18 mais pourra être décalée selon le développement des larves.

Estimation de la survie : L'estimation de la survie de l'élevage larvaire est prévue au jour 18 lors du passage dans les installations de sevrage/nurserie. L'arrivée d'eau dans les bassins est stoppée, un micro-bullage d'oxygène est mis en service et les larves sont concentrées puis pêchées au bêcheur. L'estimation du nombre est ensuite réalisée par comptage individuel de tous les animaux de chaque bassin.

L'entretien des installations : Il est réalisé en fonction des besoins :

- Le nettoyage de l'écrémeur, est effectué au moins 4 fois par jour lors de la période d'inflation des vessies natatoires ;
- Le siphonnage des bassins est effectué tous les 2 jours de J4 à J11 puis 1 fois par jour avec remise des animaux vivants en élevage ;
- Le nettoyage et rinçage des crépines sont réalisés 2 à 4 fois par jour.

Résultats

Paramètres environnementaux

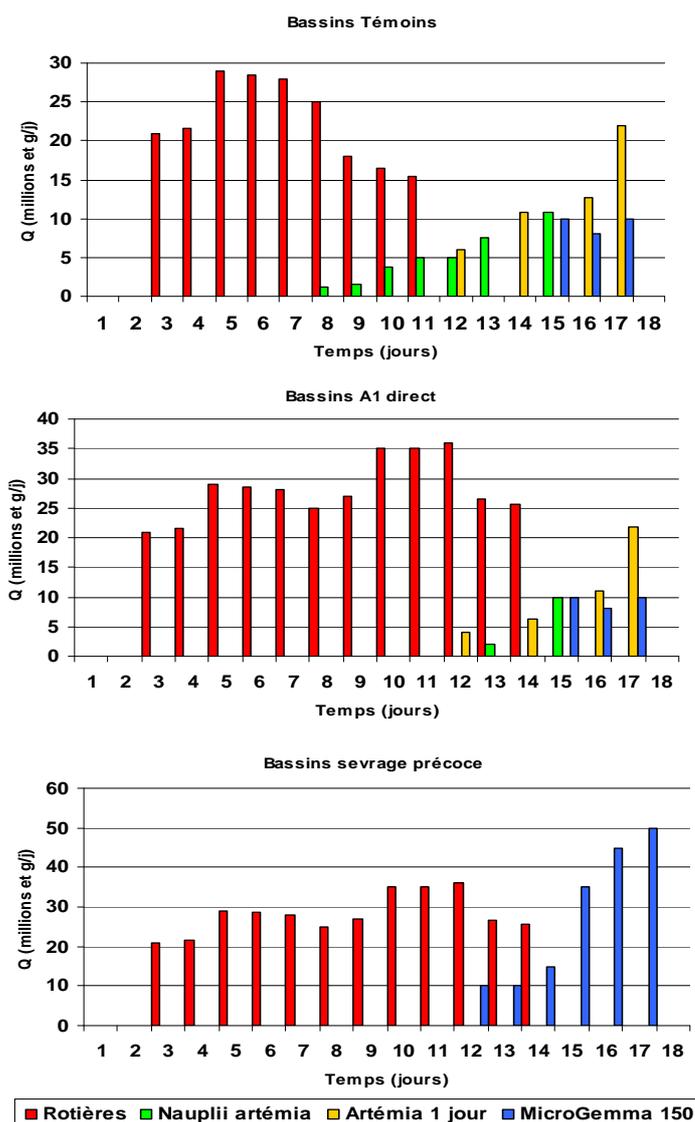
Les valeurs moyennes de ces paramètres sont résumées dans le tableau 6 ci-dessous :

Tableau 6 : Valeurs moyennes des conditions environnementales

Paramètres	Moyenne	± I. C.	Mini	Max
Température	28,7	0,1	28,3	29,1
PH	8,2	0,04	8,0	8,3
Débit d'eau (1 mn ⁻¹)	0,9	0,2	0,6	1,7

Alimentation

Les figures 1, 2 et 3 présentent les quantités moyennes par bassin des différentes proies distribuées en fonction de l'âge. Le protocole alimentaire a parfaitement pu être suivi notamment dans la phase d'alimentation sur rotifères ou les quantités n'ont jamais été limitantes.



Figures 1, 2 et 3: Quantités moyennes de proies par bassin

Dans cette phase le suivi des concentrations en proies réalisé le matin avant la première distribution manuelle donne une valeur moyenne de $5,2 \pm 1$ rotifères ml⁻¹ pour les 3 bassins témoins et $7,3 \pm 2$ rotifères ml⁻¹ pour les 5 bassins sur la séquence longue en rotifères (BRAI et BSP).

Au cours de la période de production d'artémia, la perte de la culture de A1 aux jours 13 et 15, ne nous a pas permis de réaliser totalement le protocole prévu. Une compensation partielle a pu être réalisée avec la production de nauplii du jour sur les 6 bassins concernés (BT et BRAI), mais les rations distribuées ces deux jours ont été réduites par rapport aux

quantités théoriques de A1 qui auraient dues être distribuées.

Les quantités totales de chaque type de proies utilisées pour chaque réplicats sont résumés dans le tableau 7 ci-dessous :

Tableau 7 : Bilan des quantités des différentes proies utilisées

Type de proies	Séquence « standard »	Séquence « rotifère longue + A1 »	Séquence « rotifère longue + sevrage précoce »
Nom des bassins	BT	BRA1	BSP
Nb bassin	3	3	2
N° Bassin	1 3 6	2 5 7	4 8
Rotifères (millions)	610	1 015	710
Nauplii artémia Inve AF (millions)	104	36	
Artémia pré-grossis Salt Creek (millions)	154	129	
Micro-Gemma 150 / 300 (g)	105	105	384

La production totale de rotifères ($2\,335\,10^6$) représente une production moyenne journalière de 230 millions de rotifères réalisée grâce à la production de 2 bacs de cultures de 200 litres. La quantité totale de cystes mis en incubation pour la production de nauplii est de 390 g et atteint 3200 g pour la production de d'artémia prégrossis.

La survie

La survie moyenne enregistrée au jour 18 est présentée par réplicat sur la figure 4 entourée de son intervalle de confiance.

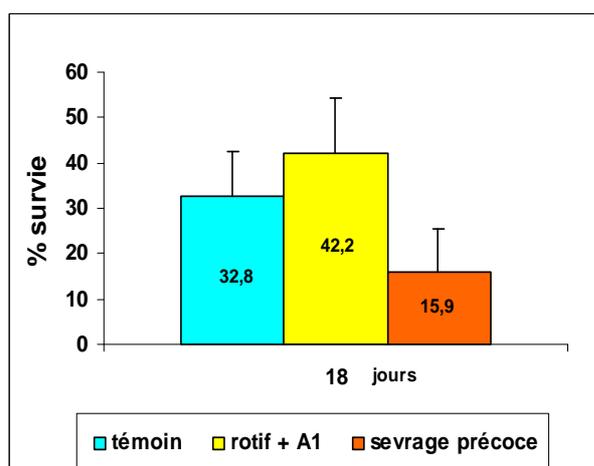


Figure 4 : Valeurs moyennes de survie par traitement

Ces résultats se caractérisent par une hétérogénéité importante avec, dans les deux triplicats, un bassin des trois bassins qui

Les valeurs moyennes sont comprises entre $15,9 \pm 9,5$ % pour les 2 bassins BSP et $42,2 \pm 12,3$ % pour les bassins BRA1. La valeur est de $32,8 \pm 9,9$ % pour les bassins BT.

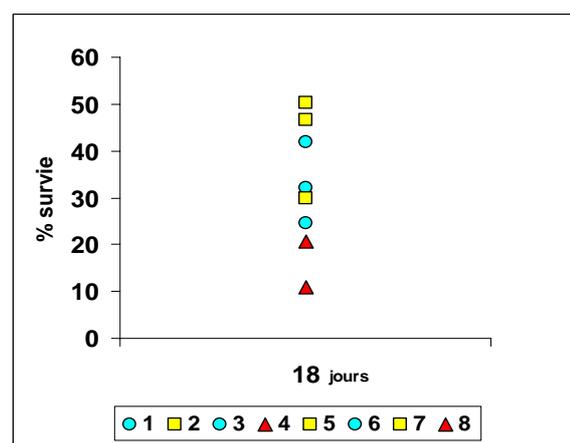
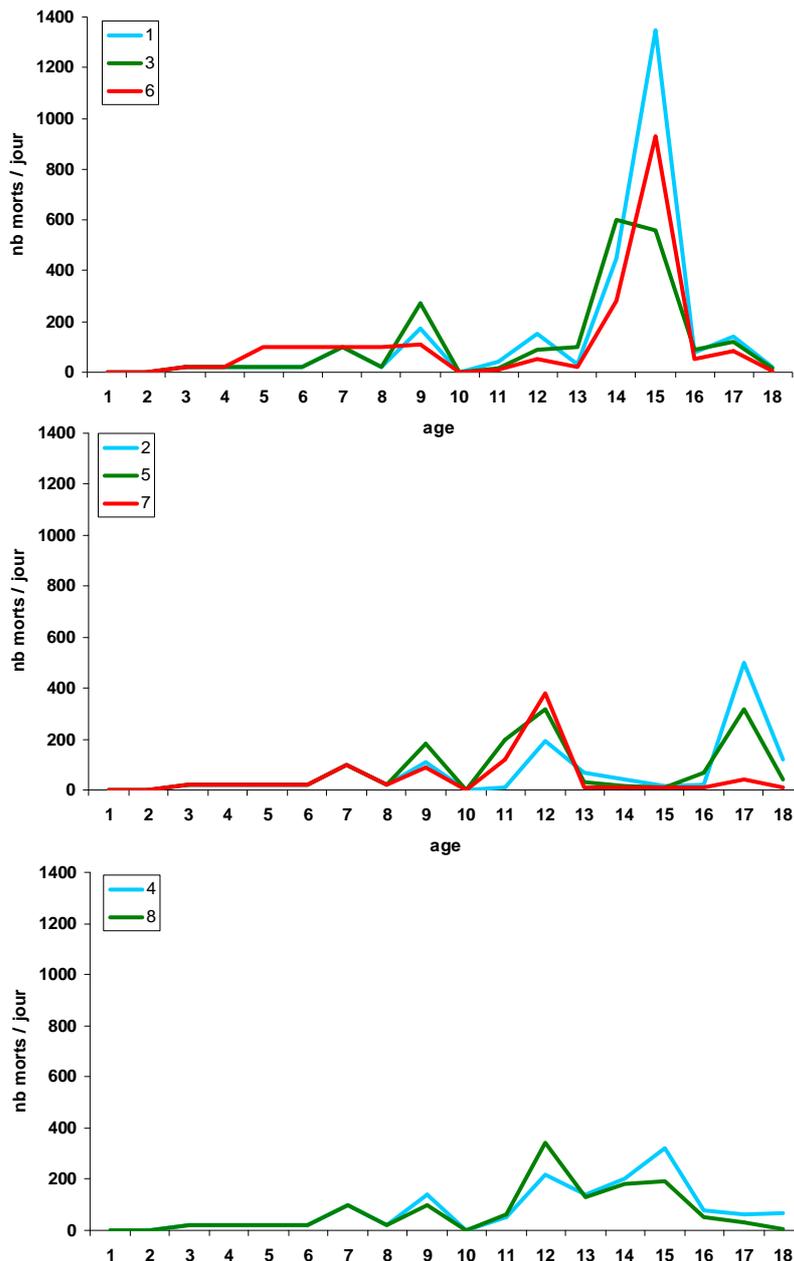


Figure 5 : Valeurs de survie sur les 8 bassins

présente une survie nettement plus faible que les deux autres comme le montre la figure 5.

Il faut noter que les bassins qui présentent les valeurs les plus basses dans chaque réplicats, (n° 6, 7 et 8), sont les bassins situés côte à côte dans la 2^{ème} travers d'élevage (2 travers de 4 bassins).

L'évolution de la mortalité par bassin et par réplicat conduisant à ces résultats de survie moyenne est présentée par les figures 6, 7 et 8.



Figures 6, 7 et 8: Evolution de la mortalité journalière par bassin et par traitement

Les courbes des bassins BT (1 3 6) présentent un pic de mortalité très marqué au jour 15 (14 + 15 pour le bassin 3). Avant cette période, nous notons une augmentation de la mortalité au jour 9 sur les 3 bassins et une mortalité plus importante relevée sur le bassin 6 à partir du jour 5. De façon globale, l'évolution est similaire et seule l'amplitude entre ces bassins est différente.

Sur les bassins BRAI nous retrouvons une mortalité au jour 9 suivi de 2 pics au jour 12 et 17 dont l'amplitude est différente en fonction des bassins (très faible au jour 17 pour le bassin 7).

Enfin sur les 2 bassins BSP, l'évolution de la mortalité est similaire et ressemble aux trois bassins précédents jusqu'au jour 12 et présente ensuite un plateau entre ce jour et le jour 16.

Lors du transfert vers les installations d'alevinage au jour 18, la mortalité a quasiment disparu de l'ensemble des bassins.

La croissance et l'hétérogénéité des lots

La croissance en longueur au cours du temps de l'ensemble des 8 bassins est présentée par la figure 9. Les bassins présentent une évolution similaire jusqu'au jour 8, période pendant laquelle ils reçoivent une alimentation identique à base de rotifères exclusivement. A partir de ce jour, la croissance des bassins témoins qui reçoivent des nauplii d'artémia présente une pente supérieure à l'ensemble des autres bassins qui reçoivent toujours exclusivement des rotifères jusqu'au jour 12. A partir de ce jour, l'apport d'artémia prégressis permet aux bassins BRAI de présenter une croissance supérieure aux bassins BSP en début de passage sur micro-particules.

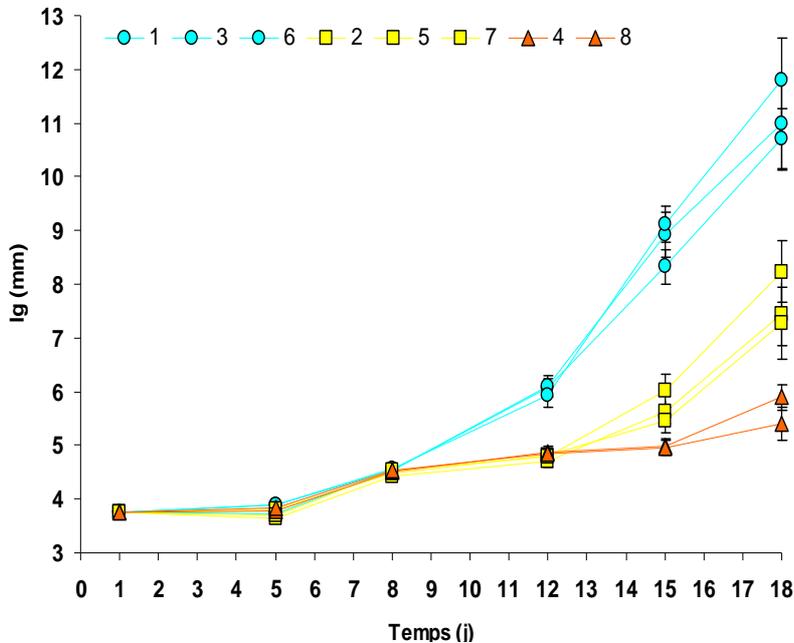


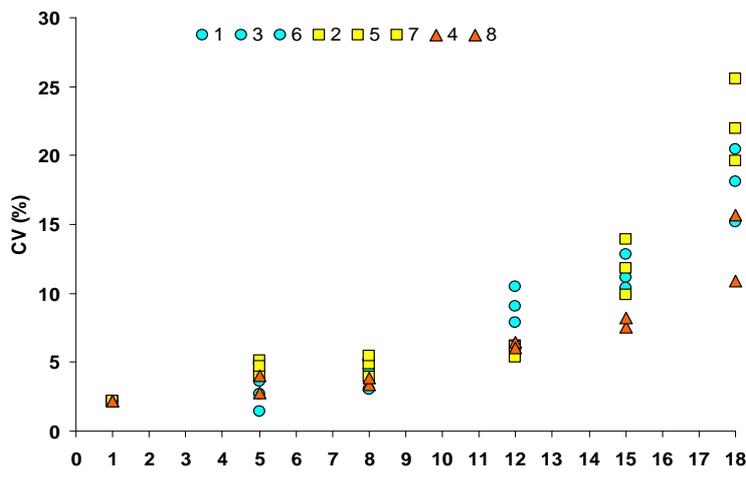
Figure 9 : Evolution de la longueur moyenne des larves des 8 bassins

Au jour 18, l'analyse statistique de la longueur moyenne au sein des réplicats ne présente pas de différence significative ($P_{\text{témoin}} = 0,68$, $P_{\text{Rotif} + \text{AI}} = 0,75$, $P_{\text{sevrage précoce}} = 0,14$).

A ce jour d'élevage, une différence significative sur la longueur est observée entre les différents traitements ($P < 0,0001$).

L'évolution du coefficient de variation de la longueur moyenne au cours du temps est présentée sur la figure 10. Plusieurs tendances se dégagent de cette représentation :

- ✓ Jusqu'au jour 8, comme pour la croissance, les 8 bassins présentent des valeurs similaires ;



- ✓ Au jour 12, la forte augmentation de croissance enregistrée sur les bassins BT qui reçoivent des nauplii d'artémia se traduit également par une augmentation du C.V. supérieure aux 5 autres bassins élevés sur rotifères.

Figure 10 : Evolution du C.V. des longueurs des 8 bassins au cours du temps

- ✓ Au jour 15, le même phénomène apparaît sur les bassins *BRAI*;
- ✓ Au final (J 18), le lot témoin présente un C.V. moyen de 18 %, alors que celui des bassins *BRAI* qui atteint 22 % ;
- ✓ Sur les deux bassins en sevrage précoce, comme pour la survie, les valeurs du C.V. sont différentes d'un bassin à l'autre (11 et 16 %) et inférieures à l'ensemble des autres bassins.

Discussion

L'hétérogénéité des résultats obtenue au sein des réplicats empêche de conclure clairement sur l'effet du traitement sur la survie. Néanmoins d'une façon globale sur l'ensemble des bassins, les bons résultats obtenus sur ce paramètre au cours de cette expérimentation montrent en premier lieu l'effet positif du mode de gestion de la première alimentation des larves. Nous avons mis en évidence que des concentrations en rotifères maintenus en permanence entre 5 et 10 individus par ml permettaient aux larves de réussir leur entrée dans la vie trophique de façon homogène et efficace. Il semble également que la qualité des rotifères produits selon la méthode décrite (stockage au froid, enrichissement) n'ait pas posé de problème particulier au cours de cette expérimentation. Ceci devra être vérifié par l'analyse des échantillons conservés des différentes proies utilisées.

Les résultats de survie obtenus sur les bassins témoins ($32,8 \pm 9,9$ %) place cet élevage dans les meilleurs niveaux de survie obtenue sur la méthode de référence, niveau que nous avons eu du mal à atteindre au cours des derniers essais réalisés en 2008 avec en particulier des difficultés sur la production de rotifères.

Les survies importantes obtenues sur 2 bassins *BRAI* montrent également que cette voie devra être fouillée à nouveau car cette séquence semble permettre le passage plus facile des périodes critiques de l'élevage, en particulier la métamorphose. En effet, la comparaison des périodes de pics de mortalité avec les bassins témoins, montrent que le ralentissement de croissance (induit par un passage plus tardif sur artémia) se caractérise par l'arrivée de la période de métamorphose plus tardive avec des lots plus homogènes. C'est uniquement après la métamorphose, que la survie plus importante des alevins les plus petits provoquent l'augmentation du C.V.

Les résultats de survie concernant les 2 bassins en sevrage précoce sont hétérogènes (10 et 20 %) mais représentent une avancée importante sur cette méthode simplifiée d'élevage par



rapport à notre 1^{er} essai réalisé en 2007. A cet époque, les résultats de survie sont homogènes avec une moyenne aux alentours de 5%. La mise en œuvre d'un matériel spécifique (multiplication des points de distribution + aspersion de la particule en surface du bassin) comme le montre la photo ci-contre a joué un rôle très positif dans la prise alimentaire et dans la rapidité d'acceptation des particules par les larves.

En terme de croissance, les résultats sont proches de ceux obtenus précédemment sur cette séquence. Ils se caractérisent par une valeur beaucoup plus faible en fin de larvaire (6 mm contre 11 pour le témoin) avec l'arrivée de la période de la métamorphose beaucoup plus tardive dont le passage est favorisé par le sevrage des larves déjà réalisé. Nous avons montré en 2007 que comme pour de nombreuses espèces qui subissent ce sevrage précoce, une croissance compensatrice intervient ensuite et permet, dans le cas du *Platax*, de rattraper la croissance des lots témoins dès le jour 40 en phase alevinage.

Conclusions

Il sera intéressant lors de la poursuite des expérimentations menées dans la phase larvaire du Platax de retrouver une bonne reproductibilité des résultats de survie au sein des réplicats. Nous devons nous interroger sur nos méthodes d'estimation des populations (initiale et finale) et sur notre capacité à contrôler et reproduire l'ensemble des conditions environnementales dans les différents bassins expérimentaux.

Malgré cela, cette expérimentation a permis d'envisager d'importants progrès grâce aux résultats obtenus. Ces progrès qui passent par la maîtrise la plus grande de la séquence alimentaire doivent permettre le développement le plus harmonieux possible du plus grand nombre de larves au sein de la population.

Si la qualité et la mise en oeuvre des différents types d'aliments (vivants et inertes) qui composent le régime alimentaire larvaire du Platax est une priorité pour l'amélioration de notre référence d'élevage, il apparaît également que l'utilisation de larves issues de géniteurs de 1^{ère} génération (déjà réalisée) puis de générations de plus en plus domestiquées, représente le point important à faire évoluer pour espérer de possibles gains dans l'homogénéité des animaux produits.

Ces deux voies (nutritionnelles et génétiques) représentent en 2009 les axes de recherche prioritaires sur cette espèce dans la phase éclosion (reproduction et production d'alevins) du Platax.

Bibliographie

Baskerville-Bridges, B., Kling, L.J., 2000. Early weaning of Atlantic Cod (*Gadus morhua*) larvae onto a microparticulate diet. *Aquaculture* 189, 109-117.

Benetti, D.D., Orhun, M., Sardenberg, B., O'Hanlon, B., Welch, A., Hoenig, R., Zink, I., Rivera J.A., Denlinger, B., Bacoat, D., Palmer, K., & Fernando, C., 2008. Advances in hatchery and grow-out of cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture Research* n° 39 (pp, 701-711)

Benetti, D.D., Sardenberg, B., Welch, A., Hoenig, R., Refik Orhun, M., Zink, I., 2008. Intensive larval husbandry and fingerling production of cobia *Rachycentron canadum*. *Aquaculture* n° 281, (pp, 22-27)

Cahu, C., Zambonino Infante, J., Escaffre, A.M., Bergot, P., Kaushik, S., 1998. Preliminary result on sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae rearing with compound diet from first feeding. Comparison with carp (*Cyprinus carpio*) larvae. *Aquaculture* 169, 1-7.

Cahu, C., Zambonino Infante, J., 2001. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae. *Aquaculture* 200, 161-181

Cahu C., Zambonino Infante J.L., Barbosa V., 2003. Effect of dietary phospholipid level and phospholipid: neutral lipid value on the development of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae fed a compound diet. *Br. J. Nutr.* 90 (1): 21-28.

Callan, C., Jordaan, A., Kling, L.J., 2003. Reducing *Artemia* use in the culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture* 219, 585-595

Chatain B. et D. Covès, 1991. Current status of french intensive larval rearing techniques for sea bass and sea bream. Poster

Chatain B. 1994. Estimation et amelioration des performances zootechniques de l'élevage larvaire de *Dicentrarchus labrax* et de *Sparus Auratus*. Thèse de doctorat. Université de Marseille 2.

Covès D., 1992. Méthode d'élevage larvaire intensif de la Dorade , *Sparus auratus*, en circuit fermé. *Aqua revue* N°40.

Covès D. et E. Gasset, 1993. Gilthead seabream (*Sparus Auratus*) intensive larval rearing in closed system. Poster

Curnow, j., King, J., Bosmans, J., Kolkosvski, S., 2006. The effect of reduce *Artemia* and rotifer use facilitated by a new microdiet in the rearing of barramundi *Lates calcarifer* (BLOCH) larvae. *Aquaculture* 257, 204-213.

Falk CK, Benninghoff AD, Holt GJ, 2007. Ontogeny of the gastrointestinal tract and selected digestive enzymes in cobia *Rachycentron canadum*. *J. Fish Biol* 70: 567-583.

Fauvel C., Dagouret J.M., Nédélec G., 2005. Mise en place d'une échelle de maturité ovocytaire chez le « MOI » et le « Paraha peue ». Rapport final de convention N° 5.0015

Gasset E. 1991. Elevage larvaire du Loup *Dicentrarchus Labrax*. Standards d'élevage 1990-1991 à la station Ifremer de Palavas. MEREAA, 1991

Gasset E. et al. 2006. Méthode d'élevage larvaire du platax. 10p Ifremer, Aquapoly

Gasset E. et al, 2006. Protocole d'élevage larvaire du platax orbicularis. Cycle 2006-05. 8p Ifremer, Aquapoly

Gasset E et al, 2006. Définition d'un modèle d'élevage larvaire du Platax Orbicularis. Ifremer, 13p.

Gasset E. et D. Covès, 1993. Elevage larvaire de la Dorade en circuit fermé à l'échelle pilote. MEREAA, 1993.

Hamza N., Mhetli M., Ben Khemis I., Cahu C., Kestemont P., 2008. Effect of dietary phospholipid levels on performance, enzyme activities and fatty acid composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) larvae. *Aquaculture* 275: 274-282.

Holt GJ, Faulk CK, Schwarz MH, 2007. A review of the larviculture of cobia *Rachycentron canadum*, a warm water marine fish. *Aquaculture*, 268: 181-187.

Kolkosvski, S., Kowen, W., Tandler, A., 1997. The mode of action of *Artemia* in enhancing utilisation of microdiet by gilthead seabream *Sparus auratus* larvae. *Aquaculture* 155, 193-205

Niu J., Liu YJ., Tian LX, Mai KS., Yang HJ, Ye CX., Zhu Y., 2008.. Effects of dietary phospholipid level in cobia larvae: growth, survival, plasma lipids and enzymes of lipid metabolism. *Fish Physiol. Biochem*, 34: 9-17.

Ounais-Guchemann, 1989. Définition d'un modèle d'élevage larvaire intensif pour la Daurade *Sparus Auratus*. Thèse de doctorat. Université de Marseille 2.

Petton B., 2002. Les phases précoces de l'élevage de l'Ombrine *Sciaenops ocellatus*. ARDA, Rapport d'activité 2002.

Petton, B., Falguiere, J.C., 2006. Total replacement of *Artemia* with artificial microbound diets in larval culture of Red drum *Sciaenops ocellatus* in Martinique. Poster. Rencontre Aquacole Martiniquaise, Novembre 2006.

Remoissenet G., Tchepidjian B., Tamata T., Joufoques V., Cochenec-Laureau N., Nédélec G., 2006. Maitrise technique de la production de poissons lagunaires. Rapport final de convention N° 4.0021.

Sekoa M., kurata M., Hatanaka Y., Biswas AK., Ji SC., Kumai H., 2007. Possible nutrients in *Artemia* affecting the larval growth of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis*. *Aquacult. Sci.* 55: 55-64.

Sekoa M., Kurata M., Tamagawa R., Biswas AK., Biswas BK., Yong ASK., Kim Y-S., Ji S-C., Takii K., Kumai H., 2008. Dietary supplementation of salmon roe phospholipid enhances the growth and survival of Pacific bluefin tuna *Thunnus orientalis* larvae and juveniles. *Aquaculture* 275: 225-234.

Sorgeloos, P., Dhert, P., Candreva, P., 2001. Use of the brine shimp, *Artemia* spp, in marine fish larviculture. *Aquaculture* 200, 147-159

Tamata T., 2006. Etat de l'art de l'élevage larvaire du Paraha peue. SPE, 26p.

Tian, X., Qin, J.G., 2004. Effects of previous ration restriction on compensatory growth in barramundi *Lates calcarifer*. *Aquaculture* 235, 273-283.

La production, l'enrichissement et la gestion de l'alimentation de rotifères (*Brachionus plicatilis*) pour l'élevage larvaire du Paraha peue.

E. Gasset, février 09

Introduction

En août 2007, une « Méthode de production de rotifères (*Brachionus plicatilis*) pour l'élevage larvaire de *Platax orbicularis* » est décrite par Gasset et al, (2007) après plusieurs mois d'expérimentation. Cette méthode met en avant les éléments suivants :

- ✓ la qualité biologique des proies : gestion rigoureuse de l'environnement d'élevage et de l'alimentation ;
- ✓ la fiabilité : maintien de bonnes conditions environnementales et limitation du développement de la flore bactérienne ;
- ✓ coût de production : concentrations importantes en élevage permettant une rationalisation des volumes de productions installés.

En 2008, plusieurs expérimentations larvaires sont perturbées suite aux difficultés de mise en œuvre de la procédure de production décrite dans le rapport cité ci-dessus.

Afin de pouvoir lancer des expérimentations larvaires basées sur un approvisionnement en rotifères de qualité irréprochable et en quantité non limitante, il nous apparaît indispensable de remettre en œuvre notre procédure de production de rotifères de façon plus expérimentale en menant chaque bassin de production en duplicat afin de lever et/ou de mieux cerner les points qui ont pu poser des problèmes lors des dernières productions.

La méthode de production utilisée (annexes 1 et 2)

Gestion de la souche

La souche de rotifères est maintenue dans 2 erlen de 0.5 litres. Ces volumes sont conservés dans un endroit éclairé, avec un léger apport d'air et un nourrissage de quelques gouttes d'algues concentrées tous les jours. Une fois par semaine, 1/5^{ème} de cette souche est repiqué pour redémarrer un nouveau volume propre.

Montée en puissance

- De l'erlen souche à un erlen de 2 litres : un prélèvement de 400 ml de l'erlen souche (4/5^{ème}) est effectué lorsque la concentration est proche de 400 rotifères par ml. Le volume de l'erlen est ajusté à 2 litres. Il reçoit quelques gouttes d'algues concentrées

- Passage de 2 à 5 litres : une fois tamisés grossièrement, ces 2 litres permettent de démarrer un erlen de 5 litres qui est géré de façon identique. Après quelques jours, les 5 litres (environ $2 \cdot 10^6$ rotifères) sont tamisés et permettent de lancer 50 litres de cultures dans un bac de 200 litres.
- Passage en bac de 200 litres : le démarrage de ce bac est réalisé avec la totalité de l'erlen de 5 litres dans un volume de 50 l (environ $40 \text{ rotifères.ml}^{-1}$). Le volume du bac est progressivement augmenté au cours de cette période pour atteindre 200 litres. Tout au long de cette période, le bac reçoit une ration quotidienne d'algues d'environ 2 g par million de rotifères en deux repas.

Gestion des bacs de production

A l'issue de cette période de montée en puissance, le bac de 200 litres dont la concentration est aux alentours de 500 rotifères par ml permet l'entrée en phase de production.

La méthode de production fonctionne sur le principe de la gestion alternée des bacs de culture. L'unité de production est composée de 3 bacs dont la gestion est décalée d'un jour.

Le premier jour, le bac 1 est utilisé pour produire les besoins de l'élevage larvaire du jour. Le bac est filtré en totalité grâce à un collecteur cylindro-conique équipé d'une maille de $45 \mu\text{m}$. Il est redémarré avec une quantité minimale de 100 millions de rotifères placés dans 150 litres d'eau. Le surplus correspond à la production du bac (soit 60 millions pour une concentration de 800 rotifères par ml).

Le nourrissage de ce premier jour se compose d'une ration d'algue distribuée juste après la filtration à raison de 0.26 g/l (40 g d'algues pour 150 litres).

Ce même jour, le volume du bac 2 démarré la veille avec 100 millions de rotifères est augmenté de 50 l pour atteindre 200 l de volume total. Le nourrissage de ce bac se compose d'une ration d'algue distribuée juste après le remplissage à raison de 0.20 g/l (40 g d'algues pour 200 litres).

Enfin, ce jour là, le bac 3 reçoit une ration d'algues à raison de 0.20 g/l (40 g d'algues pour 200 litres).

Les jours suivants, les mêmes opérations sont réalisées en décalant les différents bacs.

L'alimentation

La ration alimentaire quotidienne est composée en deux types repas. Nous l'avons vu plus haut, le premier repas du jour est la distribution d'algues concentrées (Nannochloropsis sp, $6,8 \cdot 10^9$ cellules par ml, Instant Algae®) qui est réalisée dès que les différentes manipulations sont terminées sur les bassins.

Le deuxième repas qui débute en fin d'après midi se compose d'un mélange de levure de boulanger et d'enrichissement Easy DHA Selco (Inve®). Ce deuxième repas est distribué en continu jusqu'au lendemain matin grâce à une pompe péristaltique. La levure et l'enrichissement sont mixés dans un volume d'eau douce ajusté à la durée et à la vitesse de distribution. La quantité distribuée est de 20 g de levure et 5 g d'enrichissement par jour.

Dans le cas de l'utilisation des rotifères en larvaire, la veille de la production le bassin qui sera filtré le lendemain reçoit alors 5 g de levure et 15 g d'enrichissement.

Tableau 1 : Récapitulatif de l'alimentation sur les différents jours d'élevage

	Jour 1	Jour 2	Jour 3
Actions	Filtration totale, production et nourrissage.	Augmentation de volume et nourrissage.	Nourrissage
Algues (g/j)	40	40	40
Levures (g/j)	20	20	5
Enrichissement (g/j)	5	5	15

Ces rations s'entendent pour des concentrations en rotifères élevées telles que décrites plus haut et devront être revues à la baisse en cas de cultures moins intensives.

Gestion des rotifères produits pour les besoins d'un élevage larvaire

- ***Gestion des rotifères produits*** : La quantité totale de rotifères produits est divisée en 2 parts inégales ($1/3 + 2/3$) :
 - La première part ($1/3$ du total) correspond au total des rations qui vont être fournies aux larves au cours des 8 heures d'alimentation manuelle. Cette quantité (enrichie pendant la nuit précédente dans le bac de production) est stockée au froid (12 à 15°C) après rinçage, grâce à des bouteilles congelées changées toutes les 2 heures, dans une cuve de 40 litres. La distribution de ces rations débute à 8h30 par une ration de 2 millions par bassin. Elle est suivie par trois distributions de 1 million chacune données toutes les 2 heures jusqu'à 16h30 inclus. Le total distribué ($1/3$ de la ration quotidienne) sur 8 heures ($1/3$ de la période de jour) est donc équivalent à 6 millions de rotifères par bassin.
 - Les $2/3$ de rotifères restant mis le matin dans le bac d'enrichissement sont récoltés et rincés en fin de journée (vers 16 heures). Ils représentent la quantité qui sera distribuée en continue par la pompe péristaltique entre 16h30 et 8h30 le lendemain. Le débit de la pompe est calculé en fonction du temps de distribution (16 heures) et du volume de stockage des proies (20 litres par bassin). Ce système doit permettre de maintenir une concentration suffisante de proies dans les bassins pour permette aux larves de se nourrir en permanence. Pour le tube de pompe que nous utilisons (Bioblock, purple-orange) la pompe est réglée à 17 %.
- ***Enrichissement*** : La veille de sa récolte le bac de culture de rotifères reçoit une dose d'enrichissement de Easy DHA Selco® de 15 g. Le lendemain les rotifères produits (ceux qui seront distribués en fin de journée) reçoivent une dose journalière d'enrichissement de 0.3 g/million de Easy DHA Selco® distribuée en une fois juste après la récolte des rotifères et le passage dans ce bac d'enrichissement.

Matériels

La mise en œuvre de ce protocole de production de rotifères nécessite des installations et du matériel spécifique qui doit être maintenu dans un état de propreté irréprochable. Pour 2 m^3 de volume de bassin larvaire, le nombre des différents volumes de production de rotifères est :

- ✓ 3 × 0.5 litre,
- ✓ 3 × 2 litres,
- ✓ 3 × 5 litres
- ✓ 3 × 200 litres.

La filtration est effectuée par tamisage avec un collecteur cylindro-conique équipé d'une maille de 45 µm. Cette porosité retient les rotifères et permet le nettoyage de la culture lors des rinçages qui sont effectués avec de l'eau de mer filtrée à 1µm avec désinfection aux U.V.

Les conditions expérimentales

La méthode décrite plus haut est appliquée lors de cette expérimentation qui se caractérise par le fait que chaque bassin est mené en duplicat. C'est donc 6 bassins de 200 litres qui sont utilisés et gérés par couple.

Estimations de la population

Tous les matins, l'estimation de la population est réalisée par comptage sur cuve de Dollfuss. Un prélèvement de 5 ml est réalisé directement dans le bassin est dilué dans 50 ml. Le comptage est ensuite effectué sur un volume de 1 ml prélevé dans les 50 ml après agitation.

Lors de cette estimation, des critères de qualité des cultures, comme la quantité de femelles avec œufs, la présence éventuelle de ciliés, l'activité motrice des rotifères, l'état de propreté de la culture (Matières En Suspension, MES), sont notés.

Conditions environnementales et suivi de l'élevage

La durée d'éclairage artificiel est de 24 heures assuré par des néons. La salinité est celle de l'eau de mer (proche de 35 ‰). La température de l'eau des bacs est fonction de la température extérieure. Elle est proche de 28 °C à cette période de l'année (Janvier). L'eau de mer est traitée (filtration sur sable, cartouches 25 et 10 µm, désinfection U.V.). L'air est filtré sur une cartouche de 1 µm.

L'entretien quotidiennement porte sur l'état de propreté de la culture (particules ôtées à l'épuisette), le dégraissage et désinfection du bac après filtration totale, la chloration et le rinçage des canalisations (tube cristal) et des volumes de stockage utilisés pour le nourrissage en continu.

Durée de l'expérimentation

Cette expérimentation est menée sur une durée correspondant à la mise en œuvre d'une production de rotifères pour un élevage larvaire (qui est d'ailleurs mené en parallèle), soit environ 45 jours.

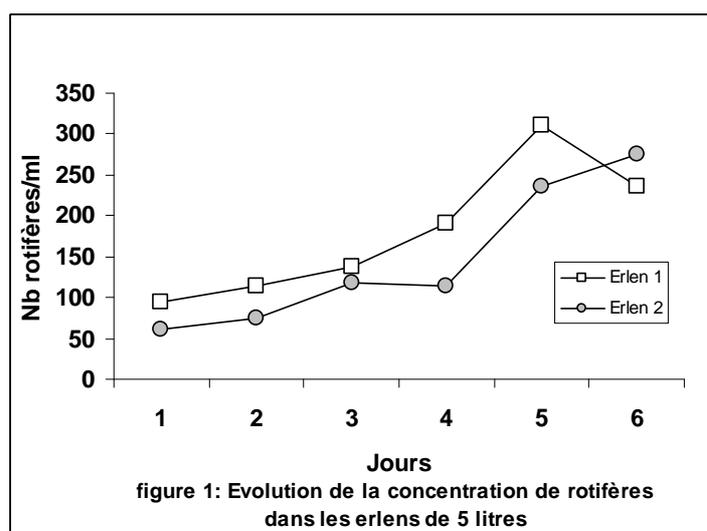
Résultats expérimentaux

La température moyenne relevée dans un bassin le matin est de $28,8 \pm 0,2$ °C.

La montée en puissance des volumes (dates et durée) lors de l'expérimentation est schématisée par le tableau 2 ci-dessous :

Bac	Tableau 2 : Date et durée de chaque étape		
	2A et 2B	1A et 1B	3A et 3B
Début Erlen 5 litres	le 17/12 (J -29)		
Démarrage 50 litres	le 21/12 (J -25)	le 5/01 (J -11)	le 9/01 (J -8)
Début filtration	le 12/01 (J -3)	le 13/01 (J -3)	le 15/01 (J -2)
Début production	le 15/01 (J 0)	le 16/01 (J 0)	le 17/01 (J 0)
Vidange	le 15/02 (J 21)	le 31/01 (J 15)	le 1/02 (J 15)

Chaque bassin estensemencé grâce à un erlen de 5 litres. L'évolution de la concentration dans les erlens utilisés au démarrage des bacs 2A et 2B (entre le 17/12 et le 22/12) est présentée par la figure 1.



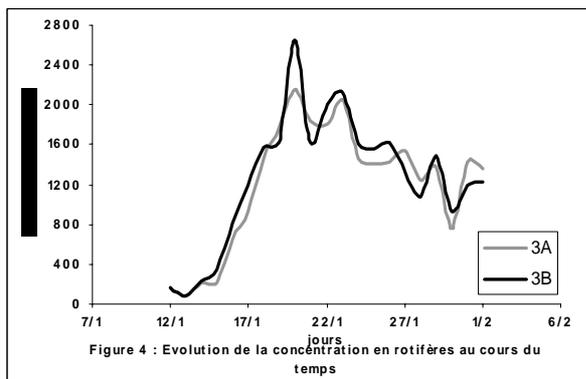
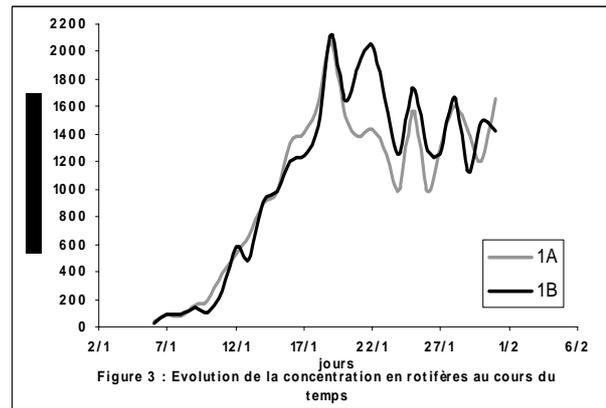
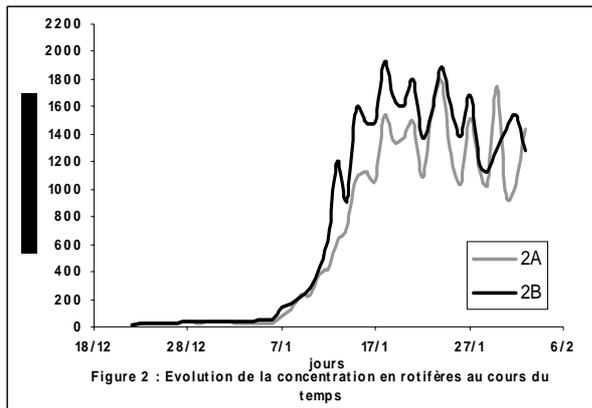
Après 6 jours de culture la concentration proche de 250 rotifères par ml permet de démarrer les bassins avec 1,2 à 1,4 million de rotifères. Une évolution similaire est obtenue sur l'ensemble des erlens ayant été mis en culture pour le démarrage des 4 autres bacs de 200 litres.

Le tableau précise la durée de chaque étape de la montée en puissance en prenant comme J0 le début de la production des bacs. Entre le démarrage de la production

(J0) et le démarrage des bacs à partir de l'ermen, la durée est comprise entre 8 et 11 jours pour les doublets 1 et 3. Le doublet 2, montre quand à lui une durée supérieure qui s'explique par le fait que les 2 bacs sont maintenus en stand-by (faible nourrissage, pas d'augmentation du volume) entre le 21/12 et le 5/01 et ne sont réellement remis en route qu'après cette date. La durée de cette phase redevient alors pour ce doublet proche des 2 autres.

La production de rotifères est maintenue pour les besoins de l'élevage larvaire dont la séquence sur rotifères testée est particulièrement longue (jusqu'à J14) et pendant une semaine supplémentaire pour le doublet 2A et 2B.

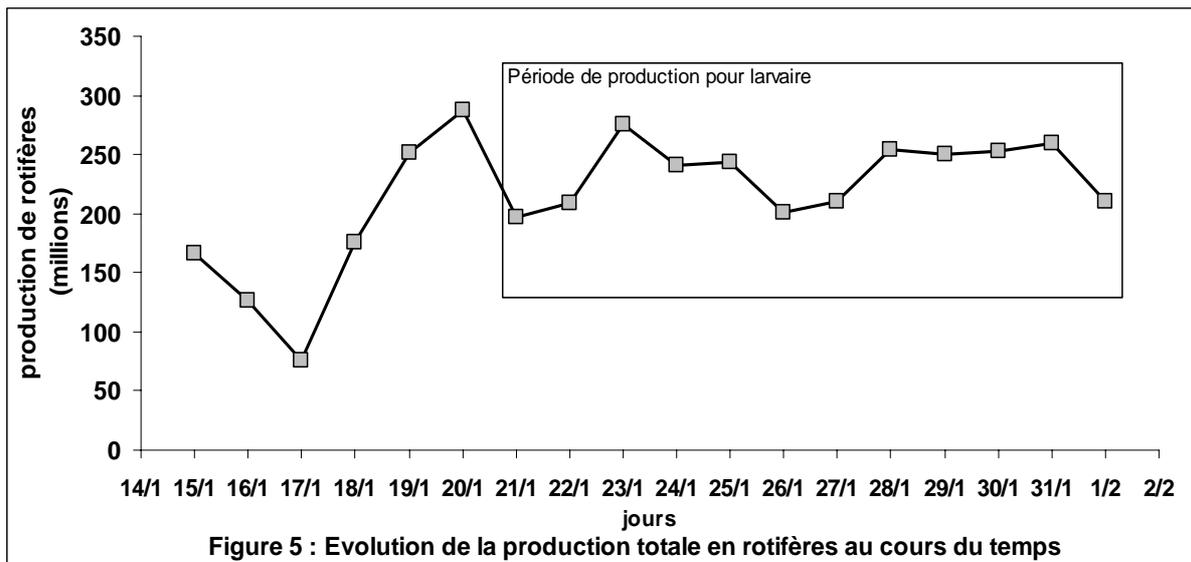
Les évolutions des concentrations en rotifères de l'ensemble des 6 bassins est présentée sur



les figures 2, 3 et 4. Les concentrations moyennes se situent entre 1200 et 1400 rotifères par ml à partir de la première filtration. Les fluctuations enregistrées d'un jour à l'autre sont induites par la diminution de rotifères dans le bassin après la production. Le doublet 3 présente une allure légèrement différente aux deux autres avec d'abord un pic plus important et une stabilisation des concentrations plus lente après le démarrage de la production.

Le taux moyen de femelles avec au moins un œuf est proche de 20 % avec les valeurs les plus importantes (jusqu'à 60 %) lors de la phase de montée du bassin (avant production) sur algues uniquement.

La production journalière débute le 15/01 alors que la production pour les besoins du larvaire démarre le 21/01 et se poursuit jusqu'au 1^{er}/02 comme le montre la figure 5 ci-dessous.



Sur cette période larvaire chaque doublet permet de produire en moyenne 234 millions de rotifères par jour. Cette production journalière correspond à un maximum de 35 % de la

quantité totale des rotifères présents dans le doublet le jour de sa production. Ceci permet de redémarrer les bassins après la production avec des quantités de rotifères toujours > à 150 millions par bassin.

Conclusions

La mise en oeuvre expérimentale de la méthode de production de rotifères décrite en 2007 a permis lors de cette essai d'apporter des réponses claires quant à sa validité.

Tout d'abord et dans nos conditions de température, les différentes durées de montée en puissance des cultures ont été précisées. A partir d'un erlen de 5 litres d'environ 6 jours, nous avons besoin une dizaine de jours pour entrer en production avec une fréquence de filtration totale tous les 3 jours.

Le suivi des valeurs de concentrations montre que :

- ✓ les doublets ont une évolution et une productivité similaire ;
- ✓ les cultures sont stables dans le temps (après le début de la période de production), aucun accident de production n'est enregistré ;
- ✓ cette méthode de culture permet la conservation de concentrations importantes (> 1200 rotifères par ml) sur de longue période.

L'extrapolation des résultats de productivité permet d'estimer à 100 millions de rotifères par jour la production de 3 bassins de 200 litres sans jamais faire chuter de façon critique le stock en élevage.

Enfin, les rotifères produits lors de cette expérimentation et enrichis suivant la méthode décrite plus haut ont permis dans l'expérimentation larvaire menée en parallèle de retrouver les bons niveaux de résultats de survie obtenus en 2007 pour la séquence l'alimentaire témoin et des résultats de survie encore jamais atteint sur une séquence alimentaire plus longue sur rotifères. Cela présage également de la bonne qualité des proies produites, qualité qui sera analysée ultérieurement.

Bibliographie

CAUSSE E., 2008. Présentation activité de GreenSea. Présentation orale, 20 diapos, Mayotte 2008

BOSMANS J., 2008. Optimisation de la culture des proies vivantes en éclosérie tropicale marine. Présentation orale, 57 diapos, Mayotte 2008

CONNAN J.P., DUTTO G., SOUCHET M., FALGUIERRE J.C., 2009. Production de rotifères *Brachionus plicatilis* avec un nouvel aliment Oriculture. Rapport du Laboratoire aquacole de Martinique.

GASSET E, TAMATA T., TEISSIER A., MAAMAATUAIAHUTAPU, DAVID R., JOUFAUQUES V., 2007. Méthode de production de rotifères (*brachionus plicatilis*) pour l'élevage larvaire de *Platax orbicularis*

COVES D., 2008. Méthode de production de Rotifères. Rapport provisoire, 4 pp, juin 2008

AUDINEAU P., COVES D., HAMEURY P.(1984). Production de proies vivantes, *Brachionus Plicatilis* et *Artémia Salina*, doc interne.

MENU B. (1998). *Brachionus Plicatilis* et *Artémia Salina*, production et utilisation en aquaculture.

POISSON F. (1990). Biologie et état actuel des techniques de production de masse des rotifères du genre *Brachionus*.

PETTON B., 2001 : Rapport d'activité 2001 des travaux menés à la Réunion. CP n°00/1213741/F

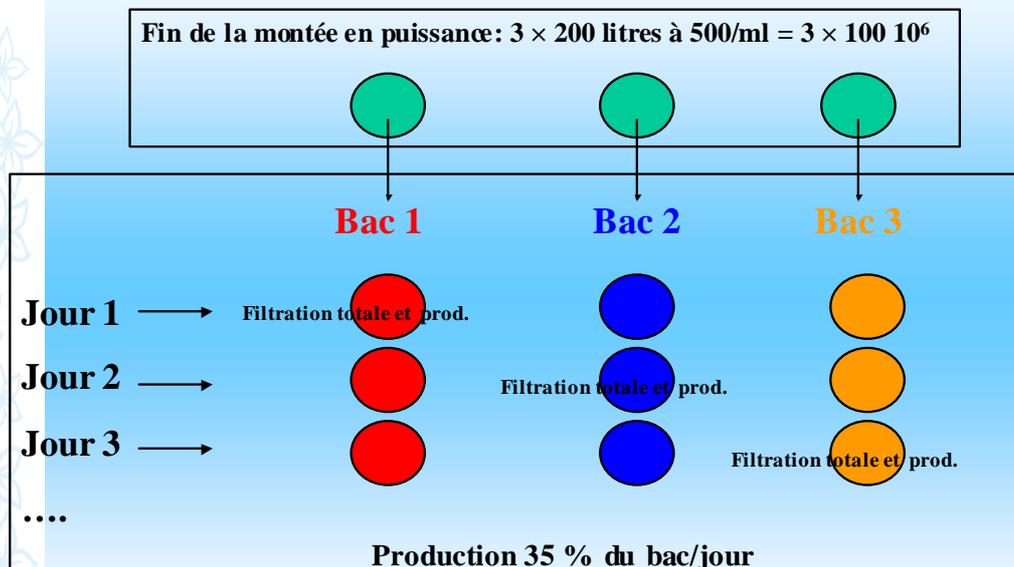
WACHTER N., 2003 : La production de rotifères en système bloom. Rapport Creufop. Ifremer Palavas 49pp.

<http://www.instant-algae.com/microalgae/index.htm> : Utilisation de concentré algal en aquaculture .

<http://www.tropicalfish.it/livefood/fitoplancton.htm> : Utilisation de proies vivantes en aquaculture.

Annexe 1

Rotifères: Phase de production



Salle de production de rotifères

Erlens 5 litres

Système d'alimentation

Bacs de culture



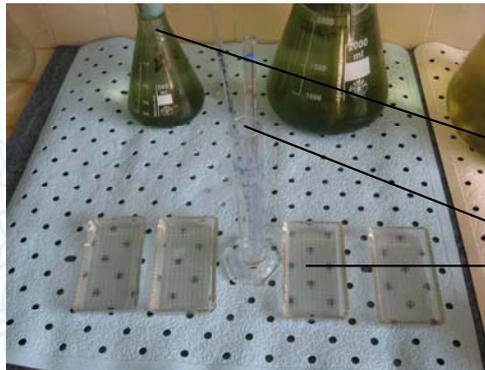
Système d'alimentation en continu pour levure et enrichissement

Pompe péristaltique

Enrichissement

Enrichissement pour bac produit le lendemain

Annexe 2



Maintien des souches et matériel de comptage

Souche 500 ml

Pipette 1 et 5 ml et cuve Dolplus

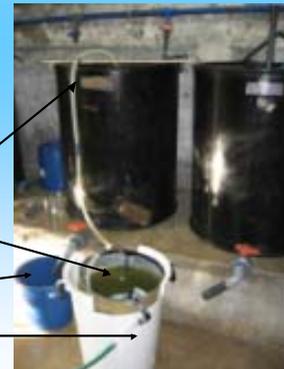
Système de filtration

Siphon et bac après décantation

Tamis 45 µm

Seau de purge (MES décantées)

Arrivée d'eau de mer filtrée



Stockage après filtration

Production pour larvaire (35 % max)

Quantité pour redémarrage bac



Perche de niveau et de purge

Positionnement du bulleur

Bilan synthétique de la phase de sevrage-nurserie chez *Platax orbicularis*, cycle 2008-01

1. Application du premier schéma alimentaire pour cette phase d'élevage issu de la synthèse des cycles précédents.
2. Production de larves pour les essais de transport à 1 g et 7 g.
3. Production de larves pour les essais de traitements anti-stress avant transfert en cage.

M. Maamaatuaiahutapu ¹, E. Gasset ², A. Teissier ¹, T. Tamata ¹, S. Dupieux ¹, V. Joufoques ¹, R. David ¹.

¹ - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

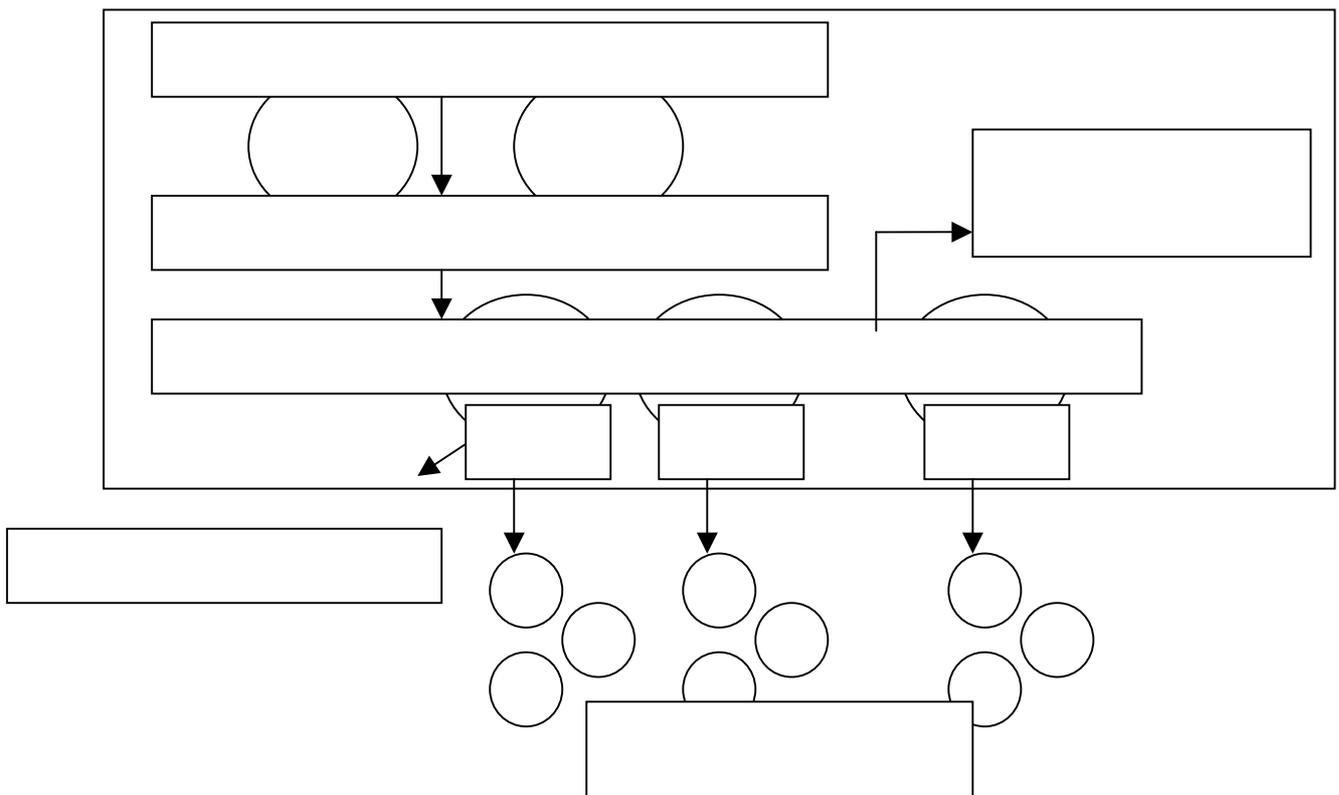
² - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98 719 TAHITI, Polynésie Française.

Objectif

Dans la continuité de l'élevage larvaire 2008 01 réalisé à partir d'une ponte fécondée d'un lot de géniteurs de 1^{ère} génération, G1B 0604, cette phase d'élevage consiste à produire un deuxième lot d'alevins de 2^{ème} génération (dont les parents sont différents du premier).

Par ailleurs, en fin de nurserie, l'effet de l'utilisation de différents produits « stimulants » sur le comportement, la survie et la croissance des alevins sera observé lors du passage en cage d'animaux d'un poids d'environ 7 g. (*confère protocole spécifique*). Des tests de transport seront également réalisés sur une partie de ces alevins de 1 g et de 7 g. (*confère protocole spécifique*)

. Schématisation de la gestion des bassins au cours du sevrage nurserie :



Origine des larves

Les larves sont issues du cycle larvaire 2008-01 réalisé en zone 3.6 dans 4 bassins larvaires de 250 litres. Elles sont transférées après un comptage manuel à J18. Elles sont ensuite regroupées dans les bassins de sevrage N1 et N2 comme le montre le tableau ci-dessous :

BAC	1	2	5	6	
Nombre de larves initiales	10 000	10 000	10 000	10 000	
Nombre de larves récoltées	1 642	1 949	2 026	1 836	
Survie (%)	16,4	19,5	20,3	18,4	
Poids Moyen (mg)	0,05	0,06	0,07	0,08	
IC					
Taille moyenne (mm)	11	12	13	12	
IC	1,08	0,58	0,58	0,56	
Destination	Sevrage - Nurserie				TOTAL
N1	872	845	1030	797	3 544
N2	735	1069	957	1000	3 761

Aliment

Les aliments utilisés sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Aliments	Fournisseur	Granulométrie µm
Micro gemma 300	Skretting	200 – 400
Gemma PG 0,3	Skretting	300 – 500
Gemma PG 0,5	Skretting	500 – 800
Gemma PG 0,8	Skretting	700 – 900
Néo supra Al 3 G	Le gouessant	1200

Les artémia de 1 jour (*Artemia salina*) utilisés en début de sevrage sont des Salt Creek, enrichis avec du Super Selco (1g/million/jour en 2 repas). Ils sont récoltés le matin et maintenus au froid sous bullage à une densité maximale de 0.5 million par litre.

Ce cycle a également permis de faire le distinctif entre la quantité d'aliment distribuée et celle théoriquement ingérée. En effet, le reste de granulé retrouvé chaque jour sur les distributeurs à tapis étaient systématiquement récupéré et pesé. Ceci dans le but d'obtenir un indice de conversion le plus représentatif possible.

Les bassins d'élevage

Les bassins sont en scobalite noir, cylindriques à fond plat d'un volume utile de 1 500 litres.

Ils sont équipés :

- ✓ d'une crépine centrale de maille de 2 mm puis 4 mm.
- ✓ d'une perche de niveau extérieure,
- ✓ d'une arrivée d'eau de mer (Ø 32) sortant d'une colonne de dégazage (Ø 160),

- ✓ d'un tube d'aération flexible microporeux,
- ✓ de deux écrémeurs de surface (qui n'ont cependant pas été utilisés),
- ✓ de deux distributeur à tapis.

L'équipement complémentaire de chaque bassin est composé d'un balai, d'une époussette à maille fine, d'un siphon et d'un seau.

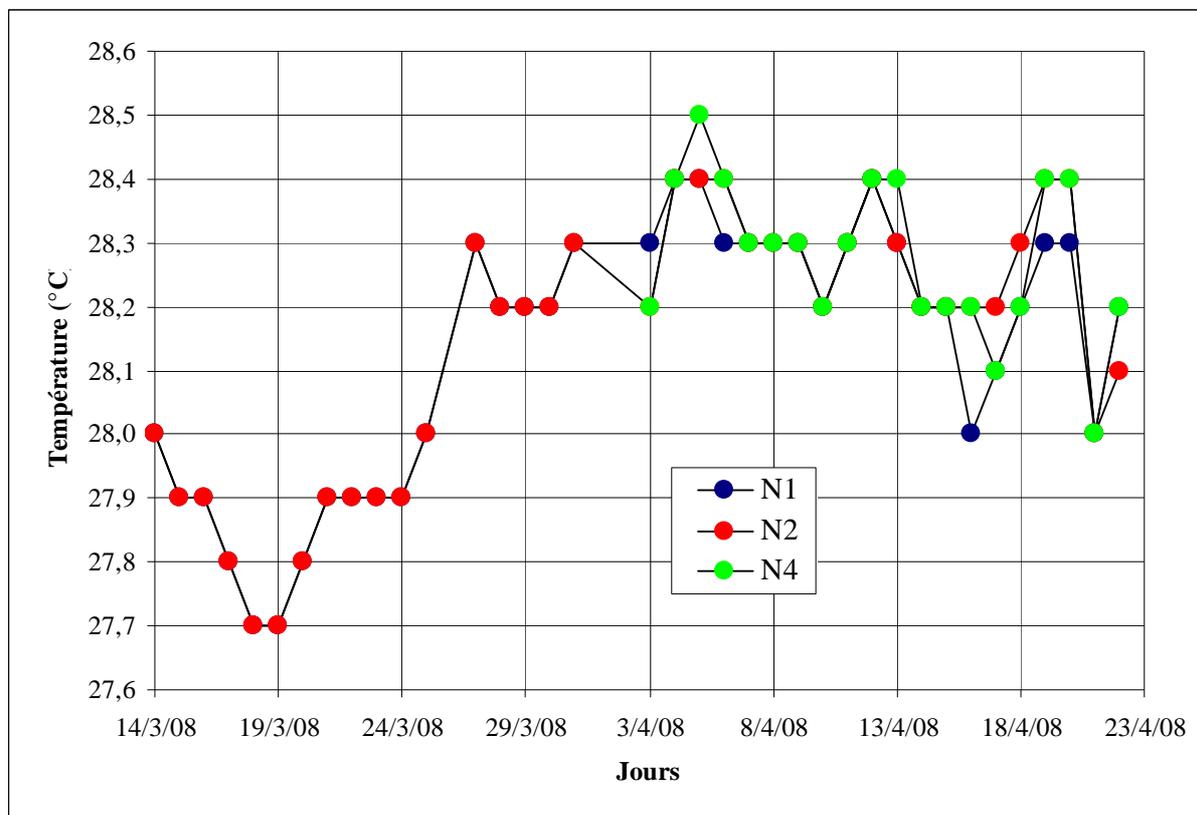
Résultats

L'ensemble des données d'élevage est stocké sur le disque réseau N dans le fichier « bilan sevrage-nurserie 2008-01 ». Les prélèvements d'animaux initiés lors de l'élevage larvaire pour l'étude de l'ontogenèse du système lymphoïde chez le platax se sont poursuivis jusqu'à J 36 durant la phase de sevrage-nurserie.

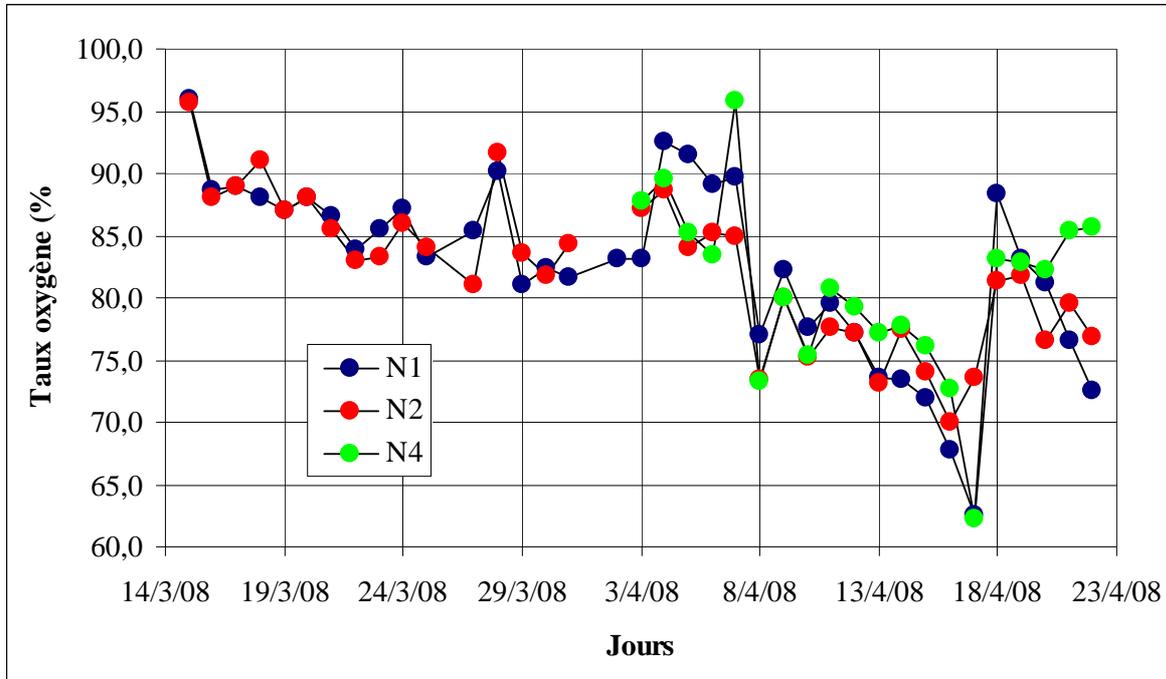
Lorsque le poids des animaux atteint 1,45 g le 02/04, les animaux sont triés sur les deux mailles de tri (24 et 26 mm) pour éliminer la tête et la queue des lots. A partir de là, trois bassins sont maintenus en élevage jusqu'à la sortie en cage.

Les paramètres environnementaux :

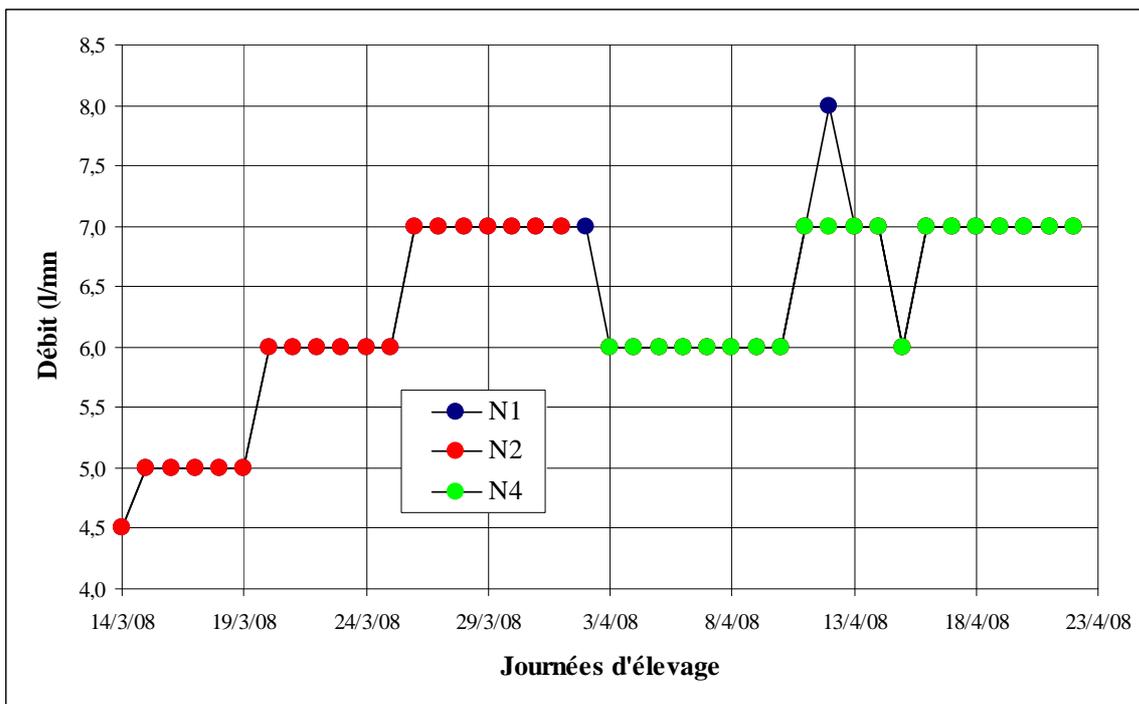
- La température : Celle-ci est inférieure à 28 °C en début d'élevage (minimum de 27,7 °C) pour finalement se maintenir au dessus de cette valeur à partir de J 28 (le 25/03). La température reste homogène entre les bassins.



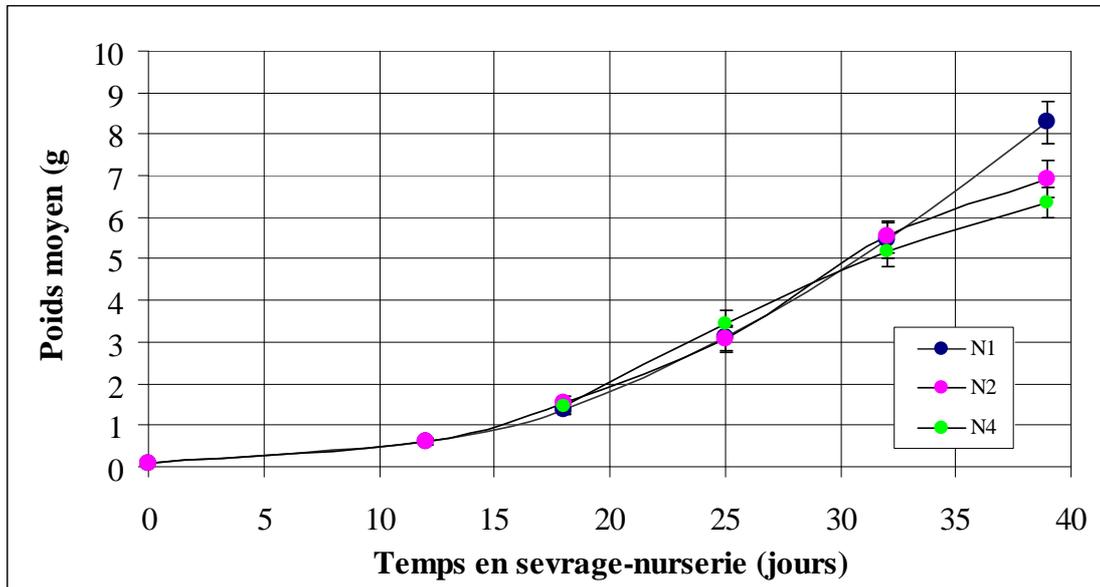
- L'oxygène : Les débits d'eau et d'air doivent permettre de maintenir un minimum de 80 % de la saturation, soit environ 5 mg/l au minimum. Ce seuil n'est dépassé qu'à J 42 (le 08/03) avec une chute jusqu'à 63 % de la saturation le 17/04 sur 2 bassins. En général, l'objectif de maintien du taux d'oxygène vers 80 % par bassin est respecté durant la totalité du cycle.



- Le débit d'eau : Le débit est fixé à 5 litres en 15 secondes en début de sevrage (80 % du volume par heure) et à atteint 1700 l/h en fin de nurserie (113 %/h)

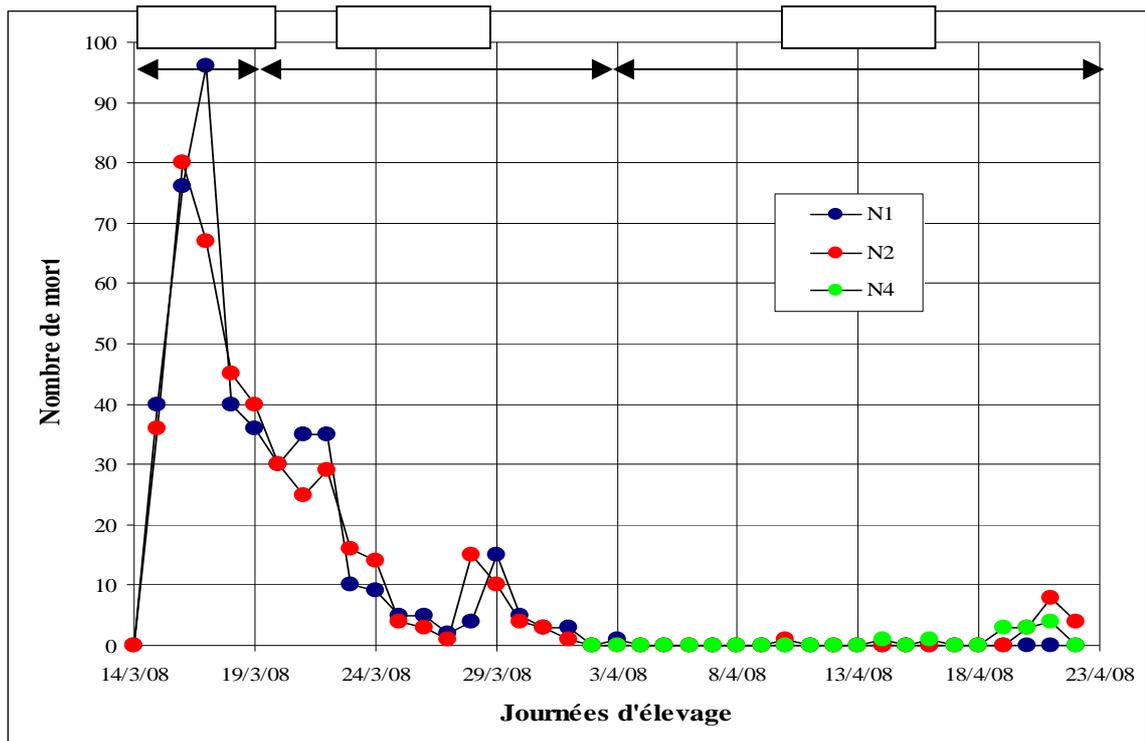


La croissance : Les croissances sont similaires suivant les trois bassins jusqu'au dernier échantillonnage à J 57. En effet, à la mise en cage, le poids moyens obtenu dans le bassin N 1 est légèrement supérieur à 8 g alors que pour les deux autres bassins il est de 6,8 g en moyenne.



La mortalité et la survie :

- **La mortalité :** Celle-ci est très importante en début d'élevage c'est-à-dire lors de la phase de sevrage avec un pic deux jours après la sortie larvaire. Jusqu'au tri à 1,45 g (le 02/04), elle est en constante régression puis inexistante. Cependant, nous pouvons noter qu'en fin d'élevage deux bassins sur trois ont été atteints par un phénomène de mortalité représenté sur le graphe par deux petits pics.



- La survie : La survie moyenne théorique finale est d'environ $87,6 \pm 0,56$ % c'est-à-dire la survie obtenue après le retrait des morts récoltés. Par phase d'élevage cette survie théorique se décompose comme suit :
 - $93,4 \pm 1,03$ % en moyenne en sevrage,
 - $94,2 \pm 0,45$ % en moyenne en nurserie 1,
 - $99,4 \pm 0,56$ % en moyenne en nurserie 2.

La survie réelle moyenne finale après comptage individuel à J 36 est de $82,2 \pm 2,9$ % et de $99,4 \pm 0,56$ % à J 56. La survie réelle moyenne est donc de $81,7 \pm 2,1$ % après 40 jours de sevrage-nurserie. Entre la survie réelle et théorique finale, une différence de 5,9 % est à signaler.

		N1	N2	N4
Sevrage (J17-J21)	Nombre de larves initiales	3544	3761	
	Nombre de larves mortes	252	228	-
	Survie théorique (%)	92,89	93,94	-
Nurserie 1 (J21-J36)	Nombre de larves théoriques	3292	3533	-
	Nombre de larves mortes	197	195	-
	Survie théorique (%)	94,02	94,48	-
	Nombre de larves récoltées	2860	3147	-
	Survie réelle (%)	80,70	83,67	-
Nurserie 2 (J36-J56)	Nombre de larves initiales	1578	1578	1578
	Nombre de larves mortes	1	16	12
	Survie théorique (%)	99,94	98,99	99,24
	Nombre de larves récoltées	1577	1562	1566
	Survie réelle (%)	99,94	98,99	99,24
	Survie théorique (%)	87,28	87,85	
	Survie réelle (%)	80,65	82,83	

L'aliment :

La pesée journalière du reste de granulé récupéré sur les distributeurs à tapis a montré qu'à la fin de l'élevage, 3 % en moyenne de la quantité d'aliment distribuée n'est pas ingérée car bloquée sur les tapis. Ce réajustement permet d'obtenir un indice de conversion final de 0,85 comme l'indique le tableau bilan en annexe.

Conclusions :

- ✓ L'objectif principal de ce cycle est l'application du premier schéma alimentaire théorique pour cette phase d'élevage issu de la synthèse des cycles précédents. Cet objectif est atteint avec succès comme le montre le schéma alimentaire réel obtenu au final (cf tableau en annexe).
- ✓ L'obtention d'une deuxième génération de futurs géniteurs s'est également bien déroulée ainsi que la fourniture d'alevins pour les essais de transports et de tests préventifs.
- ✓ Concernant les paramètres environnementaux, notons que malgré un taux d'oxygène descendu à 63 % (environ 4mg/l), ceci n'a pas engendré de mortalité suspecte.
- ✓ Pour le prochain cycle, trois données d'élevage devront être suivies avec plus d'attention pour améliorer les normes zootechniques. En effet, la survie réelle est d'une part faible en comparaison du cycle de référence 2006-05 (plus de 90 % en sevrage et plus de 95 % en nurserie) et différent de près de 6 % de la survie théorique. Le poids moyen final de 8 g sur l'un des bassins est problématique et demande d'être vérifié. Enfin, l'utilisation de distributeurs permettant de minimiser les pertes est à envisager.

Essai d'identification d'une concentration de Benzocaïne (anesthésiant) et de traitement à l'eau oxygénée (Peroxyde d'hydrogène) sur des alevins de *Platax orbicularis* de 1 g

S. Dupieux ¹, M. Maamaatuaiahutapu ¹, E. Gasset ².

¹ - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

² - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98719 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

L'équipe de R&D de Vairao (SPE/Ifremer) étudie les performances d'élevage de *Platax orbicularis* qui nécessite l'utilisation d'anesthésiant à tous les stades d'élevages. En effet, l'anesthésiant est utilisé lors des mesures biométriques au cours des échantillonnages afin de ne pas stresser voir blesser les animaux.

L'anesthésiant utilisé à ce jour est l'Eugénol une essence à base de clou de girofle qui est couramment utilisé en pisciculture expérimentale étant donné son origine naturelle. Cependant c'est un anesthésiant qui ne possède aucune AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) dans la législation européenne ce qui empêche son utilisation sur des poissons destinés à la consommation humaine.

En vue des essais expérimentaux d'élevages de grossissement de *Platax orbicularis* avec la participation d'un pisciculteur local prévus vers la fin de l'année 2009. Les poissons issus de ces essais sont destinés à être commercialisés sur le marché local. Par conséquent il devient impératif de réaliser des essais avec un anesthésiant possédant une AMM.

Nous avons obtenu ainsi une ordonnance d'un vétérinaire spécialisé (Dr J-C Raymond) pour de la Benzocaïne. Cet anesthésiant sera utilisé pendant l'essai de sortie précoce d'alevins de poids d'environ 1,2 g prévu en semaine 22. Cet essai implique également un traitement préventif à l'eau oxygénée (H₂O₂).

Afin de définir la concentration adéquate sur des alevins de 1 g nous avons testé

- d'une part, différentes concentrations de Benzocaïne,
- et d'autre part, réalisé des traitements de H₂O₂ suivant la concentration préconisée afin de déterminer si celle-ci peut être utilisée sans affecter l'état de santé des poissons.

Matériels

Les alevins

Les alevins sont issus d'une ponte par couple (Cycle 2009-02) obtenu le 30 mars 2009. Leur poids moyen est de l'ordre de 1,8 g. A chaque essais les lots sont composés de 30 individus.

L'anesthésiant

Nous avons réalisé une solution mère de 100 g de Benzocaïne (ethoforme) dans 666 litres d'alcool (éthanol 90°) comme indiqué sur l'ordonnance.

Produit de traitement

L'eau oxygénée utilisée pour le traitement préventif est constituée d'une solution de Peroxyde d'Hydrogène à 30 %.

Méthodes

Traitements

Pour chaque expérimentation nous avons utilisé un bac de 20 litres d'eau de mer filtrée de l'écloserie alimenté en oxygène pure. Le réveil et la récupération des animaux se sont déroulés également avec une eau de mer filtrée et alimenté en oxygène pure.

1^{er} jour

- Essai 1

Nous avons réalisé une première expérimentation à 2 concentrations (120 ppm et 200 ppm) de Benzocaïne (solution mère) sur 2 lots soit 2,4 et 4 ml durant 20 minutes. Après les 20 minutes d'anesthésie tous les individus sont placés dans un seau de 10 l pour le réveil. La concentration de 120 ppm est celle préconisée par le vétérinaire.

- Essai 2

Une fois le réveil des animaux réalisé après l'essai 1, nous avons repris les mêmes lots pour réaliser une deuxième expérimentation à 400 ppm (lot ayant subi l'essai 1 à 200 ppm) et 600 ppm (lot ayant subi l'essai à 120 ppm). La durée de l'anesthésie est 20 minutes. Les alevins sont ensuite introduits dans un seau de 10 l pour le réveil.

- Essai 3

Les poissons ayant subis l'essai 2 à 400 ppm ont été traités à l'eau oxygénée à une concentration de 200 ppm soit 4 ml. Après une heure de traitement les poissons ont été mis dans un bac de récupération durant 2 heures avant d'être observés.

2^{ème} jour

- Essai 4

Afin de confirmer les résultats observés au terme de l'essai 3 nous avons réalisé une expérimentation avec 2 nouveaux lots. Le premier lot a été traité à l'eau oxygénée à une concentration de 200 ppm durant une heure. Après le traitement ils ont été introduits dans un bac de récupération durant 1h30 avant d'être observés. Le second lot a été utilisé comme témoin avec les mêmes conditions que le lot 1 sans traitement. Chaque poisson a subi une observation scrupuleuse au niveau des yeux avant de démarrer l'essai et en fin d'essai.

- Essai 5

Au terme de l'essai 4 le lot témoin a subi une anesthésie à la Benzocaïne avec une concentration de 200 ppm durant 20 minutes. Les alevins ont ensuite été introduits dans un bac de réveil durant 10 minutes avant d'être observés.

Observations

Lors du 2^{ème} jour nous avons utilisé l'échelle de gravité de l'opacité des yeux qui est graduée de 0 à 4 (A. Van Cam, 2008) pour les observations :

- 0 : absence d'opacité
- 1 : oeil voilé
- 2 : point blanc
- 3 : opacité partielle
- 4 : opacité totale de l'œil

Résultats

1^{er} jour

Le tableau ci-dessous montre les principaux résultats obtenus lors des essais réalisés avec les différentes concentrations d'anesthésiant à la Benzocaïne :

Concentration	Observations après 20 minutes d'anesthésie	Survie après le réveil
120 ppm	Tous les poissons nagent calmement. Aucune réactions des poissons après avoir frappé sur le bac pour induire un stress.	100%
200 ppm	2/3 des poissons sont statiques au fond et 1/3 sur le ventre en plein eau.	100%
400 ppm	Tous les poissons sont au fond statiques.	100%
600 ppm	Tous les poissons sont au fond statiques.	84%

Après le traitement à l'eau oxygénée aucune perte n'a été observée. Néanmoins à la fin de l'expérimentation certains alevins présentent des signes d'opacité au niveau des yeux. En effet, 14 alevins présentent un degré d'opacité de niveau 2 sur l'échelle de référence.

2^{ème} jour

Le tableau ci-dessous montre les principaux résultats obtenus au niveau des yeux après une anesthésie à la Benzocaïne et un traitement à l'eau oxygénée :

Traitement	Niveau d'opacité pré-traitement	Niveau d'opacité post-traitement
Témoin	0	0
H ₂ O ₂	0	13/30 : niveau 1 2/30 : niveau 2
Benzocaïne	0	4/30 : niveau 1 17/30 : niveau 2

Discussions

Les différentes expérimentations ont permis d'identifier une plage de concentration pour l'utilisation de la Benzocaïne en fonction des besoins. En effet, les résultats obtenus avec une concentration de 120 ppm seront utilisés comme référence pour calmer les poissons lors de manipulation tels que le transfert des poissons en cages ou le transport des alevins. Alors que la concentration de 200 ppm convient pour les opérations durant les échantillonnages pendant les mesures. Quant à la concentration de 400 ppm elle permet d'avoir une limite d'utilisation du produit sans pertes d'animaux.

Le traitement à l'eau oxygénée peut être utilisé sans subir de pertes sur des alevins de plus de 1,8 g.

Malgré tout, les deux produits utilisés semblent affecter les yeux des alevins. Après les essais de confirmation lors du deuxième jour, plusieurs poissons ont été observés avec un voile au niveau des yeux après un traitement à l'eau oxygénée. Quant à l'anesthésie avec la Benzocaïne certains poissons présentaient des points blancs sur un œil voire les deux yeux. Ces observations mettent en avant la fragilité des yeux de cette espèce sur des individus de moins de 2 g. Nous ne connaissons pas encore la cause de ces effets mais les hypothèses

d'une exposition prolongée ou d'une concentration trop élevée ne peuvent pas être exclues. Car rappelons que ce sont 2 produits considérés comme corrosifs par les fabricants.

Conclusions

Les différentes concentrations de la Benzocaïne pour anesthésier les alevins de *Platax orbicularis* de moins de 2 g suivant les besoins ont été identifiées avec succès. L'eau oxygénée à une concentration de 200 ppm peut également être utilisée sans occasionner de pertes. Cependant ces 2 produits semblent affecter les yeux des alevins de gravité plus ou moins importante. Ces résultats feront l'objet d'une attention particulière afin de ne pas mettre en péril les performances zootechniques lors des prochains élevages avec une utilisation répétée de ces produits.

Références bibliographiques

A. Van Cam, 2008. Suivi zoosanitaire du cheptel de "Paraha peue" (*Platax orbicularis*) en phase de grossissement. *Rapport de soutenance de stage 2ème année de master BGAE Spécialité EFDD*, 27.

Essai d'identification d'une concentration de Benzocaïne (anesthésiant) sur des poissons (*Platax orbicularis*) de plus de 200 g

M. Maamaatuaiahutapu ¹, S. Dupieux ¹, E. Gasset ².

1 - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

2 - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98719 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

Les premiers essais d'anesthésie à base de Benzocaïne réalisés sur des alevins de Paraha peu de 1 g (S.Dupieux, 2009) ont permis d'identifier certaines doses utiles à la manipulation :

- 120 ppm : permet de calmer les poissons et de les rendre insensible aux stimuli extérieurs ;
- 200 ppm : une majorité des poissons se retrouvent au fond du bac ;
- 400 ppm : tous les poissons se retrouvent au fond du bac ;
- 600 ppm : tous les poissons se retrouvent au fond du bac.

Tous les poissons ayant subis les doses d'anesthésiant à répétition se sont bien réveillés à l'exception du dernier essai (600 ppm). Ces résultats permettent d'obtenir une grande marge d'erreur de dosage.

Afin de confirmer la concentration adéquate pour réaliser les manipulations sur des animaux plus gros nous allons tester les mêmes concentrations de Benzocaïne sur différents jours.

Matériels

Les alevins

Les alevins sont issus d'une ponte par couple (Cycle 2009-02) obtenus le 30 mars 2009. Leur poids moyen est de l'ordre de 200 g. A chaque essais (espacés au minimum de 4 jours) les lots sont composés de 30 individus choisis au hasard parmi 53 poissons disponibles.

L'anesthésiant

Nous avons réalisé une solution mère de 100 g de Benzocaïne (éthoforme) dans 666 litres d'alcool (éthanol 90°) comme indiqué sur l'ordonnance. Le produit est maintenu a température ambiante afin d'éviter un cristallisation de l'éthoforme dissous dans l'alcool.

Méthodes

Les traitements

Pour chaque expérimentation nous avons utilisé un bac GILLAC de 80 litres d'eau de mer filtrée de l'écloserie alimenté en oxygène pure. Le réveil et la récupération des animaux se déroule également avec une eau de mer filtrée et alimentée en oxygène pur dans 80 litres d'eau de mer.

Les essais

- Essai 1

La première concentration retenue (27/11/2009) est de 120 ppm de Benzocaïne (solution mère) soit 9,6 ml durant 20 minutes. Après les 20 minutes d'anesthésie tous les individus sont placés dans le bac de réveil. Cette dose est celle préconisée par le vétérinaire.

- Essai 2

La seconde expérimentation (04/12/2009) est réalisée à une concentration de 200 ppm soit 16 ml durant 20 minutes. Après les 20 minutes d'anesthésie tous les individus sont placés dans le bac de réveil.

- Essai 3

La troisième concentration testée (08/12/2009) est de 400 ppm soit 32 ml durant 20 minutes. Après les 20 minutes d'anesthésie tous les individus sont placés dans le bac de réveil.

- Essai 4

La dernière expérimentation (18/12/2009) est effectuée à une concentration de 600 ppm soit 48 ml durant 20 minutes. Après les 20 minutes d'anesthésie tous les individus sont placés dans le bac de réveil.

Les mesures

Dès que les poissons sont introduits dans le bac d'anesthésie, la durée à partir des premiers poissons arrivant au stade de perte d'équilibre jusqu'à l'anesthésie de tous les poissons est notée. De même que la durée de récupération est mesurée entre le transfert des poissons dans le bac de réveil et le dernier poisson réveillé.

Les observations

Après les 20 minutes d'anesthésie nous avons utilisé l'échelle de gravité de l'opacité des yeux qui est graduée de 0 à 4 (A. Van Cam, 2008) pour les observations :

- 0 : absence d'opacité
- 1 : oeil voilé
- 2 : point blanc
- 3 : opacité partielle
- 4 : opacité totale de l'œil

Résultats

La survie

Le tableau ci-dessous montre les principaux résultats obtenus lors des différents essais :

Concentration	Température de l'eau	Temps d'action	Poids moyens	Observations pendant et après l'anesthésie	Survie
120 ppm	28 °C	8 minutes	226 g	Tous les poissons nagent calmement. Pas de réaction après avoir frappé le bac. Quelques poissons au fond. Eau trouble et poissons agités lors de la pesée.	100%
200 ppm	28,2 °C	5 minutes	231 g	Eau trouble. La majorité (26) des poissons sont en surface et ventre en l'air avec de petits mouvements calmes. Les poissons sur le fond (4) sont de petites tailles. Pas de réaction au choc sur le bac. Poisson légèrement agités à la pesée. Bonne reprise de nage après 10 minutes de réveil et reprise alimentaire 30 minutes après l'expérience.	100%
400 ppm	28,3 °C	2 minutes	244 g	Poissons très calmes et pas de réaction au choc sur le bac. 17 poissons en surface, 11 entre deux eaux et 2 au fond. Poissons calmes à la pesée et manipulables à la main sans problème. Réveil total après 15 minutes.	100%
600 ppm	28,4 °C	20 secondes	267 g	Eau trouble. L'anesthésie est quasi instantanée. La majorité des poissons sont posée au fond du bac. Pas de réaction au choc. Aucun problème lors de la manipulation pour la pesée. Réveil total après 20 minutes. Les 2 poissons morts sont de petites tailles (< 70 g).	93,3%

Il est intéressant de constater la diminution du temps d'action de l'anesthésiant plus la concentration en Benzocaïne est importante. La survie a commencé à diminuer qu'au dernier essai de 600 ppm avec la perte de 2 poissons d'un poids moyens largement inférieur à celui testé.

L'opacité des yeux

Le tableau ci-dessous montre les principaux résultats obtenus au niveau des yeux après une anesthésie à la Benzocaïne :

Traitement	Niveau opacité pré-traitement	Niveau opacité post-traitement				
		0	1	2	3	4
120 ppm	0	86,7%	13,3%	0%	0%	0%
200 ppm	0	90,0%	6,7%	3,3%	0%	0%
400 ppm	0	90,0%	6,7%	3,3%	0%	0%
600 ppm	0	90,0%	6,7%	3,3%	0%	0%

De manière générale, l'observation des yeux montre un niveau d'opacité nul à 90 % quelque soit la concentration d'anesthésiant utilisé pour cette gamme de poids. Le niveau le plus haut identifié est le niveau 2 avec un peu plus de 3 % d'individus atteints dès la deuxième série d'essais.

Discussions

Les différentes expérimentations ont permis de confirmer pour cette gamme de poids la plage de concentration pour l'utilisation de la Benzocaïne en fonction des besoins identifier lors de la première utilisation du produit (S.Dupieux, 2009). En effet, les résultats obtenus avec une concentration de 120 ppm peuvent aussi être utilisés comme référence pour calmer les poissons lors de manipulation telles que la pêche et le transfert des poissons en cages ou le transport des alevins. Alors que la concentration de 200 ppm convient pour les opérations d'échantillonnages pendant les mesures de biométries. Pour les opérations plus longues telles que le stripping et la cannulation, une concentration proche de 300 ppm (non testée) est conseillée. Pour finir, la concentration de 400 ppm permet encore une fois d'avoir une limite d'utilisation du produit sans pertes d'animaux.

De plus, cette fois-ci, le produit testé ne semble pas affecter les yeux des poissons contrairement à l'essai sur les alevins de 2g. Le pourcentage relativement élevé de poissons atteints de niveau 1 d'opacité des yeux lors de l'essai à 120 ppm, est à associer à une agitation trop importante des individus lors de la pêche post traitement. Ces observations montrent qu'à ce poids, la fragilité des yeux de cette espèce est moins marquée mais toujours présentes.

Conclusions

Les différentes concentrations de la Benzocaïne pour anesthésier les alevins de *Platax orbicularis* de plus de 200 g suivant les besoins ont été identifiées avec succès. Cependant l'identification de la dose optimale pour les manipulations plus précises notamment sur les géniteurs doit encore être ciblée. Mais le produit peut doré et déjà faire l'objet d'une utilisation courante avec cependant une attention particulière par rapport à son impact sur les yeux des poissons afin de ne pas mettre en péril les performances zootechniques lors des prochains élevages avec une utilisation répétée de ce produit.

Références bibliographiques

A. Van Cam, 2008. Suivi zoosanitaire du cheptel de "Paraha peué" (*Platax orbicularis*) en phase de grossissement. *Rapport de soutenance de stage 2ème année de master BGAE Spécialité EFDD*, 27.

S. Dupieux et E. Gasset, 2009. Essai d'identification d'une concentration de Benzocaïne (anesthésiant) et de traitement à l'eau oxygénée (Peroxyde d'hydrogène) sur des alevins de *Platax orbicularis* de 1 g

Effet d'un aliment extrudé sur la croissance en cage chez *Platax orbicularis* (Paraha peue).

S. Dupieux ², M. Maamaatuaiahutapu ², A. Teissier ², T. Tamata ², E. Gasset ¹, V. Joufoques ², R. David ².

¹ - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98719 TAHITI, Polynésie Française.

² - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

Dans le cadre du développement de la pisciculture lagunaire polynésienne, le Service de la Pêche et l'Ifremer (convention SPE/Ifremer N°6.0175), travaille en collaboration dans l'objectif de maîtriser l'élevage de *Platax orbicularis* (Paraha peue).

Le cycle de grossissement qui suit est la seconde étape qui vise à optimiser et fiabiliser les performances zootechniques sur cette phase de l'élevage.

L'objectif de cette expérimentation est l'obtention de données de base sur le grossissement en cages flottantes de *Platax orbicularis*, à partir d'un aliment de type extrudé en obtenant, à la fin de l'élevage, des résultats se rapprochant le plus possible de ceux obtenus lors de notre cycle de référence en mai 2004.

Les conditions d'élevage décrites ci-dessous sont donc appliquées à l'ensemble des cages expérimentales.

Cette expérimentation permettra d'évaluer la moyenne et la variabilité des résultats (survie, croissance et indice de conversion) d'une cage à l'autre. Ce protocole de grossissement en cage et les résultats correspondants doivent devenir la référence (témoin) permettant d'envisager par la suite l'optimisation de certains de ces paramètres dans le but d'améliorer la moyenne des résultats et d'envisager ainsi un transfert de technologie à moyen terme pour le développement de la filière de pisciculture lagunaire en Polynésie française.

Matériel et méthodes

Le dispositif expérimental et le suivi des paramètres environnementaux sont les mêmes que ceux décrits en 2007 par Maamaatuaiahutapu M. *et al.* dans : «Définition d'un modèle d'élevage en cage chez *Platax orbicularis* (Paraha peue) ». Seuls quelques détails supplémentaires sont décrits ici.

Aspects techniques

Durant toute la période de l'essai, les élevages se déroulent dans des cages de 15 m³ (2,3 x 2,3 x 3,8 m). Un filet de protection anti-prédateur sous-marin de 6 x 6 x 4 m à grandes mailles (40 mm) limite la partie immergée du module d'élevage. Ce filet limite l'accès direct aux filets d'élevage à des prédateurs tels que les requins, raies ou balistes, mais aussi à d'autres poissons. Ceux-ci peuvent être attirés par l'aliment distribué ou des poissons morts. Un changement de filet est effectué tous les mois (au moment de l'échantillonnage) pour maintenir le cheptel dans de bonnes conditions sanitaires. Le module est également équipé d'un distributeur à tapis par cage et d'une ombrière. La taille des mailles des filets est successivement de 10 puis 15 mm selon la taille des poissons. Les filets d'élevages sont lestés pour éviter les déformations liées aux courants, à la houle et aux salissures. Ces déformations entraînent une réduction du volume d'élevage et donc un stress important sur les poissons.

Les filets sont lavés et changés systématiquement au minimum tous les 2 mois, afin d'éviter l'accumulation des bio-salissures empêchant les échanges avec le milieu extérieur et risquant de blesser les poissons. Ils sont changés en fonction des manipulations (échantillonnage et tri) afin de minimiser les stress.

Paramètres environnementaux

Deux paramètres sont mesurés tous les matins (à 7h30) en surface avec un oxymètre (Hach) : la température et le taux d'oxygène dissous. Le suivi de ces deux paramètres est effectué avant le premier nourrissage. Cela permet une analyse directe lors du nourrissage des conditions du milieu. Les paramètres météorologiques sont aussi notés, ainsi que la force du courant et la qualité de l'eau (turbidité).

Paramètres biologiques

Les alevins utilisés lors de ce test de grossissement sont issus d'une ponte naturelle de 175 566 oeufs, obtenue le 26/02/07 à partir d'un lot de 7 géniteurs (Lot 6) constitué de 3 mâles (n° 47329, 46829 et 41653) et 4 femelles (n° 42518, 41650, 48716, 46244) d'un poids compris entre 2 et 3 kg. Les données complètes de mise en incubation sont décrites par Gasset E. *et al.* dans : « Effet de la première alimentation sur le taux de vessies natatoires, la croissance et la survie en élevage larvaire de *Platax orbicularis*. »

A la sortie de la phase de nurserie, les poissons d'un poids moyen de 8.8 g ± 1.01 (J 65) ont été triés afin d'obtenir deux lots homogènes de 878 poissons. Pour faciliter le transfert en cage, un premier tri a été effectué 2 semaines avant la sortie. Les poissons ont ensuite été remis dans leurs bassins respectifs en zone de sevrage-nurserie jusqu'au tri final effectué 6 jours avant le transfert en cage. Un échantillonnage a été réalisé le jour du transfert en cage pour connaître le poids moyens des poissons mis en cage. Les poissons sont transportés vers le site d'élevage en bateau, dans des poubelles fermées hermétiquement et sous bullage d'oxygène. Les alevins sont ensuite placés dans deux cages de 15 m³ (pendant la première semaine, la cage est légèrement remontée afin de faciliter la prise alimentaire et l'observation du cheptel) à raison de 59 individus par m³.

Plusieurs gammes d'aliment sont utilisées, elles sont fabriquées par la Société Le Guessant basée en France. La particularité de cet aliment est qu'il est certifié sans OGM. Les caractéristiques de l'aliment sont décrites dans le tableau n°1. Le démarrage de l'élevage s'est déroulé avec l'utilisation d'un stock d'aliment de type « Bar Daurade » et « Ombrine Grower Pressé » utilisé initialement par le programme. Une fois le stock épuisé nous avons enchaîné avec l'utilisation d'un aliment de type « Ombrine Grower Extrudé ». La décision d'utiliser de l'aliment extrudé « Ombrine Grower » repose sur le fait que ce type de fabrication offre différents avantages par rapport aux aliments pressés :

- Procédé de fabrication qui respecte mieux la matière première ;
- Meilleure tenue à l'eau et moins de fine (bon pour l'environnement) ;
- Enrobage et enrichissement possible.

C'est d'ailleurs pour toutes ces raisons que l'aliment pressé n'est plus fabriqué par le fournisseur.

Tableau 1 : Caractéristiques et compositions proximales en % sur brut de l'aliment.

Gamme	Bar Daurade	Ombrine	Ombrine
Type	Pressé	Pressé	Extrudé
Humidité	10	10	10
Protéines	50	47	47
Matières grasses	11	13	13
Fibres	1,8	2,5	2,85
Matières minérales	10,6	8	7,4
Phosphore	1,5	1,1	1
Energie digestible (kJ/g)	16,6	19,5	19,75

Comme lors du cycle précédent, la distribution est manuelle en semaine et automatique (sur tapis) le week-end et lorsque les conditions météorologiques sont défavorables à l'appréciation de la satiété.

La taille de l'aliment est choisie en fonction de l'ouverture de la bouche du poisson, afin d'optimiser la croissance du cheptel. Différentes tailles d'aliments sont disponibles, elles sont décrites dans le schéma alimentaire (fig. 1).

La transition d'une taille de granulé à l'autre est faite de manière progressive sur quelques jours.

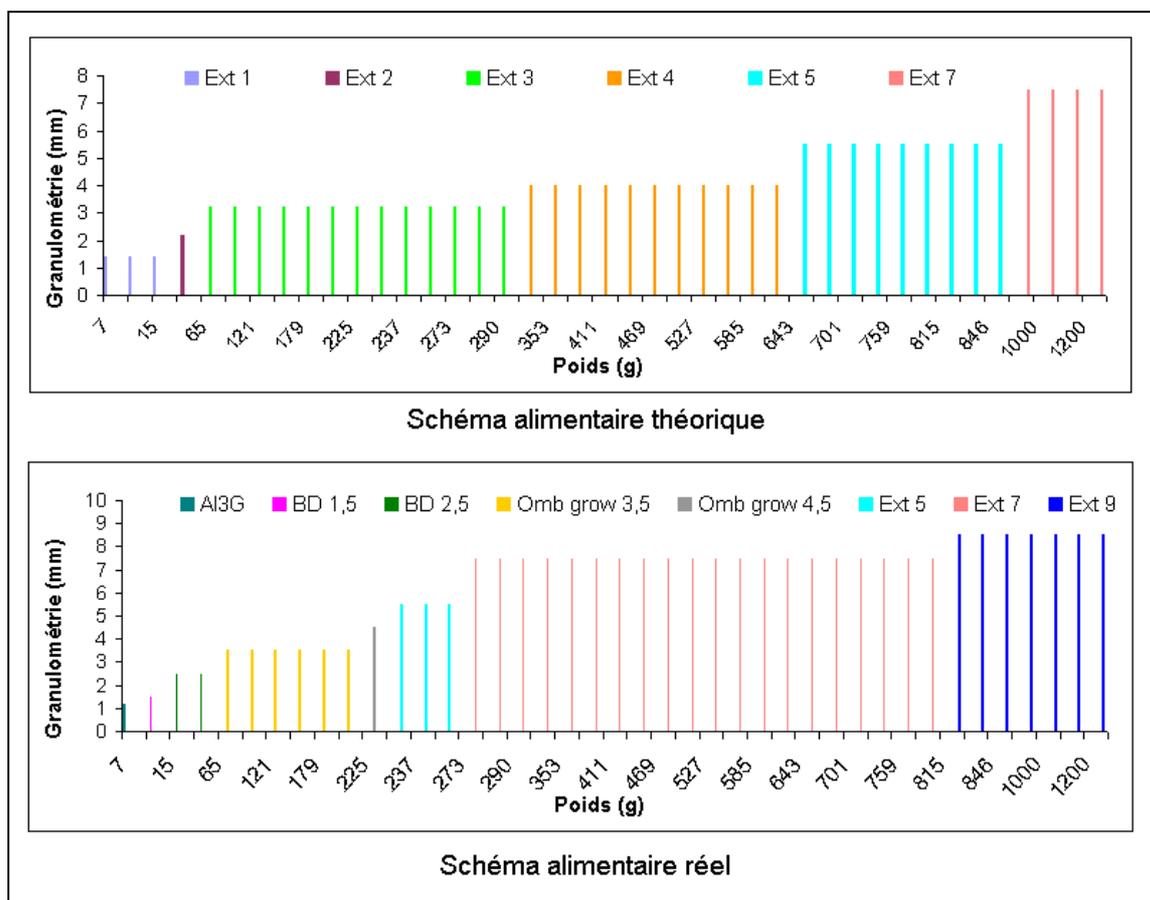


Figure 1 : Comparaison entre le schéma alimentaire théorique et réel en fonction de la granulométrie et du poids du poisson.

Les paramètres biologiques mesurés sur les animaux sont le poids moyens, la longueur totale et la hauteur. Ces mesures sont effectuées sur 30 poissons pris au hasard par cage au moment des échantillonnages (tableau 2). Ceux-ci sont réalisés tous les 21 jours lors des 2 premiers mois de mise en cage puis sont espacés pour être effectués tous les mois. Ils permettent d’effectuer un recueil de données sur la croissance des animaux, la réévaluation des doses alimentaires et aussi une vérification de l’état des poissons. Cette manipulation est effectuée en anesthésiant préalablement les poissons avec de l’Eugénol et sont ensuite transportés vers la zone de pesée sous bullage d’oxygène. Une fois les biométries terminées, les poissons toujours légèrement endormies sont ramenés en cage sous bullage d’oxygène sauf en cas de pêche pour abattage. Le calcul de la survie est réalisé au moment de chaque échantillonnage. La connaissance précise du poids moyen permet le calcul de la biomasse, du gain de biomasse et donc de suivre l’indice de conversion alimentaire mais aussi de contrôler l’homogénéité des lots par l’intermédiaire du coefficient de variation.

Tableau 2 : Déroulement des actions réalisées au cours de l'étude en fonction de la durée d'élevage en cage.

Jour	Actions
J1	Mise en élevage dans C2 et C3
J22	Echantillonnage & regroupement en C1
J47	Echantillonnage
J68	Echantillonnage
J96	Echantillonnage & dédoublement en C2 et C3
J126	Echantillonnage
J152	Echantillonnage
J180	Echantillonnage & dédoublement en C2, C3 et C4
J209	Echantillonnage
J237	Echantillonnage
J264	Echantillonnage & retrait de l'échantillon pour expédition (sans mesure de longueur et hauteur)
J292	Echantillonnage
J321	Echantillonnage
J348	Echantillonnage & retrait de l'échantillon pour expédition (sans mesure de longueur et hauteur)
J378	Echantillonnage & retrait de l'échantillon avec vidange de la cage C4 (rupture d'aliment)
J404	Echantillonnage
J440	Echantillonnage
J468	Echantillonnage
J488	Echantillonnage & retrait de l'échantillon pour expédition (fin de manip)

Tous les éléments comportementaux sont des éléments importants dans l'établissement des normes d'élevage. Outre les comportements alimentaires (en groupe, isolé), d'autres types de comportement (fuite, attraction, réaction) sont notés. La présence ou pas de lésion, l'opacité des yeux est également signalée ainsi que la couleur de la robe du poisson. Tout ceci dans le but de proposer un historique des apparitions de pathogènes à l'équipe de pathologies SPE/Ifremer pour faciliter les diagnostics et orienter avec précision les possibles traitements.

Des dédoublements sont effectués lorsque la charge en élevage devient trop importante c'est à dire vers 11 à 12 kg/m³. L'objectif est d'éviter une stagnation de la croissance du cheptel caractérisée par une phase de plateau sur la courbe de croissance. Ce dédoublement permet également de faire un comptage précis des poissons pour vérifier les pertes autres que celles occasionnées par la mortalité naturelle. Comme pour les échantillonnages, cette manipulation est effectuée en anesthésiant préalablement les poissons et toujours sous bullage d'oxygène. Le cycle a débuté par la mise en eau de deux cages puis après un mois d'élevage et pour des raisons de mortalités importantes, les poissons ont été regroupés dans une cage unique. Après 96 jours, cette cage unique a été partagée en deux suite au premier dédoublement et enfin une troisième cage a été mise en place 84 jours plus tard au moment du second dédoublement.

Résultats

Paramètres environnementaux

La température moyenne varie de 3°C selon la période de l'année. En effet, en période froide (septembre), la température minimale est de 25 ± 0.17 °C et en période chaude (février) la valeur maximale est de 28.1 ± 0.06 °C.

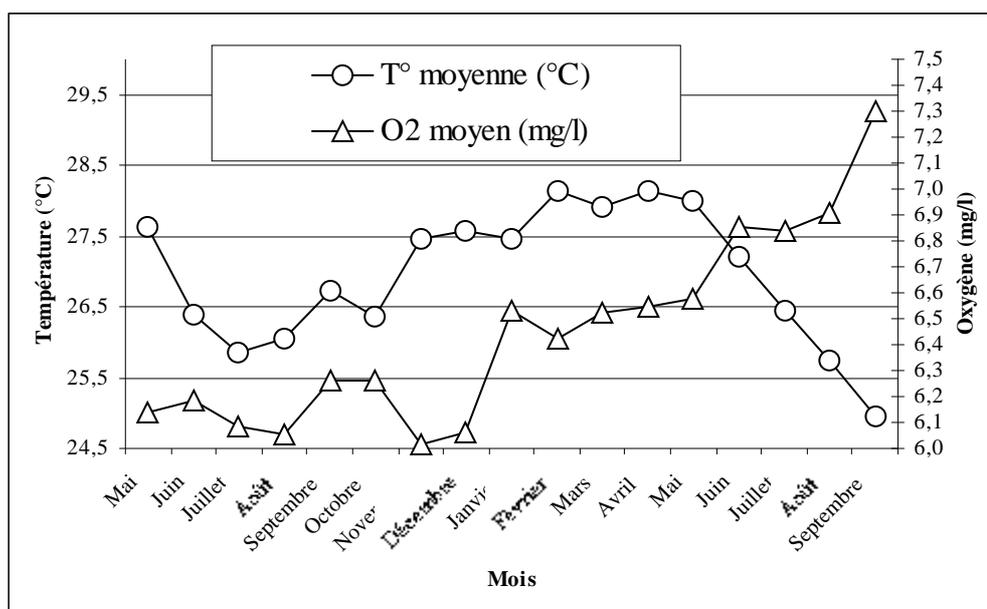


Figure 1 : Evolution de la température et de la concentration d'oxygène au cours du temps.

La concentration moyenne en oxygène le matin est de 6.4 ± 0.17 mg/l (environ 95 % de saturation). Cette concentration diminue lorsque la température augmente. Par contre durant la saison « froide », les deux paramètres évoluent de la même façon (figure 1).

Mesures biométriques

Nous avons réalisés 1228 points de mesures sur la longueur et 1129 points sur la hauteur des animaux élevés. Ce qui nous a permis de définir les relations entre le poids et la longueur (fig.2), le poids et la hauteur (fig.3) et la longueur et la hauteur (fig.4).

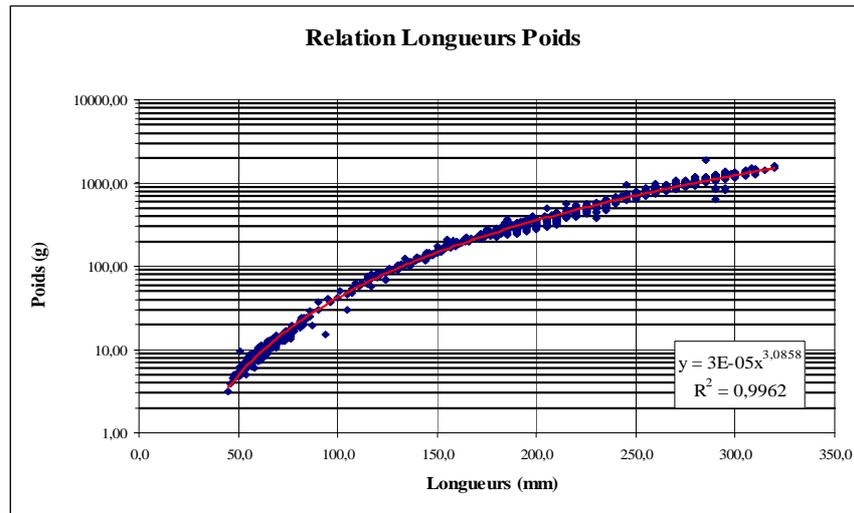


Figure 2 : Relation entre la longueur et le poids obtenue à partir de 1228 points de mesures sur Platax orbicularis.

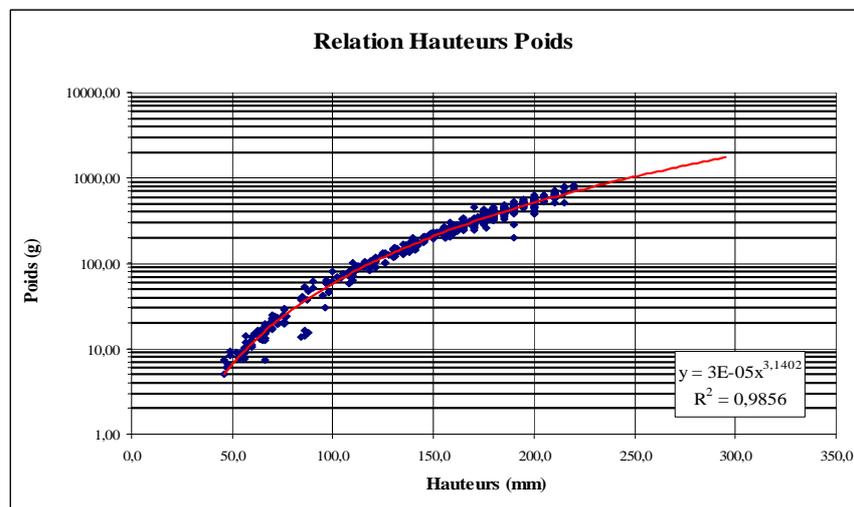
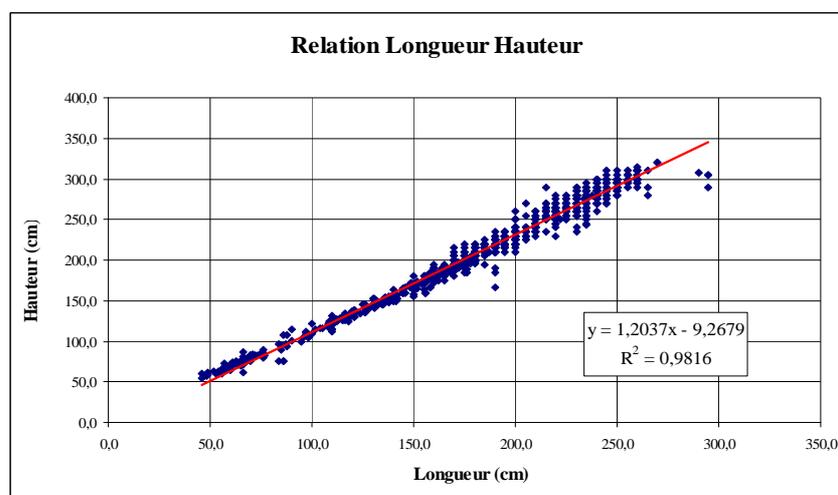


Figure 3 : Relation entre la hauteur et le poids obtenue à partir de 1129 points de mesures sur Platax orbicularis.



*Figure 4 : Relation entre la hauteur et la longueur obtenue à partir de 1129 points de mesures sur *Platax orbicularis*.*

Résultats zoo-sanitaires

Le taux d'opacité des yeux (fig. 5) est compris entre 0 et 77,6 % suivant les différentes cages. Les premiers signes visibles sont observés à partir de J96. L'évolution est aléatoire dans le temps mais le taux le plus haut a été observé après 237 jours d'élevage pour toutes les cages. En fin d'étude les résultats atteignent avec un taux de 40 % pour les dernières cages mais moins élevés par rapport aux taux de poissons en présence de lésions.

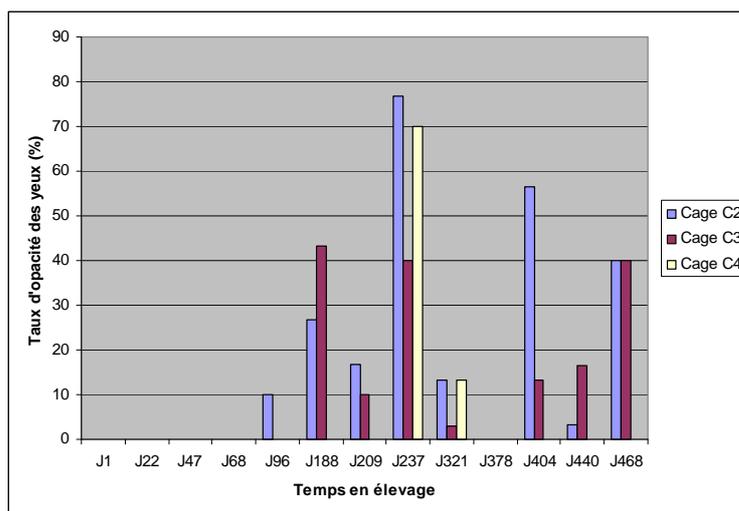


Figure 5 : Evolution comparée du taux d'opacité des yeux observé au cours de l'expérimentation.

La figure 6 suivante concerne l'évolution du taux de poissons observés. Les résultats varient entre 0 et 13,3 %. Les premières plaies observées sont apparues après 68 jours d'élevages pour la cage C2 alors que pour les cages C3 et C4 ce n'est qu'après 237 jours d'élevages. En fin d'étude le taux atteint son maximum pour la cage C3 avec un taux de 13,3%.

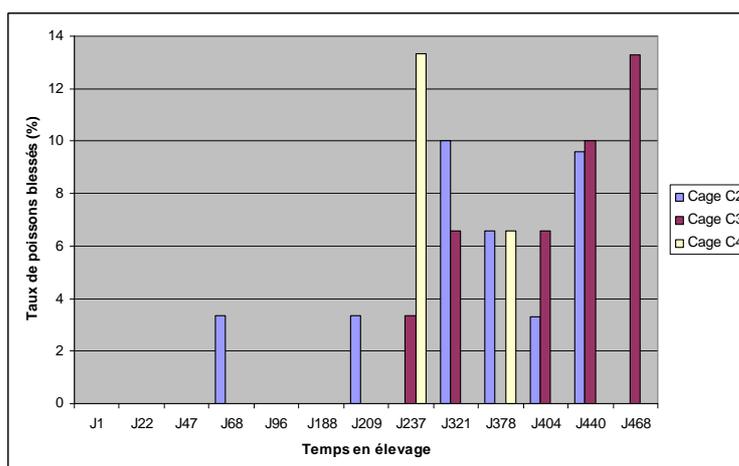


Figure 6 : Evolution comparée du taux de poissons en présence d'une lésion observé au cours de l'expérimentation.

Le dernier critère relevé au cours des échantillonnages concerne les poissons qui ont perdu la faculté visuelle d'un œil. En effet, suivant la cage le taux varie entre 0 et 20 %. Les premiers cas ont été relevés dans la cage C2 après 68 jours d'élevage. Ce n'est qu'après 237 jours que les premiers cas ont été observés dans les cages C3 et C4.

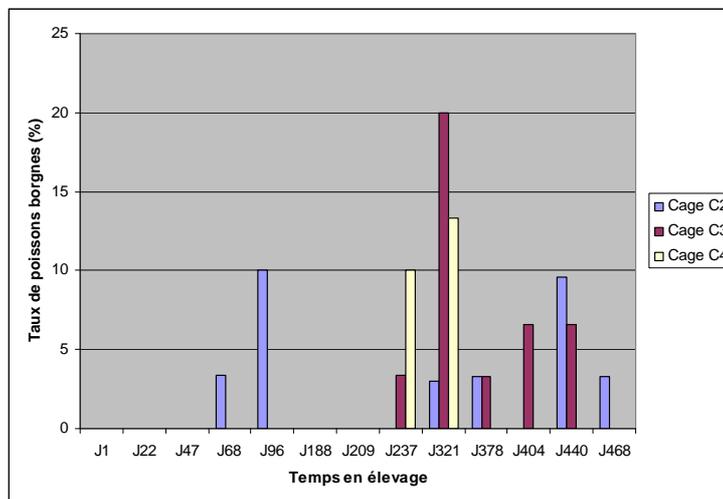


Figure 7 : Evolution comparée du taux de poissons ayant perdu la faculté visuelle d'un œil au cours de l'expérimentation.

Résultats zootechniques

Un tableau récapitulatif des résultats est présenté en annexe 1.

Taux d'alimentation journalier (TAJ) et Taux de croissance journalier (TCJ)

L'allure des courbes représentant les résultats du TAJ ainsi que celles du TCJ sont représentatives des résultats obtenus lors des précédentes expérimentations.

En effet, les résultats obtenus pour le TAJ (fig. 8) débutent avec une valeur de 12,6 % (J22) et diminuent nettement à 4,4 % (J47) puis progressivement jusqu'à 0,5 % (J488). Cependant nous pouvons constater certaines croissances à J126, J237, J321 et J440.

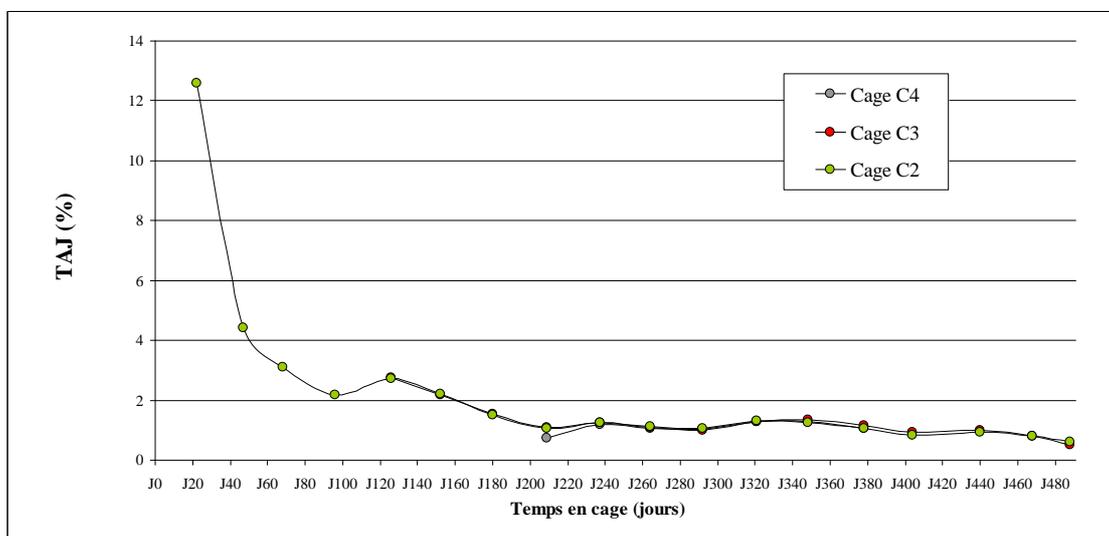


Figure 8 : Evolution comparée du taux d'alimentation journalier (TAJ) au cours de l'expérimentation.

En ce qui concerne les résultats obtenus pour le TCJ (fig. 9) nous retrouvons la période d'acclimatation des poissons à la sortie en cage (tendance observée sur les précédents élevages) avec une valeur de 2,6 % au premier échantillonnage (J22) qui augmente très rapidement à 5,2 % (J47) pour redescendre à 2,4 % (J68). Les résultats diminuent progressivement jusqu'à la fin de l'expérimentation (J488) jusqu'à 0,09 %. Nous retrouvons également des croissances à J126, J209, J321 et J440.

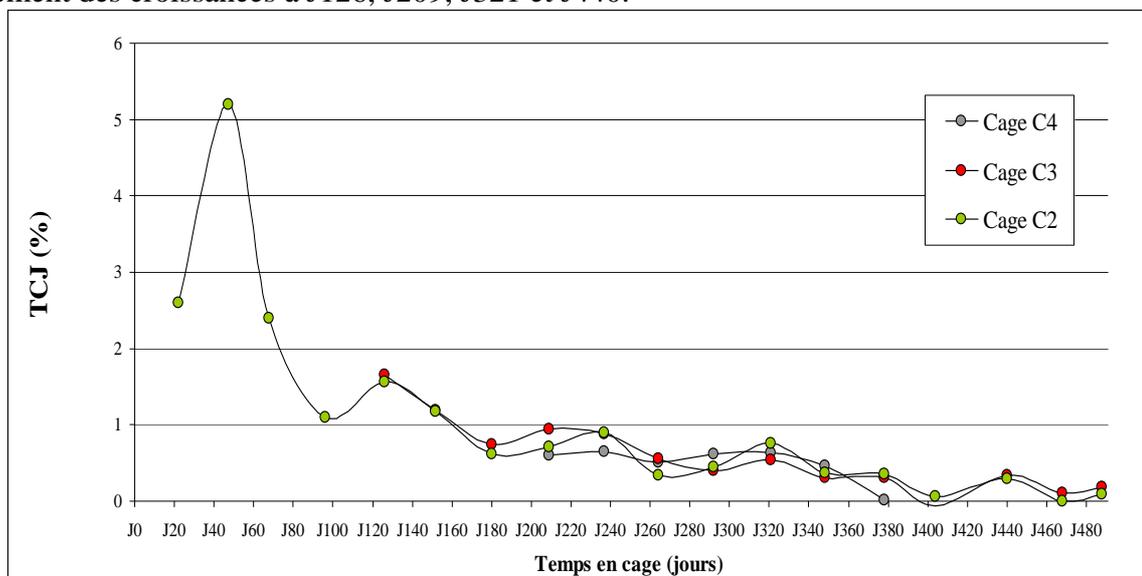


Figure 9 : Evolution comparée du taux de croissance journalier (TCJ) au cours de l'expérimentation.

Coefficient de variation (CV)

Nous pouvons distinguer 3 zones sur l'évolution du CV (fig. 10) au cours de l'expérimentation. En effet, au démarrage les valeurs sont comprises entre 40 et 16,4 % depuis la mise en cage jusqu'à J126. Ensuite les valeurs restent comprises entre 14,7 et 24,6 % à partir de J152 jusqu'à J292. Enfin, les résultats sont compris entre 11,4 et 18,4 % de J321 jusqu'à la fin de l'expérimentation.

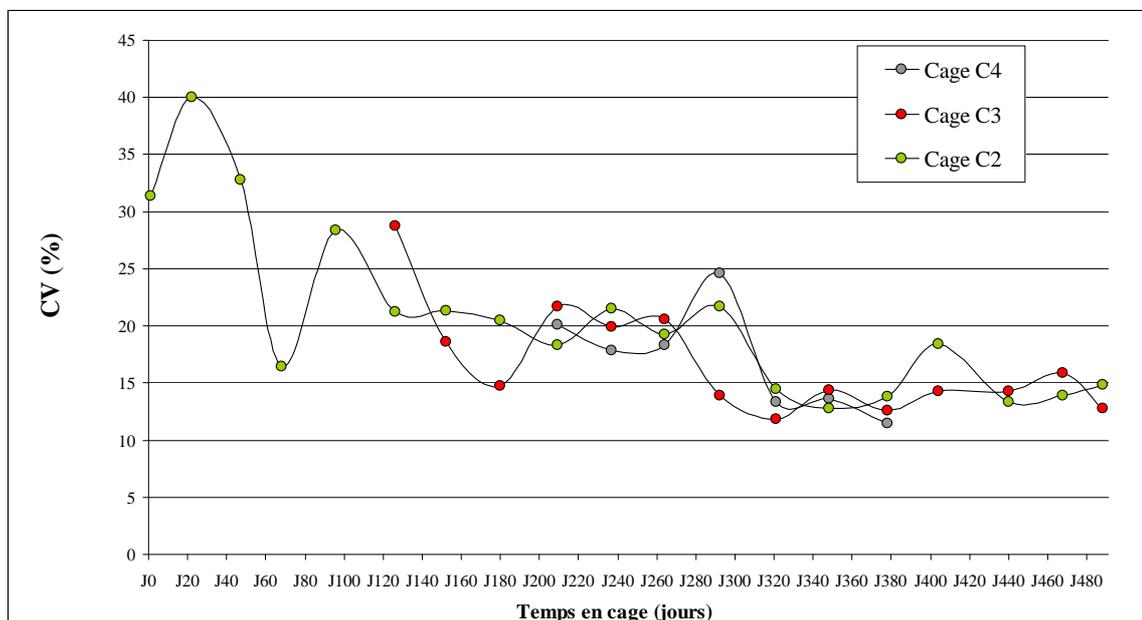


Figure 10 : Evolution comparée du coefficient de variation (CV) au cours de l'expérimentation.

Courbes de mortalité

Le taux de mortalité (fig. 11) présente un pic à J47 après le regroupement des poissons de la cage C2 et C3 avec 263 morts soit 17 % de mortalité. Celui-ci diminue significativement jusqu'à atteindre moins de 1 % de mortalité par période d'élevage. Le deuxième pic se situe après le premier dédoublement avec 22 morts soit 4,5 % à J180 pour la cage C3. Ensuite la mortalité reste faible jusqu'à J321 avec un cumul de 13 morts pour les 3 cages. La mortalité restera très faible voire nulle jusqu'à la fin de l'expérimentation.

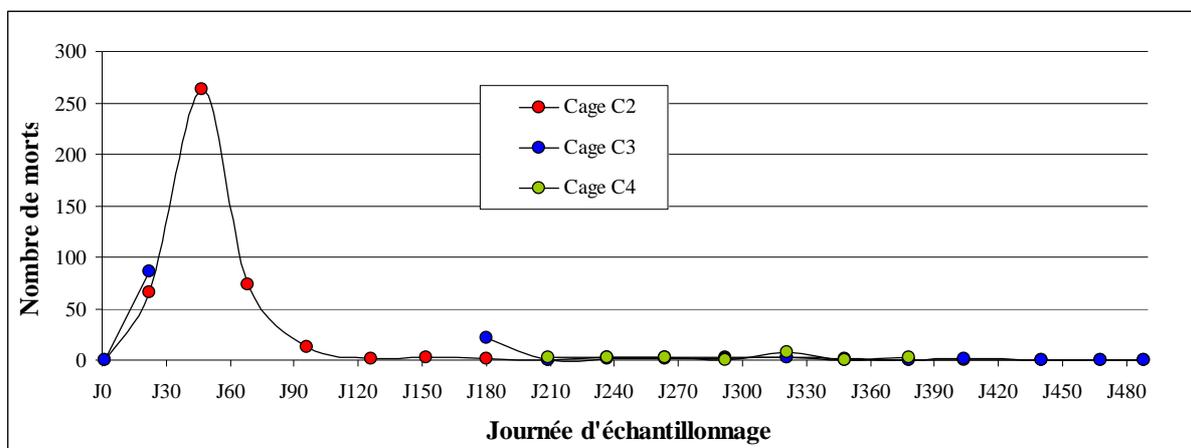


Figure 11 : Evolution comparée du taux de mortalité au cours de l'expérimentation.

Courbes de croissance

La croissance (fig. 12) augmente régulièrement de façon homogène dans chaque cage jusqu'à 1206 ± 56 g pour la cage C2 et 1218 ± 57 g pour la cage C3. Nous remarquons plusieurs plateaux au niveau des courbes de croissance. Le premier se situe entre J348 et J378 pour la cage C4 avant son retrait de l'étude. Le second entre J378 et J404 pour les 2 cages encore en élevage. Le dernier plateau se situe entre J440 et J468, 20 jours avant la fin de l'étude.

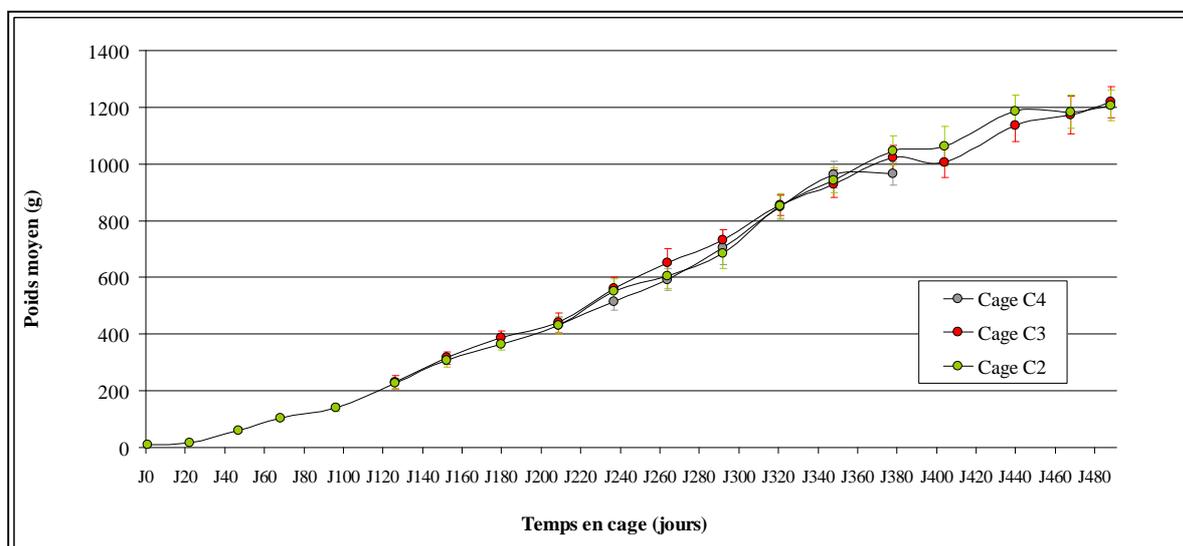


Figure 12 : Evolution comparée de la croissance au cours de l'expérimentation.

Indice de conversion (IC)

L'IC (fig. 13) est important lors de la période d'acclimatation avec une valeur de 5,7 (J22) et redescend aussitôt vers une valeur optimale de 1,1 (J47) lors de la seconde période. Ensuite l'IC augmente progressivement de 1,5 à 2,5 entre J68 et J180. Puis entre J180 et J209 nous retrouverons des valeurs proche de 1 mais de courte durée car les résultats ne cesseront pas d'augmenter jusqu'à atteindre 6,5 en fin d'étude. Certaines valeurs ont volontairement été écartées de la figure en raison de résultats trop importants (J378, J404 et J468). D'un point de vue général nous retrouvons des pics à J180, J264 et J348 ainsi que pour les périodes où les résultats ne sont pas représentés.

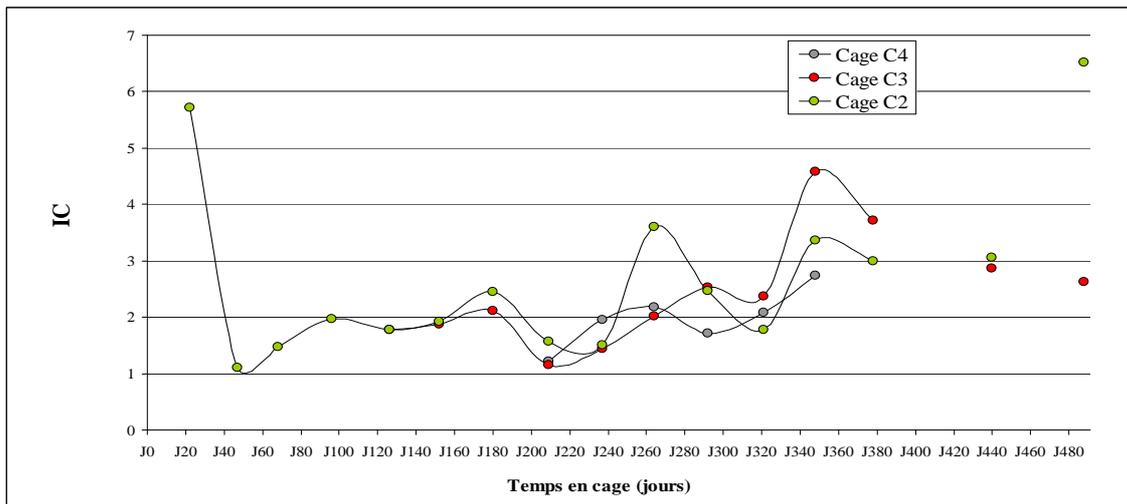


Figure 13 : Evolution comparée de l'indice de conversion au cours de l'expérimentation.

Schéma alimentaire

Le cycle de grossissement réalisé en 2006, a permis d'obtenir la première grille alimentaire chez *Platax orbicularis* ainsi que le premier schéma de distribution du granulé suivant le poids des poissons en élevage (Maamaatuaiahutapu *et al.*, 2007). Le cycle 2007-01 permet de compléter la précédente grille avec des données obtenues à partir d'un aliment extrudé. Après 8 mois d'élevage les résultats ont permis de sortir une première relation entre le poids moyen et le TAJ ($y=18,56x^{-0,44}$, $R^2=0,84$) ainsi que le TCJ ($y=31,47x^{-0,65}$, $R^2=0,68$). Les derniers résultats sont venus compléter les données après 488 jours d'élevages ce qui a permis de faire ressortir une nouvelle relation (fig. 14 et 15).

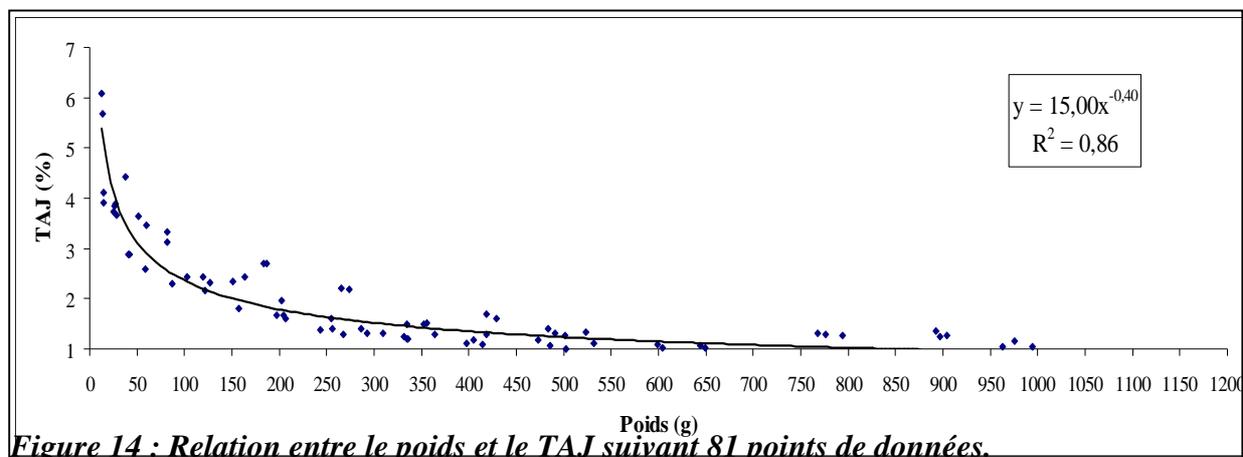


Figure 14 : Relation entre le poids et le TAJ suivant 81 points de données.



Figure 15 : Relation entre le poids et le TCJ suivant 81 points de données.

Discussion – Conclusion

L'objectif de cet essai est l'évaluation de l'effet d'un aliment de type extrudé sur la croissance en cage de *Platax orbicularis*. L'utilisation de cet aliment « Ombrine extrudé » est la conséquence notamment du problème lié à l'emploi d'un aliment non adapté. De plus, la comparaison avec le cycle précédent et cette expérimentation est d'autant plus réalisable du fait des caractéristiques quasi identiques des deux aliments utilisés à l'exception du procédé de fabrication. Une croissance faible, un taux de survie moyen et des ralentissements de croissance en rapport avec la charge en élevage sont les principaux points nécessitant d'être améliorés. Cet essai de grossissement apporte de nombreux points de satisfaction en particulier sur la méthode d'élevage reproductible en triplicat après le 2^{ème} dédoublement, malgré certains problèmes d'approvisionnement d'aliment.

En effet, de part une localisation géographique éloignée de métropole (origine de fabrication de l'aliment) les commandes doivent être réalisées au minimum 3 mois avant (démarches administratives, délai de transport par bateau, etc...). Même en tenant compte du délai minimum nous nous sommes retrouvés en rupture d'aliment obligeant l'équipe à passer sur une granulométrie supérieure très précocement. En particulier avec l'aliment « Ombrine extrudé 7 » qui initialement était prévu pour des poissons de 900 g a été utilisé avec des poissons de 280 g (fig. 1). Cette erreur provient du fait que les prévisions ont été calculées sur la base des précédents résultats obtenus en grossissement avec des indices de conversion avoisinant 1,3. Hors durant cette étude rare ont été les périodes où nous avons enregistré des résultats aussi performants. Par conséquent nous avons distribué une quantité d'aliment plus importante que ce qui était prévu.

Par conséquent avant d'atteindre la limite de rupture d'aliment les poissons ont été sous alimentés en attendant l'arrivée de la nouvelle commande. La durée de ces périodes variaient d'une à plusieurs semaines. C'est ce qui explique la croissance freinée des animaux visible sur les courbes de croissances (fig. 12) avec la formation des différents plateaux. De même que le retrait de la cage C4 avant la fin de l'étude est une des conséquences du manque d'aliment ayant entraîné un échantillonnage non représentatif du lot. L'échantillon de la cage C4 ayant été prélevé en fin de pêche. C'est pourquoi nous retrouvons également un plateau dans la croissance des poissons à J378 pour uniquement cette cage. Pour ces périodes de sous alimentation nous retrouvons également des IC très importants.

Outre ces périodes de sous alimentation les résultats enregistrés concernant les IC sont relativement importants. Ce n'est qu'au démarrage de l'étude et après le deuxième dédoublement que nous enregistrons des résultats optimum soit entre 1,1 et 1,5 dont nous ne parviendront pas à conserver. En effet, après cette période les résultats augmenteront progressivement sans pour autant affecté la croissance des animaux. Ces résultats peuvent s'expliquer par plusieurs raisons :

- une granulométrie non adaptée à la taille du poisson,
- une appréciation de la satiété non maîtrisée,
- une infestation importante par l'ectoparasite *Neobenedenia sp.*

Malgré tout, nous avons obtenus des résultats positifs au niveau de la croissance. Car les bons résultats obtenus lors de l'essai réalisé en 2004 sont pour le moment approchés voire meilleures après 348 jours d'élevages. En effet, nous obtenons un poids moyens de 944 g après 348 jours d'élevage pour ce cycle de grossissement et 930 g (J340) pour le cycle de référence de 2004 comme l'indique la figure 16 ci-dessous. Alors que la croissance est freinée pour à partir de ce poids pour l'essai de référence nous avons conserver la croissance des animaux lors de cette étude jusqu' à atteindre un poids supérieure à 1200 g. C'est un bon point pour le programme compte tenu de l'état du site d'élevage et du démarrage de l'étude à une densité 4 fois supérieure à celle du cycle de repère. Ces performances de croissance sont en grande partie associées à l'utilisation du nouvel aliment extrudé (47 % de protéines et 13 % de lipides) qui apporte toutes les garanties nécessaires au bon déroulement des phases de grossissement de part sa meilleure digestibilité et son aspect plus attractif pour le poisson.

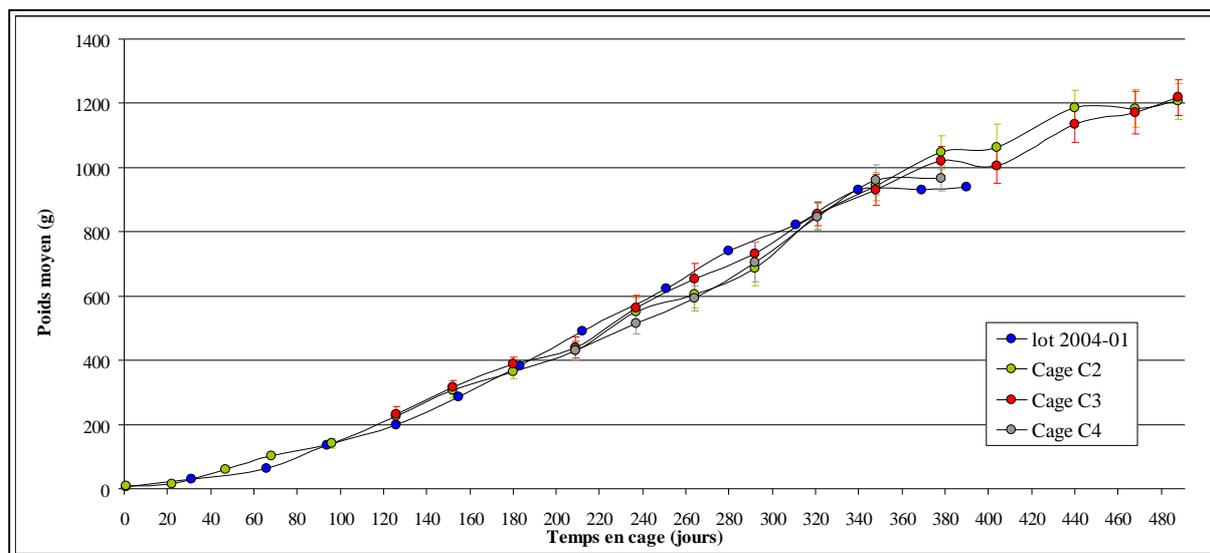


Figure 16 : Evolution comparée de la croissance au cours de l'expérimentation et celle réalisée en 2004.

De même que les phases de ralentissement de croissance sont en régression et pratiquement maîtrisées. En effet, l'identification de la charge en élevage comme facteur principal de ces ralentissements de croissances après l'étude réalisée en 2006 a permis de gérer ce deuxième essai de grossissement de façon différente. Dès que la charge en élevage se rapprochait de 12 kg/m³, une opération de dédoublement était envisagée. Et nous constatons qu'après chaque dédoublement le TAJ augmente ainsi que le TCJ. Ce qui semble favoriser une meilleure appréciation de la satiété des poissons lors du nourrissage. Cette démarche a contribué à l'obtention des bons résultats précédemment exposés. Cette méthode diminue la charge de travail puisque le cycle démarre avec une seule cage puis, suivant l'évolution de la charge,

celle-ci est dédoublée contrairement à la méthode mise en place lors du cycle de repère qui est de faire grossir 4 lots (un module d'élevage) jusqu'à obtenir une charge finale définit sans aucun dédoublement. Néanmoins, d'un point de vue économique, il est difficile d'envisager de produire du poisson à des charges aussi faibles. Il est donc crucial de trouver le moyen d'aller plus loin en terme de charge. Ceci fait parti des paramètres à tester dans l'avenir.

Cependant, malgré ces améliorations apportées par rapport au cycle de 2006, le point de blocage concernant la mortalité en début d'élevage n'a pu être réglée. En effet, les premières semaines en élevage sont toujours une période délicate à passer par les alevins nouvellement mis en cage. Pratiquement 25 % du lot est perdu au démarrage du grossissement (7 à 60 g). Le stress occasionné par le changement d'environnement est un point difficile à surmonter par le poisson dont le comportement de non alimentation est très nettement visible. Ce manque d'appétit affaiblit considérablement l'animal qui est donc vulnérable aux attaques de pathogènes présents dans la zone d'élevage. Certaines pathologies comme la lymphocistose identifiée par l'équipe de pathologie ne peuvent être traitées et seule une amélioration des conditions environnementales est efficace. D'autres comme le *Neobenedenia sp.* peuvent être annihilées après un traitement à l'eau douce par bain flash. Cependant ces opérations sont lourdes à réaliser en cage ne serait ce que pour bénéficier d'un stock d'eau douce suffisamment important pour exécuter le traitement. Par conséquent une recherche sur d'autres moyens doit être réalisée pour éviter la propagation du parasite.

Une fois franchit cette période de mortalité importante, les résultats en terme de survie deviennent excellents. En effet, malgré la présence récurrente des pathogènes sur le site d'élevage caractérisés par la proportion d'individus atteints qui est de 30 % (toujours plus faible que celle du cycle de 2006 qui est de 53 % en moyenne), la survie est de 96,9 % en moyenne. Ceci confirme donc la nécessité d'arriver à franchir cette période de mortalité pour envisager un transfert au secteur privé.

Pour envisager de pouvoir transférer au secteur privé les techniques de grossissement en cage chez *Platax*, il est primordial de résoudre ces problèmes de pathologies récurrentes avant d'envisager d'apporter des améliorations au niveau de la phase de grossissement. Et continuer le travail sur le schéma alimentaire en maintenant le nourrissage à satiété afin d'enrichir notre base de données sur le TAJ et TCJ. Une base de données qui pourrait être optimisée en incluant uniquement les résultats dont l'IC est inférieur à 2, car au-delà il serait difficile pour une entreprise d'être rentable.

Conclusion :

Afin de ne plus se retrouver confronter à un manque d'aliment pouvant mettre en péril une expérimentation, l'équipe doit mettre en place un système de gestion d'aliment fiable.

D'autre part, pour permettre aux poissons de résister aux attaques environnementales suite à la sortie en cage, des essais de sevrage et nurserie à partir de plusieurs aliments immunostimulants devront être envisagés ainsi que des traitements préventifs (bain flash) pendant le grossissement en cage. Il ne faut pas négliger également la recherche de traitements curatifs par balnéation à partir d'une bêche spécifique.

De plus, pour tester le site d'élevage, des essais dans les piscicultures privées existantes en Polynésie seront effectués. Ceci permettra de réorienter ou pas le programme pour ce qui est de l'unité de grossissement en cage afin de maîtriser la technique d'élevage.

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des résultats

Temps en cage	Poids moyen (g)			Charge (kg/m ³)			Indice de conversion			Taj			Tcj			Coefficient de variation		
	Cage C2	Cage C3	Cage C4	Cage C2	Cage C3	Cage C4	Cage C2	Cage C3	Cage C4	Cage C2	Cage C3	Cage C4	Cage C2	Cage C3	Cage C4	Cage C2	Cage C3	Cage C4
J1	8,81 ± 0,77			0,82												31,35		
J22	15,23 ± 2,18			1,83			5,7			12,6			2,60			40,04		
J47	61,41 ± 7,20			5,41			1,1			4,4			5,20			32,76		
J68	102,16 ± 6,00			8,49			1,5			3,1			2,40			16,42		
J96	140,96 ± 14,33			11,60			2,0			2,2			1,10			28,41		
J126	225,66 ± 17,11	231,65 ± 23,82		7,55	7,60		1,8	1,8		2,7	2,8		1,57	1,66		21,19	28,73	
J152	305,82 ± 23,34	315,76 ± 21,05		10,19	10,31		1,9	1,9		2,2	2,2		1,17	1,19		21,33	18,63	
J180	364,33 ± 20,46	389,06 ± 20,49		12,12	12,66		2,5	2,1		1,5	1,5		0,63	0,75		20,46	14,71	
J209	429,84 ± 28,16	439,85 ± 34,16	430,88 ± 31,05	8,71	8,88	8,79	1,6	1,2	1,2	1,0	1,1	0,7	0,70	0,94	0,60	18,31	21,70	20,14
J237	551,45 ± 42,51	562,04 ± 39,99	516,03 ± 32,91	11,14	11,35	10,42	1,5	1,4	2,0	1,2	1,3	1,2	0,89	0,88	0,64	21,54	19,89	17,82
J264	603,97 ± 41,56	653,05 ± 48,12	592,76 ± 38,77	12,80	13,15	11,89	3,6	2,0	2,2	1,1	1,1	1,1	0,34	0,56	0,51	19,23	20,59	18,28
J292	684,98 ± 53,25	732,02 ± 36,35	705,738 ± 62,07	13,29	13,47	12,99	2,5	2,5	1,7	1,1	1,0	1,0	0,45	0,41	0,62	21,73	13,88	24,58
J321	851,64 ± 44,05	855,72 ± 36,15	847,31 ± 40,43	16,41	15,57	15,20	1,8	2,4	2,1	1,3	1,3	1,3	0,75	0,54	0,63	14,45	11,80	13,34
J348	941,39 ± 43,07	930,50 ± 47,86	961,1 ± 46,87	18,14	16,87	17,24	3,4	4,6	2,7	1,2	1,4	1,3	0,37	0,31	0,47	12,78	14,38	13,63
J378	1046,50 ± 51,61	1020,80 ± 46,04	965,5 ± 39,52	18,00	16,47	15,19	3,0	3,7	69,5	1,1	1,1	1,1	0,35	0,31	0,02	13,78	12,60	11,44
J404	1063,60 ± 70,18	1004,10 ± 51,34		16,17	14,12		13,4	-14,6		0,8	0,9		0,06	-0,06		18,44	14,29	
J440	1185,00 ± 56,75	1136,00 ± 58,13		18,02	16,13		3,1	2,9		0,9	1,0		0,30	0,34		13,38	14,30	
J468	1184,00 ± 58,77	1172,00 ± 66,67		18,00	16,80		-254,0	7,1		0,8	0,8		0,00	0,11		13,87	15,89	
J488	1206,00 ± 54,81	1218,00 ± 55,85		18,34	17,62		6,5	2,6		0,6	0,5		0,09	0,19		14,84	12,81	

Bibliographie

Gasset E et al, 2007. Effet de la première alimentation sur le taux de vessies natatoires, la croissance et la survie en élevage larvaire du *Platax orbicularis*. Ifremer, 10p.

Remoissenet G., Tchepidjian B., Tamata T., Joufoques V., Cochenec-Laureau N., Nédélec G., 2006. Maîtrise technique de la production de poissons lagunaires. Rapport final de convention N° 4.0021.

Maamaatuaiahutapu M., 2007. Etat de l'art de l'élevage en cage du Paraha peu. SPE, 25p.

Maamaatuaiahutapu M., Teissier A., Tamata T., Gasset E., Joufoques V., David R., Nédélec G., Flores D., 2008. Définition d'un modèle d'élevage en cage chez *Platax orbicularis* (Paraha peu). SPE/Ifremer. 16p.

Effet du traitement curatif contre les ectoparasitoses de *Platax orbicularis* d'élevage en fin de grossissement en cages flottantes (cycle 2007-01)

S. Dupieux ¹, T. Tamata ¹, R. David ¹, M. Maamaatuaiahutapu ¹, E. Gasset ², A. Teissier ¹, V. Joufoques ¹.

¹ - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

² - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98 719 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

Suite aux résultats obtenus sur le cycle d'élevage précédent (mortalité pouvant atteindre 40 % sur une cage où le taux de prévalence est tel que les poissons sont affaiblis avec des développements d'exophtalmie), une de nos priorités est la mise au point d'une méthode de traitement curatif contre le *Neobenedenia sp.* à l'aide d'une bâche (tarpauline) pour réaliser des bains d'eau oxygénée (H₂O₂).

L'H₂O₂ a été privilégiée pour ses propriétés non polluantes pour l'environnement contrairement au formol et qui a démontré son efficacité contre un monogène sur la sérieole d'élevage en Australie (Mansell *et al.*, 2005).

Les différentes étapes de cette expérimentation sont :

- le retrait des filets de protection, mis en eau en 2005-2006, pouvant être source de concentration du parasite,
- la conception de la tarpauline adaptée aux cages expérimentales utilisées à Vairao,
- la réalisation du traitement sur les poissons infectés par le *Neobenedenia sp.*

Le protocole propose de tester l'effet de traitements H₂O₂ sur :

- le nombre de poissons infestés par le parasite au niveau des yeux,
- la croissance par l'intermédiaire du poids moyen,
- l'évolution de l'indice de conversion,
- le comportement du poisson lors du nourrissage,
- et le niveau de salissure des filets d'élevage.

Matériel et méthodes

Nous avons réalisé l'expérimentation à partir de 4 cages de 15 m³ dans lesquelles étaient répartis des poissons (Tableau 1) en fin de grossissement (transfert des alevins en mai 2007) infestés par du *Neobenedenia sp.* (P0).

Tableau 1 : Répartition des poissons de l'expérimentation en fonction de leur cage, leur poids moyen, leur nombre et le taux de poissons infestés au point initial (P0).

Cage	Lot traité		Lot témoin	
	C1	C4	C2	C3
Poids Moyen Initial (g)	1 289 ± 52,8	1 240 ± 64,9	1 253 ± 55,4	1 240 ± 66,8
Nombre de poisson	31	30	31	30
Taux de poissons infestés par le parasite	48%	64%	61%	60%

Le traitement a été réalisé en duplicata (2 cages de 15 m³) et il est comparé à 2 autres cages identiques sans traitement (lot témoin). La fréquence de traitement a été la suivante : **J0, J3, J6, J14 et J22**. Un point sanitaire a été réalisé à J0, J14 et J28 où tous les poissons sont examinés individuellement lors d'un échantillonnage afin d'observer la présence ou non du parasite au niveau des yeux.

Nous nous sommes basés sur un article pour définir la fréquence de traitement (J0, J3 et J6) sur les 6 premiers jours (Leong Tak Seng *et al.*, 2006) et pour la suite des traitements (J14 et J21) sur le rapport de Ambre Van Cam (2008).

Résultats

Résultats zoo-sanitaires

En début d'expérimentation chaque lots étaient infestés de l'ordre de 48% (C1) et 64% (C4) pour le lot traité ainsi que 61% (C2) et 60% (C3) pour le lot témoin par le parasite au niveau des yeux au point de démarrage de l'expérimentation (P0).

La figure 1 montre que lors du second point sanitaire (P1), le lot traité ne présente quasiment plus de présence du parasite au niveau des yeux soit 3% (C1). Ceci se confirme lors du dernier point puisque le parasite a totalement disparu (P2). Tandis que pour le lot témoin nous observons une baisse du taux de prévalence soit 45% (C2) et 57% (C3) au second point sanitaire (P1). Et termine avec un taux d'infestation de 94% (C2) et 93% (C3).

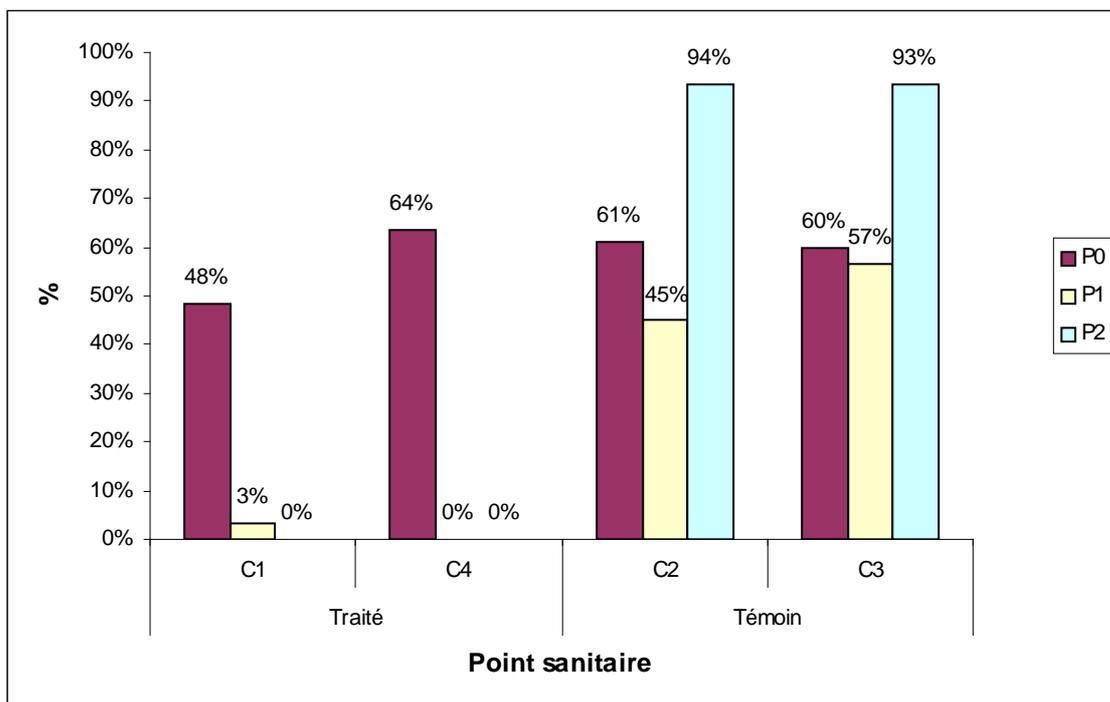


Figure 1 : Evolution comparée du taux de prévalence du *Neobenedenia* sp. sur les yeux du *Platax orbicularis* au cours du temps entre les cages traités et les cages témoins.

Résultats zootechnique

Chaque cage a été nourrie suivant un taux d'alimentation équivalent de 0,6 % de la biomasse sur toute la durée d'élevage. Les indices de conversion (**fig. 2**) sont inqualifiables pour le lot traité au premier point sanitaire (P1), soit -12 (C1) et 32 (C4) mais diminue significativement au point final (P2) jusqu'à 2 (C1) et 4 (C4). Concernant le lot témoin les indice de conversion

sont élevés au premier point sanitaire (P1), soit 10 (C2) et 6 (C3) et diminue également au point final (P2) jusqu'à 4 (C2) et 2 (C3).

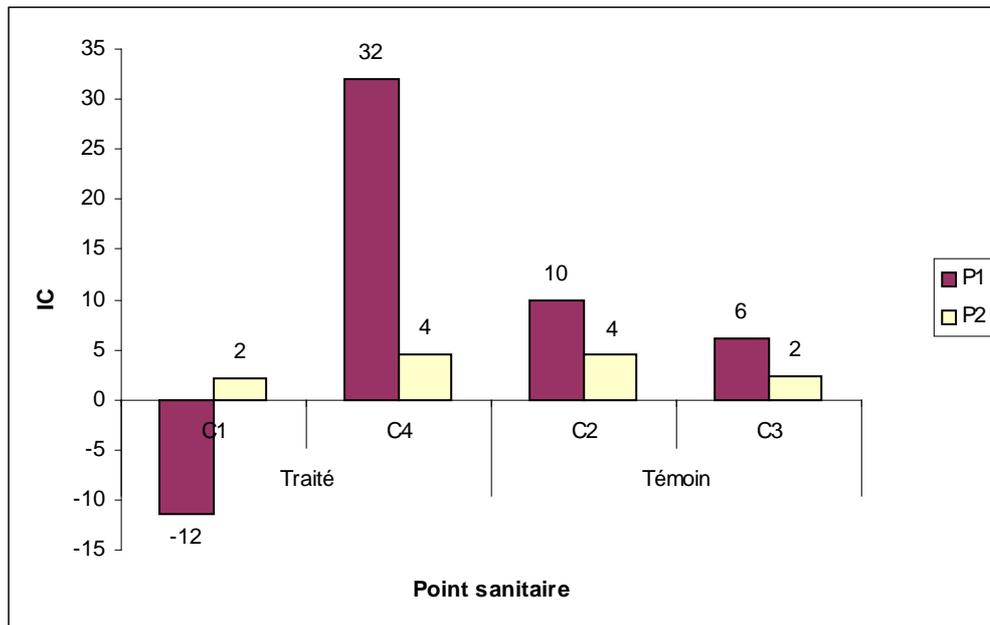


Figure 3 : Figure 2 : Evolution comparée de l'indice de conversion au cours du temps entre les cages traitées et les cages témoins.

Les courbes de croissances montrent une courbe linéaire pour le lot témoin (fig. 3) allant de $1253 \pm 66,8$ g à $1285 \pm 62,4$ g (C2) et $1240 \pm 55,4$ g à $1277 \pm 63,5$ g (C3) soit une augmentation de 2,5 % (C2) et 2,9% (C3). Concernant le lot traité (fig. 4), nous observons une diminution du poids entre le point de démarrage (J0 : $1289 \pm 52,8$ g (C1) et $1240 \pm 64,9$ g (C4)) et le premier échantillonnage (J14 : $1280 \pm 49,6$ g (C1) et $1243 \pm 65,2$ g (C4)) pour remonter au dernier échantillonnage (J28) à $1323 \pm 52,4$ g (C1) et $1282 \pm 70,3$ g (C4) soit une augmentation de 2,6 % (C1) et 3,3 % (C4).

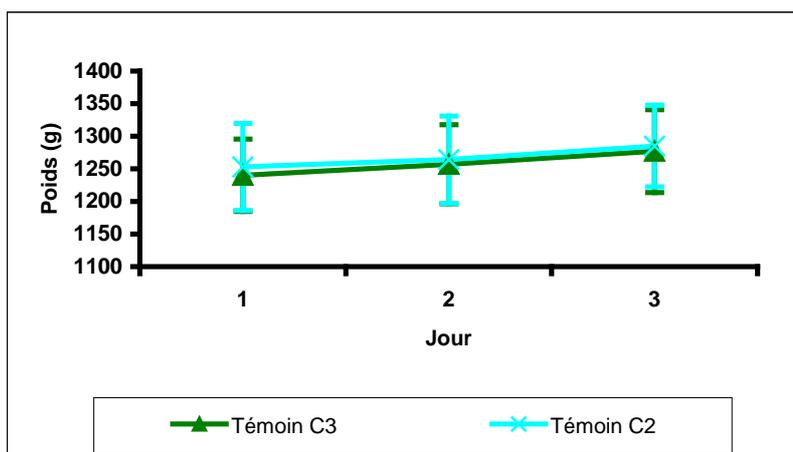


Figure 4 : Courbe de croissance du lot témoin sur la période de traitement à l'eau oxygénée de 28 jours.

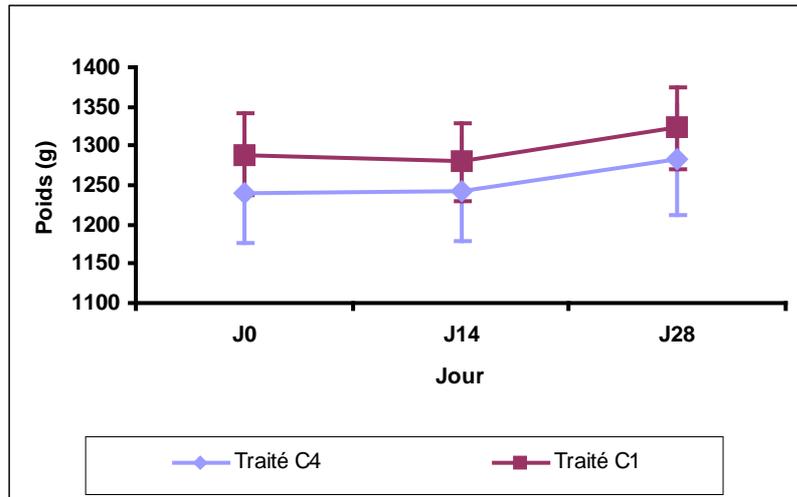


Figure 5 : Courbe de croissance du lot traité sur la période de traitement à l'eau oxygénée de 28 jours.

Discussions

La « tarpauline » utilisée pour cette expérimentation a été conçue avec une fermeture éclair sur une de ses faces afin de faciliter le passage sous la cage d'élevage. De plus son grand volume ($> 15\text{m}^3$) permet de traiter toute la hauteur du filet d'élevage. Ces modifications ont été réalisées afin de rendre son utilisation plus ergonomique, néanmoins sa mise en place demande un minimum de savoir faire et 3 agents ont toujours été nécessaire. Au bout du 5^{ème} traitements, la méthode de mise en place et de retrait de la bâche de traitement s'est nettement améliorée à un point où seul un binôme habitué suffit (l'aptitude physique reste tout de même essentielle pour soulever la charge des plots).

L'analyse des résultats montre que la succession de 3 traitements en 6 jours a sans doute occasionné un stress chez les individus traités entraînant ainsi un blocage au niveau de la croissance. Mais lorsque la fréquence de traitement est plus espacée, nous observons une nette reprise de la croissance pour au final obtenir le même gain de poids que celui des individus non traités. L'évolution des indices de conversion suivant le traitement confirme bien le blocage de la croissance entre le début de l'expérimentation et le premier échantillonnage.

Par rapport aux résultats sur la prévalence des poissons infestés, nous observons une chute significative après 3 traitements. Nous constatons également que les traitements n'ont aucune influence sur la variabilité des lots. A partir de ces résultats plusieurs interrogations se posent :

- Est ce que la diminution de la fréquence de traitements sur les 6 premiers jours aurait eu le même impact sur la croissance après 28 jours ?
- Est ce que le nombre de 3 traitements curatif d'une durée de 1h est nécessaire afin de ne plus observer de parasites au niveau des yeux du poisson ?
- Est ce que le traitement tue le parasite où le décroche t-il uniquement ?
- Est ce que la dose d'eau oxygénée peut être diminuée ?
- Est ce qu'une fréquence de traitement en préventif espacée de 7 voire 10 jours est suffisante pour éviter l'infestation du parasite ?

Cela faisait un certain temps que nous observions régulièrement du *Neobenedenia sp.* sur des individus en grossissement sans pour autant entraîner de mortalité au niveau du cheptel. C'est

à partir des indices de conversion élevés (> 5) que nous avons entrepris de tester un traitement curatif sur des poissons infestés. Au bout de 28 jours aucune amélioration des IC n'a été observée sur le lot traité. Cependant après 19 jours du premier traitement le comportement des individus traités s'est nettement amélioré. Le facteur déterminant a été observé lors des nourrissages où les poissons remontaient à la surface pour attendre le granulé distribuée manuellement. La nage également était beaucoup plus active que ceux du lot témoin qui restaient figés au fond de la cage qui peut être considérée comme un critère de « bien-être » des poissons. Une prolongation de la durée de l'étude nous aurais sans doute permis d'obtenir d'avantages de résultats au niveau des indices de conversion avec un nourrissage à satiété afin de démontrer l'impact de l'infestation du *Neobenedenia sp.* sur ce paramètre.

Un autre point à retenir est le niveau de salissure sur les filets qui est beaucoup moins important sur les cages du lot traité que celui des cages du lot témoin. Une meilleure gestion des changements de filets peut être envisagée sachant que l'accumulation de bio-fouling sur les filets entraîne une accumulation d'agent pathogène.

Conclusions et perspectives

Nous pouvons conclure que les traitements ont été efficaces contre le détachement du *Neobenedenia sp.* au niveau des yeux, sur le comportement du poisson et sur la fixation du bio-fouling des cages d'élevage. Afin d'optimiser l'utilisation des traitements et du produit des expérimentations supplémentaires doivent être mise en place. Cependant il nous reste à démontrer cette efficacité sur des poissons de plus petite taille et en nombre plus important que 30 individus sur une longue durée. C'est l'objectif d'un protocole qui sera mis en œuvre prochainement afin de déterminer l'effet des traitements préventif à l'eau oxygénée sur la prévalence du *Neobenedenia sp.* et les performances biologiques d'alevins de *Platax orbicularis*.

Bibliographie

B. Mansell, M. D. Powell, I. Ernst & B. F. Nowak, 2005. Effects of the gill monogean *Zeuxapta seriolae* (Meserve, 1938) and treatment with hydrogen peroxide on pathophysiology of kingfish, *Seriola lalandi Valenciennes*, 1833. *Journal of fish Diseases*, 28, 253-262.

Leong Tak Seng, Zilong Tan & Enright W.J., 2006. Important parasitic diseases in cultured marine fish in the Asia Pacific region. *AQUA Culture Asia Pacific Magazine*, vol.2, no2, 25-27.

A. Van Cam, 2008. Suivi zoosanitaire du cheptel de "Paraha peue" (*Platax orbicularis*) en phase de grossissement. Rapport de soutenance de stage 2^{ème} année de master BGAE Spécialité EFDD, 27.

Bilan du transport fictif d'alevins de *Platax orbicularis* : L'amélioration de la survie d'alevins de 7g de Paraha peu pendant une simulation de transfert de 24h.

T. Tamata¹, **M. Maamaatuaiahutapu**¹, **S. Dupieux**¹, **E. Gasset**², **A. Teissier**¹, **V. Joufoques**¹.

¹ - *Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.*

² - *Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98719 TAHITI, Polynésie Française.*

Introduction

A l'issue d'une réunion de l'équipe sur les résultats obtenus lors de la précédente simulation de transfert de longue durée (avec des alevins issus du cycle de nurserie 2008-03) et du plan de protocole de la prochaine simulation, il a été décidé de réaliser un pré-test en se focalisant sur les points suivants :

- ☞ une mise à jeun de 36h au lieu de 24h,
- ☞ l'ajout supplémentaire d'anesthésique pendant la simulation dès que les poissons semblent actifs,
- ☞ et le maintien de l'eau réfrigérée à $24^{\circ}\text{C} \pm 1$.

Le pré-test aura donc pour objectif d'observer l'effet de la durée du jeun et de l'anesthésie sur la survie des alevins pendant et après la simulation de transfert.

Le plan expérimental sera donc ainsi :

- ☞ 1 lot avec une légère anesthésie à la mise en cuve,
- ☞ 1 lot avec une anesthésie à la mise en cuve et pendant le transfert.

Conditions expérimentales

Facteur testé :	Rajout d'anesthésique (eugénol à 10 ppm)
Nombre de bac par facteur :	1
Charge de transport :	20 g/l
Température de l'eau :	24 à 25°C
Type de bac :	Gilac blanc de 120 litres et mis en sac noir
Volume de transport :	80 litres
Aération :	Oxygène pur avec 2 micro-diffuseurs
Anesthésie :	10 ppm dans le bac de nurserie et 5 ppm dans le bac de transport

Résultats

Les paramètres environnementaux

Les mesures d'oxygène dissous et de la température ont été réalisées partiellement car s'agissant d'un pré-test et elles sont illustrées en annexe (cf. annexes 6.1).

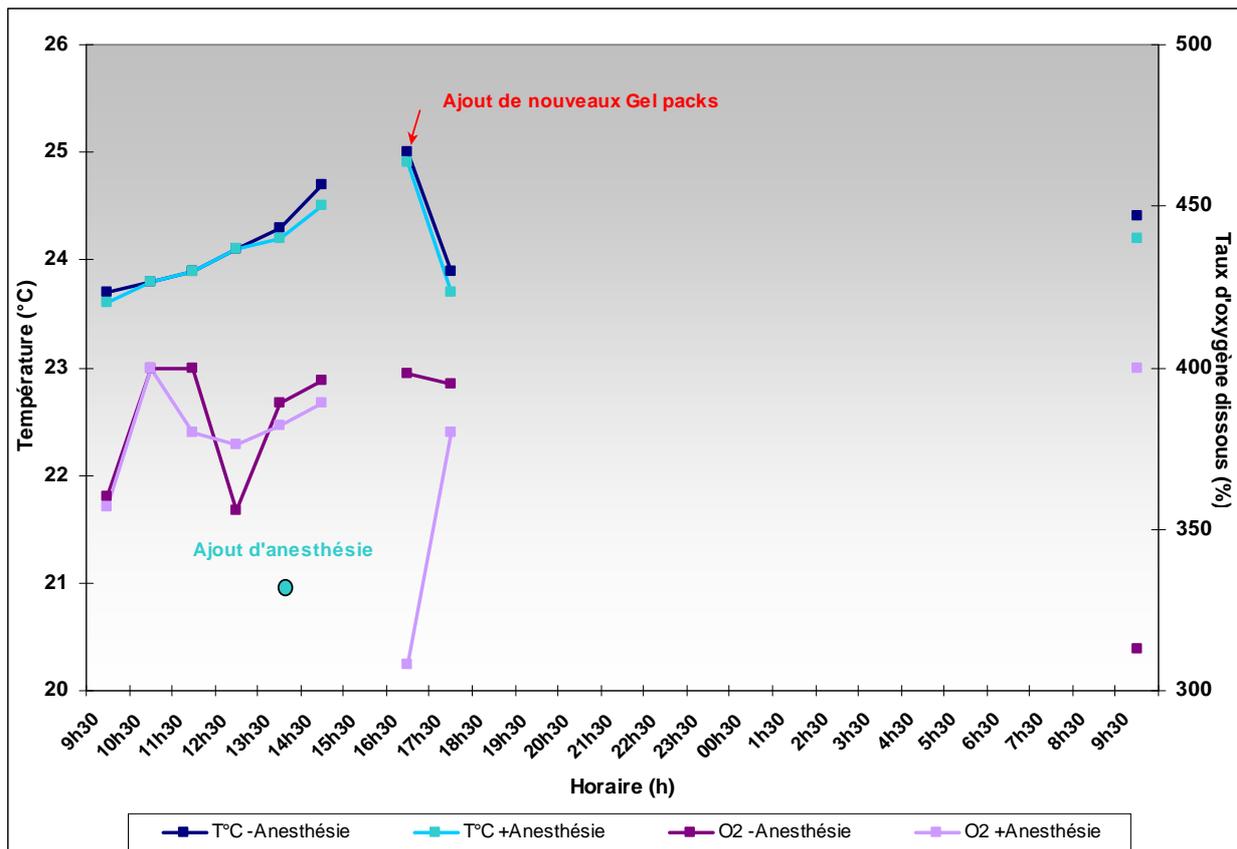


Figure 1 : Evolution de la température et du taux d'oxygène dissous dans les bacs réfrigérés avec et sans ajout d'anesthésique.

T°C -Anesthésie indique la température dans le bac sans ajout supplémentaire d'anesthésique.

T°C +Anesthésie indique la température dans le bac avec ajout supplémentaire d'anesthésique.

O2 -Anesthésie indique l'oxygène dissous dans le bac sans ajout supplémentaire d'anesthésique.

O2 +Anesthésie indique l'oxygène dissous dans le bac avec ajout supplémentaire d'anesthésique.

La flèche rouge indique l'ajout de glace dans les 2 bacs.

Le cercle bleu indique l'ajout supplémentaire d'anesthésique dans le bac concerné.

Au démarrage de l'expérience, la température dans les 2 bacs est un peu plus de 23,5°C. A la fin du pré-test, elle se situe entre 24 et 24,5°C. Un seul renouvellement de Gel pack (2 par bac) a suffi de maintenir la température entre 24 et 25°C.

Le taux d'oxygène dissous a évolué entre 300 et plus de 400% durant la simulation de transfert.

Les observations comportementales des alevins pendant l'expérience

3 heures après le démarrage de l'expérimentation, au moins 50% des alevins des 2 bacs ont recouverts mais restent calmes.

1 heure après, les alevins étaient réactifs à la lumière et au bruit mais restent calmes. Les 2 bacs présentaient des fécés et de la mousse en surface.

A cet instant, 10 ppm d'eugénol (dose complète d'anesthésie) ont été rajoutés dans le bac concerné (+Anesthésie). Au bout d'une minute, les poissons étaient anesthésiés et au fond du bac mais respiraient et réagissaient au toucher. Ce comportement s'est perpétué sur 2 heures qui est le temps de la dernière observation faite avant le lendemain matin.

La présence de mousse s'est amplifiée d'heure en heure ensuite.

Aucune mortalité n'a été observée durant les observations de fin d'après-midi.

A la fin de l'expérimentation :

- ☞ l'eau était beaucoup plus trouble dans le bac avec ajout supplémentaire d'anesthésique,
- ☞ il y a une présence importante de mousse dans les 2 bacs : toute la surface en était recouverte et les alevins n'étaient visibles,
- ☞ une vingtaine d'alevins étaient décolorés (potentiellement sub-claquants) dans le bac sans ajout supplémentaire d'anesthésique, mais aucune mortalité n'a été observée ; après une rapide observation individuelle, tous les alevins présentaient des yeux voilés ou opaques et une nage désorientée,
- ☞ aucun alevins n'a survécu dans le bac avec ajout supplémentaire d'anesthésique,

Le suivi d'élevage post- transfert

Ce suivi a donné les résultats suivants :

- un seul point de mortalité (2,63%) s'est déclaré 24h après la mise en élevage (cf. figure2),
- la charge de transport calculée, après la pesée des alevins vivants, était de 14,6g/l (avec un poids moyen de 8,02g) pour le bac sans ajout d'anesthésie et de 14,2g/l (avec un poids moyen de 7,77g) pour l'autre bac,
- lors de la mise en élevage, tous les poissons étaient au fond du bac et 2 heures après ils avaient récupéré petit à petit malgré des nages désorientées,
- 48h après la mise en élevage, les alevins s'alimentaient bien,
- un gain pondéral de 25% a été observé à la fin du suivi,
- une semaine après l'élevage, tous les alevins avaient la caudale déchirée ou abrasée ; et 5% présentaient une caudale et dorsale complètement abrasées.

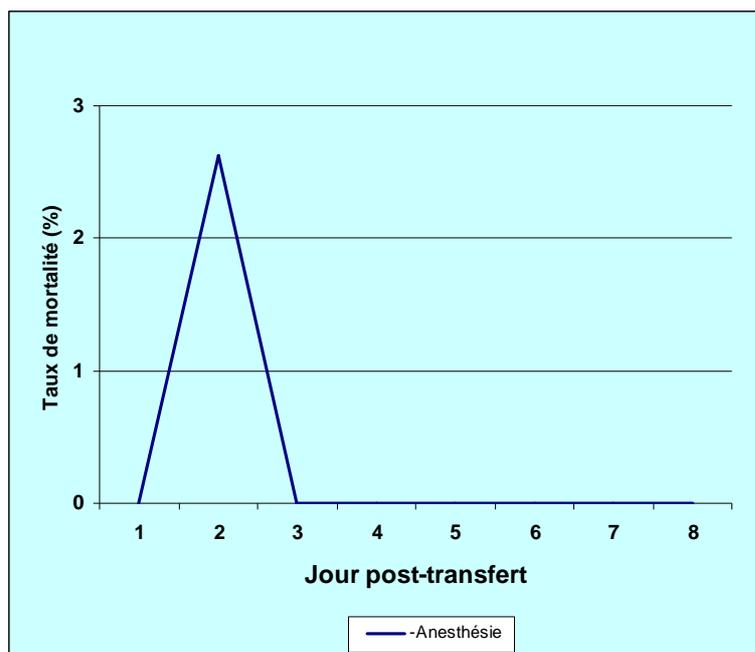


Figure 2 : Evolution de la mortalité quotidienne des alevins de Paraha peue de 8g suite à un transport fictif de 24h.

Discussion

L'ajout supplémentaire de la dose d'anesthésique complète (eugénol ou clou de girofle à 10 ppm) a été une erreur : trop forte, les poissons tombent au fond s'empilant les uns sur les autres au point de s'étouffer (Berka, 1986). L'ajout de la dose aurait dû être de moitié et en plusieurs fois selon la durée du transport (Berka, 1986).

Cependant, certains auteurs préconisent d'utiliser le MS-222 ou tricaine comme anesthésique car la résorption se fait entre 24 et 39 heures selon les espèces (Rzanicin et Balcer, x ; Bartelme, 2004) et son utilisation légale sur des poissons destinés à la consommation (Stoskopf, 1993).

Les risques d'aléas d'oxygénation pure ont été atténués par la mise en circuit individuel d'oxygène pur des bacs : les taux d'oxygène dissous se situent entre 300 et plus de 400%. Piper et al. (1982) conseillent tout de même d'injecter plus d'oxygène pendant le chargement et la première heure du transport. Par ailleurs, Huilgol et Palmt (1975) soutiennent que le peroxyde d'hydrogène peut-être un moyen de booster l'oxygène dissous : 1 goutte d'H₂O₂ permet d'obtenir 1,5mg/l à une température de l'eau de 24°C.

Le maintien régulier de la baisse de température de l'eau de transport entre 24 et 25°C s'est très bien passé avec un seul renouvellement des paires de Gel packs placées dans chaque bac. Berka (1986) conseille de ne pas dépasser un écart de 12 à 15°C entre l'eau de transport et celle du milieu d'élevage avec une acclimatation de 5°C à l'heure. Cela suppose la possibilité de baisser encore la température de l'eau de transport pour atténuer l'activité et le stress des alevins.

La mise à jeun des alevins sur une durée de 36 heures a fortement diminuer l'excrétion des fécès car il y en avait très peu et étaient de couleur jaunâtre. Cela n'a pas empêché

l'observation de l'opacité des yeux (qui a cependant disparu lors du point final une semaine après la mise en élevage) de tous les alevins vivants ou morts et des caudales abrasées ou déchirées. Les causes peuvent être d'origine bactérienne (fécès et mucus) ou chimique (acidification de l'eau de transport avec l'excrétion de CO₂ et de NH₄), il existe des solutions pour les réduire comme par exemple :

- ☞ Prolonger la durée de la mise à jeun à 48 heures pour complètement vider le tube digestif,
- ☞ Baisser la salinité de l'eau de transport pour éviter des dysfonctionnements osmorégulateurs et immunitaires (Mc Donald et Milligan, 1997) qui peuvent aboutir à une mortalité post-transfert dès les premiers jours (Stoskopf, 1993) ou une attaque de pathogènes opportunistes, notamment les bactéries profitant des alevins fragilisés par le stress (Mazeaud *et al.*, 1977),
- ☞ Bien aérer et oxygéner le bac de transport pour évacuer le CO₂ (Bartelme, 2004),
- ☞ Utiliser des solutions tampons (Trizma™ pour le CO₂ et maintien du pH (Spotte, 1979)).

Conclusion-Perspectives

La méthode de transport sans ajout supplémentaire d'anesthésique est à :

1. d'une part, fiabiliser car la survie est de 100% pendant le transport (Lim *et al.* (2003) soutiennent que les exportateurs dédommageront leurs clients dès lors la mortalité à l'arrivée dépasse 5%) et de 97% une semaine après la fin du transport,
2. d'autre part, améliorer par la suite avec l'utilisation de solutions tampons ou de la baisse de salinité ou l'ajout supplémentaire d'anesthésique avec des doses de sédation et non d'anesthésie complète,
3. et que la charge expérimentée était de 14,6g/l au lieu des 20g/l prédéfinie.

Le prochain test expérimental sera basé à partir de la méthode de transport sans ajout supplémentaire d'anesthésique mais à une charge de 20g/l.

Annexes

1. Les mesures de température et du taux d'oxygène dissous dans les fûts à température réfrigérée et ambiante des alevins traités

Horaire	-Anesthésie			+Anesthésie		
	T°C	O ₂	Mort	T°C	O ₂	Mort
9h30	23,7	360	0	23,6	357	0
10h30	23,8	400	0	23,8	400	0
11h30	23,9	400	0	23,9	380	0
12h30	24,1	356	0	24,1	376	0
13h30	24,3	389	0	24,2	382	0
14h30	24,7	396	0	24,5	389	0
15h30						
16h30	25	398	0	24,9	308	0
17h30	23,9	395	0	23,7	380	0
18h30						
19h30						
20h30						
21h30						
22h30						
23h30						
00h30						
1h30						
2h30						
3h30						
4h30						
5h30						
6h30						
7h30						
8h30						
9h30	24,4	313	0	24,2	400	146

-Anesthésie Pas de rajout d'anesthésique pendant la manip

+Anesthésie Rajout d'anesthésique pendant la manip

Essai de transport de Paraha peu en cuve de 1200 l

S. Dupieux¹, T. Tamata¹, E. Gasset², M. Maamaatuaiahutapu¹, H. Wallon¹, A. Teissier¹, V. Joufoques¹, R. David¹.

¹ - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

² - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98 719 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

Les résultats obtenus lors des précédents essais de transport ne nous permettent pas aujourd'hui de définir une méthode de référence. Cependant une partie de la méthode nous semblent néanmoins importante à conserver comme l'utilisation d'un milieu réfrigéré et l'utilisation d'anesthésique pendant le transport.

L'expédition d'alevins pour le projet expérimental d'élevage à Bora Bora est prévue pour le début d'année 2010. Par conséquent il nous faut rapidement définir une méthode fiable garantissant une mortalité acceptable à la réception et d'une bonne qualité des alevins.

Cet essai nous permet de tester, de manière fictive, la nouvelle cuve de transport d'une capacité utile de 1100 litres avec l'utilisation :

- de vitamine C avant la mise en cuve des alevins et
- d'antibiotique durant le transport.

Matériels et méthode

La cuve

La cuve est d'une capacité de 1200 l (110 x 130 x 100 cm). Elle est équipée de diffuseur spécifique pour oxygène pur. La cuve est positionnée dans la salle de quarantaine (zone 3-10) durant toute la durée de la simulation à l'abri de la lumière et du soleil. Elle est équipée d'un couvercle et d'un orifice permettant de mesurer les paramètres environnementaux (T°C et O₂) sans avoir à soulever le couvercle.

Les alevins

Les alevins sont issus du cycle d'alevinage 2009-04 réalisé en milieu bio-sécurisé dans la nouvelle salle expérimentale. Ils sont mis à jeun durant 44 h avant leur transfert en cuve.

Nous disposons de 2 bassins de 1500 poissons dont le poids moyen est de 8 g soit une charge de 21,8 g/l.

Préparation des alevins

6 jours avant la mise en conditions de transport des alevins, nous avons procédé à une séparation des lots afin d'obtenir le besoin nécessaire pour l'expérimentation. Soit 1500 alevins répartis dans 2 bassins de nurserie. Et un bassin de 500 alevins qui servira à constituer le lot témoin en cages.

Lors de la constitution des lots, les alevins sont anesthésiés à l'Eugénol (huile de clou de girofle) en ayant préalablement diminué la hauteur d'eau du bassin et mis en place l'alimentation en oxygène pur (arrêt de l'alimentation en eau et bullage augmenté au maximum). La dose finale de 14.4 ppm d'anesthésie (9 ml dans 625 l) a été ajoutée progressivement de façon à obtenir un niveau de sédation optimal. Les critères suivants permettent de déterminer le niveau de sédation :

- les alevins ne bougent pas plus de 3 secondes lorsque nous les prenons à la main (utilisation obligatoire de gants en latex),
- les alevins ne réagissent pas au petit choc contre la paroi du bac,
- les poissons ne fuient pas lorsque nous voulons les attraper,
- et enfin les alevins ne doivent pas se retrouver coller au fond du bac (une sédation trop importante entraînerait des risques d'asphyxie pour ceux qui sont recouverts).

Ces critères sont établis de façon à minimiser les risques de blessures qui pourraient entraîner des infections bactériennes. Afin d'éviter d'éventuelles infections malgré les précautions prises, un traitement antibiotique est réalisé par balnéation avec 50 g d'OTC dans 1200 l durant une heure sous oxygène pur après la constitution des lots.

Transfert des alevins dans la cuve

Après une mise à jeun de 44 h, les alevins sont de nouveau anesthésiés (§ précédent). La dose utilisée est de 19 ppm soit 12 ml dans 625 l avant d'obtenir le niveau de sédation souhaité. Les alevins sont ensuite récupérés avec une épuisette pour être transférés directement par petit lot jusqu'à ce que tous les alevins soient introduits dans la cuve. La cuve a été initialement remplie avec 160 l d'eau de mer à 11 °C et 780 l à température ambiante (27,5 °C) soit une température théorique du milieu de 24,7 °C (soit 3 °C de différence avec la température ambiante). Une dose d'anesthésiant équivalente à 10 ppm a été introduit dans la cuve soit 9,4 ml avant le transfert des alevins.

Lorsque le transfert est terminé un complément d'eau de mer réfrigérée à 10 °C (30 l) dans lequel une dose d'anesthésiant a également été introduite afin de conserver un milieu homogène à la cuve soit 10 ppm (0,3 ml). Lors de la fermeture de la cuve la température est de 23,7 °C.

L'eau de mer

Elle est filtrée à 10 µm et traitée aux UV.

La veille du test, de l'eau de mer est mise en chambre positive à 10 °C. En effet, la baisse de la température de l'eau réduit le métabolisme des animaux ce qui entraîne une baisse de la consommation d'oxygène et de la production de dioxyde de carbone, de la production d'azote ammoniacal et d'urée dans l'eau de transport. En aquariophilie par exemple, les espèces tropicales sont expédiées à des températures proches de 22 °C (Lim et *al.*, 2003 ; Bartelme, 2003).

Le suivi de la température est fait toutes les 2 heures jusqu'à 16h30 à l'oxymètre (YSI 85) dans la cuve de transport.

La formule pour obtenir de l'eau, par exemple, à 22°C à partir d'une eau à température ambiante et réfrigérée est la suivante :

$$V_{\text{final}} \times T_{\text{finale}} = (V_{\text{ambiant}} \times T_{\text{ambiante}}) + (V_{\text{réfrigéré}} \times T_{\text{réfrigérée}})$$

et en sachant que $V_{\text{final}} = V_{\text{ambiant}} + V_{\text{réfrigéré}}$ la formule devient :

$$V_{\text{réfrigéré}} = [V_{\text{final}} (T_{\text{finale}} - T_{\text{ambiante}})] / (T_{\text{réfrigérée}} - T_{\text{ambiante}})$$

Où : V exprime le volume d'eau de mer et T la température d'eau de mer.

L'oxygène dissous

De l'oxygène pur est utilisé pour l'oxygénation de la cuve pendant la simulation de transport. L'oxygène est diffusé à travers un tuyau d'air rigide et transparent de 6mm par un diffuseur spécifique O₂ en céramique (Aqualor DY101C-C Ø50 x 150 mm).

Chaque bouteille d'oxygène est équipée d'un détendeur/débit litre EUROJET SUPERIOR 3 à débit réglable.

Le débit d'O₂ est réglé à 2 l/mn au démarrage de l'expérimentation puis à 1,5 l/mn après 1h. La limite inférieure de 120 % d'O₂ dissous ne doit jamais être atteinte lors de l'essai. Le débit est ajusté en fonction de la consommation des alevins.

Le suivi de l'oxygène dissous a été fait également toutes les 2 heures avec un oxymètre (YSI 85) pendant la présence du personnel jusqu'à 16h30.

Une bouteille de 4,2 m³ a assuré l'oxygénation de la cuve pendant toute la durée du transport fictif. Par sécurité, une bouteille de 1 m³ a été mise à disposition en cas de rupture d'oxygène de la grande bouteille.

Une bouteille affichant une pression minimum de 200 bars représente 4,2 m³ (P₁.V₁ = P₂.V₂) d'oxygène pur. Pour une simulation de 24h pour un débit de 2 l/mn, le besoin minimum est de 2,9 m³.

Les traitements

Vitamine C

De la vitamine C est ajoutée à l'alimentation durant 5 jours après la constitution des lots (§2.4). La dose utilisée est de 0,03g/kg de biomasse et enrobée avec de l'huile de foie de morue (3%).

OTC

Les alevins sont traités à l'OTC à raison de 50 ppm durant la simulation de transport. Soit 55 g d'OTC qui ont été introduits dans la cuve une fois le chargement terminé.

Résultats

Suivi des paramètres physico-chimique

A la fermeture de la cuve la température du milieu est 23,7 °C et la concentration en oxygène est de 342 % à saturation. La température est remontée de 1 °C en 24h (24,8 °C). Quant à l’oxygène la concentration n’est jamais descendue en dessous de 400 % à saturation après la première heure (fig. 1).

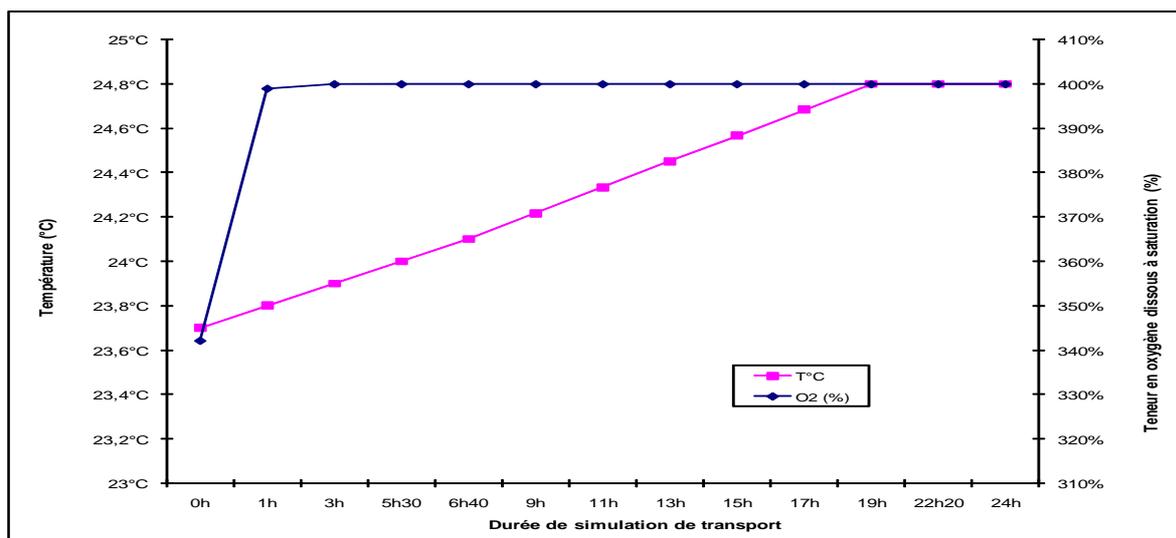


Figure 1 : Evolution de la température et de la concentration en oxygène dissous à saturation dans la cuve de transport durant 24h.

Environnement après 24h

Une forte odeur d’ammoniacque se dégageait de la cuve. Le milieu était très chargé en matière organique ce qui rendait la visibilité très limitée. Le fond de la cuve n’était d’ailleurs pas visible. Une mousse brune se distinguait également à la surface. La mesure du pH affichait un résultat de 5,93.

Survie

Sur les 3000 alevins utilisés 908 ont été soit transférés en cages soit remis en bassin avec un rétablissement très difficile. Le reste des alevins tapissait le fond de la cuve. Soit une mortalité de plus de 70 %.

Discussion

L'utilisation de la cuve de transport nous a permis de constater l'efficacité de sa couche isotherme. En effet, après 24 heures de simulation la température du milieu a augmenté de 1°C seulement. Ce qui nous permet d'écarter l'utilisation de gel pack durant le transport qui implique de confectionner un emplacement spécifique dans la cuve pour éviter leur contact avec les alevins. Il reste néanmoins à déterminer cette évolution en conditions réelles en dehors d'une structure couverte à l'abri du soleil.

Par contre le bouchon de vidange réalisé en galva devra être remplacé. En effet, l'utilisation de l'eau de mer provoque une oxydation de l'assemblage réalisé pour l'évacuation. A terme son rôle perdra en efficacité ce qui rendrait la cuve inutilisable.

La hauteur et les dimensions du couvercle ne semblent pas affecter le travail des opérateurs lors de la mise en cuve des alevins.

Bien que la cuve présente une ergonomie et une efficacité thermique, la mortalité importante (supérieure à 70 %) observée à l'ouverture de la cuve indique une méthode encore inefficace. Cette mortalité massive semble être le résultat d'une mauvaise gestion de l'anesthésiant. En effet, une dose à 10 ppm dans la cuve avec une eau réfrigérée à 23,7 °C ne permet pas aux alevins de récupérer dans une eau statique durant 24 heures. D'autant plus qu'ils ont été préalablement anesthésiés à 20 ppm avant leur transfert. Ce qui a entraîné une couche de poissons immobile au fond de la cuve. Malgré un brassage par le système d'oxygénation cela n'a semble-t-il pas suffi à éviter cette couche restée au fond. Provoquant une asphyxie (Berka, 1986) d'un grand nombre d'alevins. A partir d'un instant où des alevins sont voués à mourir dans la cuve il y a un enchaînement de réaction physico-chimique qui ne peut qu'aboutir à une pollution du milieu et entraîner des mortalités importantes qui sont accentuées par la durée du transport.

C'est la raison pour laquelle, la qualité des alevins avant un transport doit être contrôlé pour garantir de leur bon état de santé. Les alevins affaiblis avant et après le transfert en cuve doivent systématiquement être retirés du lot. Afin d'éviter une mauvaise récupération une fois à l'intérieur de la cuve. Par conséquent, lors de la pêche par épuisette il faut veiller à ne pas transporter une masse trop importante qui risque de compresser ceux du fond de l'épuisette. Toujours maintenir une main sous l'épuisette pour diminuer ainsi le poids sur les animaux.

Le bon niveau en oxygène ne semble pas avoir participé à cette mortalité (teneur supérieure à 400 %) ce qui ne permet pas d'écarter tout risque d'intoxication par le CO₂. Le résultat du pH (5,9) démontre un milieu acide qui peut être produit par la respiration des poissons (production de CO₂) et les bactéries présentes dans le milieu. Le brassage et l'orifice de la cuve permet d'expulser le CO₂ suffisamment pour éviter une trop forte teneur. La production de nitrites (toxique pour les poissons) favorise également l'abaissement du pH si l'on considère que certains poissons ont commencé à se dégrader dans la cuve. Une intoxication par les nitrites semble plus probable et provoque des lésions branchiales. Les observations faites sur les morts (par photos) ne montrent qu'une opacité des yeux et une conservation de la couleur des poissons.

La durée de mise à jeun de 44 heures avant la mise en cuve semble suffisante. Des fèces ont été retrouvés dans la cuve. Mais la quantité reste inférieure à celle observée lors de précédents essais de transport sur des durées de 24 heures. Une mise à jeun plus longue risquerait d'affaiblir d'avantage les alevins. Ceci ne favorisera pas leur rétablissement après avoir subi le stress de la mise en cuve.

Conclusion et perspectives

Cette nouvelle simulation avec l'utilisation d'une cuve de transport adaptée n'a pas été concluante en termes de survie. La gestion de l'anesthésiant est un paramètre qui n'est pas encore bien maîtrisé et qui peut avoir de lourde conséquence suivant son utilisation excessive. Néanmoins certains poissons ayant survécus après le transport ont fait l'objet d'une expérimentation visant à déterminer la durée de récupération d'une part suite à une mise en bassin de nurserie en zone contrôlée et d'autre part après une mise en cages en milieu ouvert. La réussite du transport des alevins sur de longue distance est la priorité absolue dans les objectifs de l'unité grossissement. Par conséquent, de nouveaux essais de transport vont être réalisés avec les alevins rétablis en nurserie.

Afin de nous permettre d'avancer sur cet aspect indispensable pour le développement d'une filière, un nouveau protocole de transport sera rédigé en tenant compte des points suivants :

- repartir sur des petits volumes expérimentaux avec au moins un réplicat ;
- tenir compte du volume des poissons pour calculer le volume d'eau réfrigéré nécessaire (baisse de la température après transfert des alevins) ;
- éviter l'utilisation d'anesthésiant dans le milieu de transport (prévoir une quantité suffisante à température ambiante la veille pour la préparation avant transfert) ;
- utiliser les petites épuisettes vertes sans nœuds pour éviter d'en prendre trop (toujours disposer sa main en dessous de l'épuisette pour répartir le poids) ;
- mesurer l'évolution du pH en même temps que les mesures de la teneur en oxygène et la température ;
- analyser (aspect extérieur et branchies) systématiquement un échantillon des alevins (vivants et morts) après la durée du transport.

Bibliographie

Bartelme, T.D., "*Beta Glucan as a Biological Defense Modulator: Helping Fish to Help Themselves.*" Advanced Aquarist's Online Magazine, September, 2003c.

Berka, R., "*Le transport de poisson vivant.*" Etude de synthèse. Doc.Tech.CECPI, (48):55 p, 1986.

Lim, L.C. Dhert, P & Sorgeloos, P. "*Recent Developments and Improvements in Ornamental Fish Packaging Systems for Air Transport.*" Aquaculture Research, 34, 11, pp. 923-935, 2003.

Essai expérimental de transport de Paraha peue (2009-04)

S. Dupieux¹, T. Tamata¹, E. Gasset², M. Maamaatuaiahutapu¹, H. Wallon¹, A. Teissier¹, V. Joufoques¹, R. David¹.

¹ - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

² - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98 719 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

Le premier essai réalisé en cuve de transport (Dupieux *et al*, 2009) nous a montré les limites de l'utilisation d'anesthésiant durant le transport. Afin de définir une méthode de transport fiable nous avons préalablement identifié l'utilisation de l'anesthésiant durant la simulation de transport ainsi que l'eau réfrigéré comme facteur de risque sur la mortalité et le stress des alevins.

Par conséquent, cet essai a pour objectif de tester :

- la suppression de l'anesthésiant durant la simulation
- la mise en bac des alevins avec de petites épuisettes
- l'introduction de l'eau de mer réfrigérée après la mise en bac des alevins.

Matériel et méthodes

Les bacs

Les bacs sont d'une capacité de 100 l. Ils sont équipés d'un système en oxygène pur. Les bacs sont positionnés dans la salle de quarantaine (zone 3-10) durant toute la durée de la simulation à l'abri de la lumière et du soleil. Ils sont équipés d'un sac poubelle (200 l) et d'un couvercle afin de maintenir une obscurité tout au long de l'expérimentation.

Les bacs n'étant pas isothermes comme la cuve de transport, nous les avons positionnés dans un bac de 500 l, ce qui nous permet de le remplir d'eau douce (1/3 de la hauteur) afin de limiter les échanges thermiques et ainsi limiter la montée en température du milieu de transport. De plus, cela nous permet également d'utiliser des « gel pack » congelés sans les mettre en contact direct avec les alevins.

Les alevins

Les alevins sont issus du cycle d'alevinage 2009-04 réalisé en milieu bio-sécurisé dans la nouvelle salle expérimentale (zone 3-10). Ils sont mis à jeun durant 44 h avant leur transfert en bacs.

Avant le transfert des alevins en bacs nous avons réalisé une mesure du poids moyen par la méthode pondérale avec 26 poissons pour un poids total de 685 g soit un poids moyen de 26 g. Nous avons conservé la charge de 20 g/l, soit l'utilisation de 60 alevins par bac.

Transfert des alevins dans les bacs

Après une mise à jeun de 44 h, les alevins sont anesthésiés dans leur bac respectif. La dose utilisée est de 10 ppm soit 6 ml dans 625 l (après avoir purgé le bassin et mi en place le système d'oxygénation). Les alevins sont ensuite récupérés avec des épuisettes (verte pour aquariologie) par petit groupe, une main est positionnée sous l'épuisette pour répartir le poids

de façon homogène (éviter de compresser les animaux du fond), pour être introduit dans le bac de transport. Rappelons qu'il faut attendre quelques minutes avant de pouvoir manipuler les alevins de façon à laisser agir l'anesthésiant sur l'ensemble des animaux.

Les bacs ont été initialement remplis avec 50 l d'eau de mer à 27,4 °C. Lorsque le transfert est terminé un complément d'eau de mer réfrigérée à 11 °C (20 l) est ajouté afin d'obtenir une température initiale de 23 °C. Il y a eu un temps entre le transfert des alevins et l'introduction de l'eau de mer réfrigérée de l'ordre de 5 minutes (temps pour acheminer l'eau de mer de la chambre froide) ce qui nous permet de contrôler la récupération des alevins endormis. L'eau de mer réfrigérée à ensuite été rajoutée par seau (10 l) progressivement dans les bacs.

L'eau de mer

Elle est filtrée à 10 µm et traitée aux UV.

La veille du test, de l'eau de mer est mise en chambre positive à 10 °C. En effet, la baisse de la température de l'eau réduit le métabolisme des animaux ce qui entraîne une baisse de la consommation d'oxygène et de la production de dioxyde de carbone, de la production d'azote ammoniacal et d'urée dans l'eau de transport. En aquariophilie par exemple, les espèces tropicales sont expédiées à des températures proches de 22 °C (Lim et *al.*, 2003 ; Bartelme, 2003).

Le suivi de la température est faites toutes les 2 heures jusqu'à 16h30 à l'oxymètre (YSI 85) dans les bacs de transport.

La formule pour obtenir de l'eau, par exemple, à 23°C à partir d'une eau à température ambiante et réfrigérée est la suivante :

$$V_{\text{final}} \times T_{\text{finale}} = (V_{\text{ambiant}} \times T_{\text{ambiante}}) + (V_{\text{réfrigéré}} \times T_{\text{réfrigérée}})$$

et en sachant que $V_{\text{final}} = V_{\text{ambiant}} + V_{\text{réfrigéré}}$ la formule devient :

$$V_{\text{réfrigéré}} = [V_{\text{final}} (T_{\text{finale}} - T_{\text{ambiante}})] / (T_{\text{réfrigérée}} - T_{\text{ambiante}})$$

Où : V exprime le volume d'eau de mer et T la température d'eau de mer.

Maintient de la température

A chaque mesure des paramètres environnementaux nous avons rajouté un « gel pack » congelé ainsi que de l'eau douce sur 1/3 de la hauteur totale (bac de 500 l partiellement étanche). Lors de la mesure réalisée à 15h00 et 16h30 (dernières mesures) nous avons positionné 2 « gel pack ».

L'oxygène dissous

De l'oxygène pur est utilisé pour l'oxygénation de la cuve pendant la simulation de transport. L'oxygène est diffusé à travers un tuyau d'air rigide et transparent de 6mm par un diffuseur spécifique O₂ en céramique (Aqualor DY101C-C Ø50 x 150 mm).

Chaque bouteille d'oxygène est équipée d'un détendeur/débitlitre EUROJET SUPERIOR 3 à débit réglable. Le débit d'O₂ est réglé à 1,5 l/mn au démarrage de l'expérimentation. La limite inférieure de 120 % d'O₂ dissous ne doit jamais être atteinte lors de l'essai. Le débit est ajusté en fonction de la consommation des alevins. Le suivi de l'oxygène dissous est fait

également toutes les 2 heures avec un oxymètre (YSI 85) pendant la présence du personnel jusqu'à 16h30.

Une bouteille de 4,2 m³ assure l'oxygénation de la cuve pendant toute la durée du transport fictif. Par sécurité, 1 bouteille de 1 m³ a été mise à disposition en cas de rupture d'oxygène de la grande bouteille. Une bouteille affichant une pression minimum de 200 bars représente 4,2 m³ ($P_1.V_1 = P_2.V_2$) d'oxygène pur. Pour une simulation de 24h pour un débit de 2 l/mn, le besoin minimum est de 2,9 m³.

Le pH

La mesure du pH a été prise également toutes les 2 heures.

Vitamine C

De la vitamine C est ajoutée à l'alimentation durant 5 jours avant la mise en bacs de transport. La dose utilisée est de 0,03 g/kg de biomasse et enrobée avec de l'huile de foie de morue (3%).

Suivi des alevins post-simulation

Après 24 heures de simulation les alevins ont été transféré à l'aide d'épuisette directement dans 2 bassins de la zone 3-10 en milieu contrôlé afin de réaliser un suivi sur une période de 4 jours. Jusqu'à ce que nous confirmions que 100 % des animaux se soient rétablis et aient une bonne reprise alimentaire.

Résultats

Paramètres environnementaux

Température et oxygène dissous

La température du milieu de transport au démarrage de la simulation est de 23,1 et 23,5 °C dans respectivement le bac 1 et 2. Elle est remontée progressivement jusqu'à 26 °C.

La teneur en oxygène dissous est de 350 % au démarrage, puis supérieure 400 % dès la deuxième heure jusqu'à la fin de la simulation (fig.1).

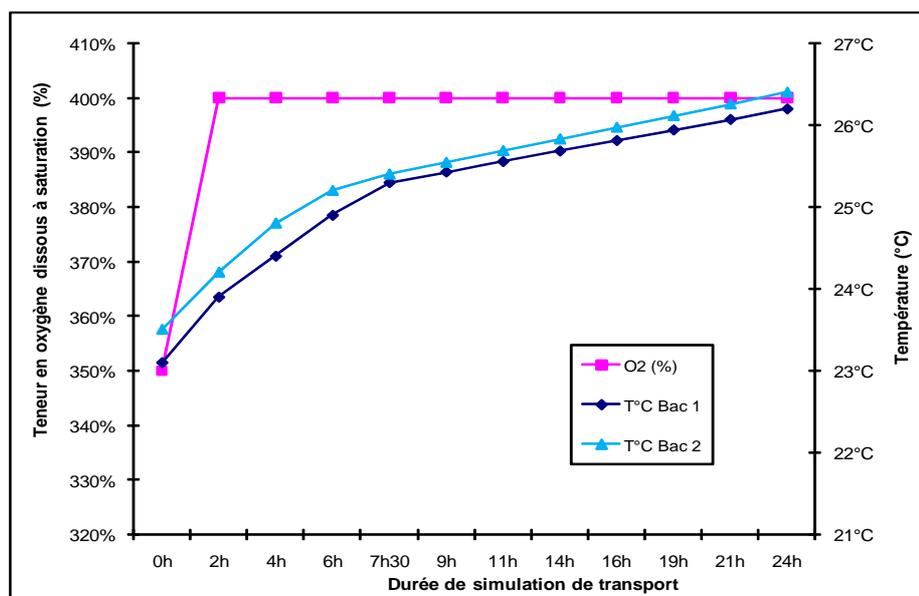


Figure 1 : Evolution de la température et de la teneur en oxygène dissous durant la simulation

Le pH

La mesure du pH est de 7,4 au démarrage de l'essai, chute significativement durant les deux premières heures à 6,7. Elle diminue ensuite progressivement jusqu'à 6,5 après 7h30 de simulation pour se stabiliser à 6,6 au bout de 24 heures de simulation (fig.2).

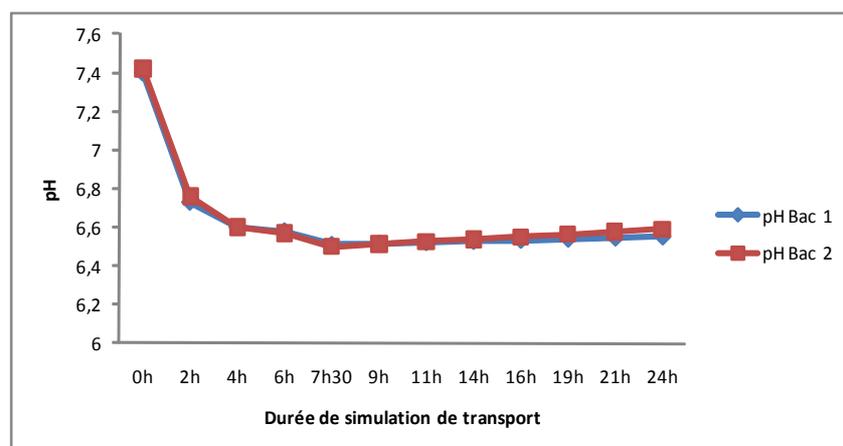


Figure 2 : Evolution du pH enregistré lors de la simulation

Mortalité et environnement du milieu

Lors du transfert des individus dans les bassins d'élevage, il y avait une couche de mousse à la surface ainsi qu'une eau très chargée. Les animaux semblaient très affaiblis avec une couleur pâle. Seul un mort a été retrouvé dans le bac 2, soit une survie de 100 et 98,3 % (fig.3) enregistrée après 24 heures de simulation.

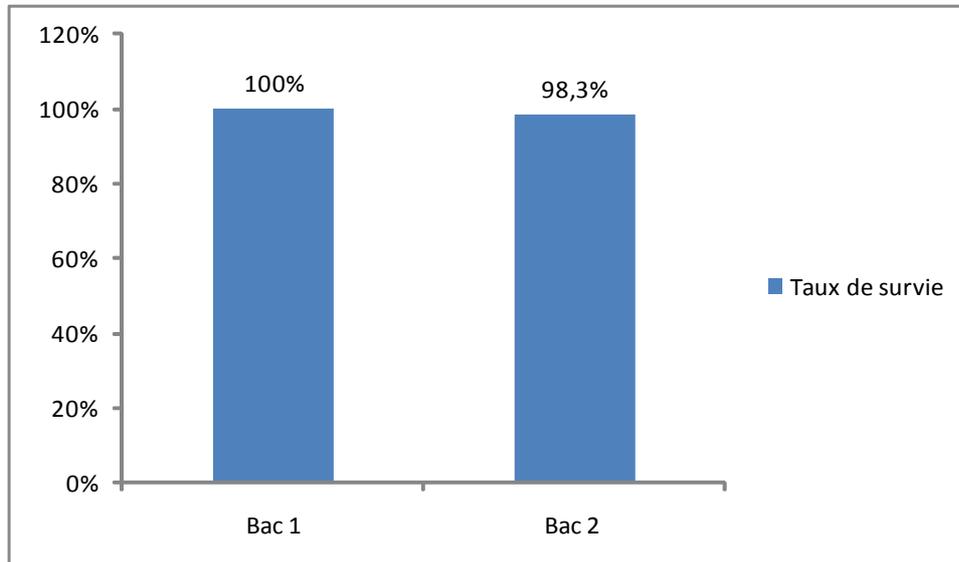


Figure 3 : Résultats de survie après 24 heures de simulation de transport

Récupération dans les bassins d'élevage

Lors de la mise en bassin des poissons une majorité s'est regroupée au fond du bassin. Certains plus affaiblis avaient une nage déséquilibrée qui ont repris un comportement normal en fin de journée. La couleur de la livrée est très sombre le premier jour. Au deuxième jour ils commencent à retrouver un comportement normal et à réagir lors du nourrissage. Mais ils restent encore stressés face au mouvement de l'opérateur. Au troisième jour nous retrouvons des animaux groupés qui s'alimentent correctement. Notons qu'aucune mortalité n'a été enregistrée au cours des 4 jours d'élevage en bassin.

Discussions

Contrairement aux précédents essais réalisés en conditions expérimentales réalisés en fût, le « gel pack » n'est pas en contact direct avec les animaux avec l'utilisation d'un bac de volume plus important. Ce qui permet de limiter d'une part, la montée brutale de la température et d'autre part la mortalité.

Cependant, la mesure du pH révèle une chute brutale au cours des 2 premières heures qui peut se traduire par une production importante de CO₂ qui semble être le résultat de plusieurs facteurs :

- le stress du transfert en bac,
- une température qui ne diminue pas assez le métabolisme des animaux,
- et un réveil trop brutal.

En effet, lors du rajout de l'eau réfrigérée dans le bac 2, un individu semblait très agité qui ce traduisait par des nages rapides et non contrôlées, au point de se heurter fortement contre les parois du bac. C'est une réaction souvent observée lorsque que nous utilisons l'anesthésiant pour endormir les poissons avant que le produit ne fasse effet ou lorsque le poisson se réveille. Pour ce cas, la réaction était beaucoup plus amplifiée et il serait normal de penser que c'est ce même individu qui a été retrouvé mort après les 24 heures de simulation.

Le scientifique Berka (1986) préconise un pH de l'eau optimal entre 7 et 8 pour le transport de poissons vivants. L'acidité de l'eau peut alors jouer un rôle dans la couleur de la livrée que nous retrouvons souvent pâle (voir décoloré) à la fin de la simulation. Par conséquent, une durée plus importante, où une production plus importante de CO₂ entraînerais d'avantage l'acidité de l'eau et donc une érosion sur le poisson (voir des plaies) comme cela a souvent été observé lors des précédents essais de transport (Tamata et *al*, 2008 ; Dupieux et *al*, 2009).

Cette érosion passe avant tout par la perte de la couche de mucus des poissons ce qui semble être le résultat d'une eau chargée de matière organique ce que nous avons observé à l'issue de cet essai.

La reprise des animaux a été relativement rapide en milieu contrôlé contrairement au précédent essai (Dupieux et *al.*, 2009) de suivi des alevins post-transport. Toutes fois leur affaiblissement nettement observée ne permet pas de garantir une survie de 100 % une fois les poissons ensemencés dans des cages, dans un environnement hostile, après avoir supporté un transport de cette envergure.

Conclusion et perspectives

Nous avons pu confirmer au travers de cette simulation de transport que nous pouvons atteindre des survies supérieures à 95 % car la limite de 5 % de mortalité est tolérée en pisciculture.

Nous avons également mi en évidence encore une fois l'importance de l'acclimatation des alevins qui par un stress trop important et une température non adéquate favorise le métabolisme du poisson et ainsi la production de CO₂. Ce qui favorise l'acidité du milieu de transport et peut avoir de lourde conséquence sur la qualité des animaux à la réception.

Plusieurs pistes d'amélioration peuvent être envisagées à savoir :

- utiliser une dose d'anesthésiant plus importante (15 à 20 ppm) avant le transfert en cuve de transport (garantir que la totalité des alevins soit bien endormie et au même stade, pour ralentir leur réveil) ;
- intégrer de façon précise l'utilisation de l'anesthésiant dans la cuve de transport pour éviter un réveil brutal ;
- mettre en place un système de renouvellement dans la cuve de transport afin de favoriser leur acclimatation et éjecter le surplus de CO₂ durant la première heure (avant de diminuer la température du milieu).

Bibliographie

Bartelme, T.D., "*Beta Glucan as a Biological Defense Modulator: Helping Fish to Help Themselves.*" Advanced Aquarist's Online Magazine, September, 2003c.

Berka, R., "*Le transport de poisson vivant.*" Etude de synthèse. Doc.Tech.CECPI, (48):55 p, 1986.

Dupieux S., Tamata T., Gasset E., Maamaatuaiahutapu M., Wallon H., Teissier A., Joufoques V. & R. David. "*Essai de transport de Paraha peue en cuve de 1200 l*". 2009.

Dupieux S., Tamata T., Gasset E., Maamaatuaiahutapu M., Wallon H., Teissier A., Joufoques V. & R. David. "*Essai de mise en cage de Paraha peue post-transport*". 2009.

Tamata T., Dupieux S., Gasset E., Maamaatuaiahutapu M., Teissier A., Joufoques V. & R. David. "*Essai de transport en bac gilac*" (2008 ou 2009 ?!).

Lim, L.C. Dhert, P & Sorgeloos, P. "*Recent Developments and Improvements in Ornamental Fish Packaging Systems for Air Transport.*" Aquaculture Research, 34, 11, pp. 923-935, 2003.

Effet du traitement préventif à l'eau oxygénée sur la prévalence du monogène *Neobenedenia* sp. et les performances biologiques de juvéniles de *Platax orbicularis* élevés en cages de 1 m³

S. Dupieux¹, T. Tamata¹, R. David¹, M. Maamaatuaiahutapu¹, E. Gasset², A. Teissier¹, V. Joufoques¹.

¹ - Service de la Pêche, département Recherche et Développement, B.P. 20 Papeete, 98713 TAHITI, Polynésie française.

² - Ifremer-COP, B.P. 7004, Taravao, 98 719 TAHITI, Polynésie française.

Introduction

Les résultats obtenus au cours d'une expérimentation réalisée en septembre 2008 durant 2 mois sur l'effet du traitement curatif à l'eau oxygénée (H₂O₂) sur *Platax orbicularis* avec des spécimens d'environ 1200 g ont été concluants. En effet, les traitements consécutifs ont joué un rôle décisif sur le détachement des ectoparasites (*Neobenedenia* sp.) fixés sur les yeux des animaux sans pour autant entraîner des effets néfastes sur leurs performances biologiques. Ce traitement au contraire a même amélioré leur comportement alimentaire observé lors du nourrissage manuel.

Neobenedenia sp. est un ectoparasite présent également dans d'autres élevages d'espèces tropicales comme le cobia, *Rachycentron canadum*, (I Chiu Liao *et al.*, 2004) et la sériole, *Seriola lalandi lalandi*, (N.J. Sharp *et al.*, 2004) et peut entraîner de lourdes conséquences économiques par des mortalités massives comme c'est le cas sur nos élevages. En effet, suite à la mise en cages des alevins de 7 g celle-ci peut atteindre des taux élevés au bout de 2 mois d'élevage. Cela a été le cas lors d'un essai réalisé en avril 2008 en cage expérimentale de 1 m³ avec l'utilisation de produits antiparasitaires et immunostimulants qui n'ont pas eu l'effet escompté face à l'infestation du *Neobenedenia* sp. Sur une des cages, le taux de mortalité a atteint la valeur de 40 %. Cependant, au cours des élevages successifs, nous avons pu observer que ces mortalités ne sont pas présentes sur des spécimens de grandes tailles.

Dans l'intérêt d'améliorer les résultats sur le grossissement en cages de *Platax orbicularis*, au cours de la phase jugée la plus critique (les deux premiers mois), il paraît important de réaliser une expérimentation dont l'objectif est la mise en évidence de l'effet de traitements préventifs à l'H₂O₂ sur :

- le taux de prévalence du *Neobenedenia* sp.,
- et les performances biologiques du *Platax*.

Matériels et méthode

La température ainsi que le taux d'oxygène dissous sont mesurés avec un oxymètre (HACH HQ10) entre 20 et 40 cm sous la surface. La météo, le niveau du courant ainsi que la turbidité sont relevés de façon générale par observations *in situ*. Un disque de Sechhi est utilisé pour mesurer la turbidité de l'eau lorsque celle-ci est importante.

L'expérimentation a été réalisée en triplicat (3 cages expérimentales rigides en netlon de 1 m³ par traitement). Chaque cage a étéensemencée avec 170 alevins de 7,3 ± 0,36 g de poids moyen en provenance de l'écloserie expérimentale bio-sécurisée de Vairao. En phase de

nurserie les alevins ont subi un tri à $1 \pm 0,06$ g sur deux mailles (Maamaatuaiahutapu *et al.*, 2008) afin de retirer la queue de lot. Avant leur transfert, les poissons ont été anesthésiés avec un produit à base d'essence de clou de girofle (10 ppm) et comptés individuellement. Cette préparation nous a semblé importante pour éviter un maximum de lésions sur les alevins. Le passage à une granulométrie supérieure est réalisé après un test visuel et sans période de transition (fig. 1).

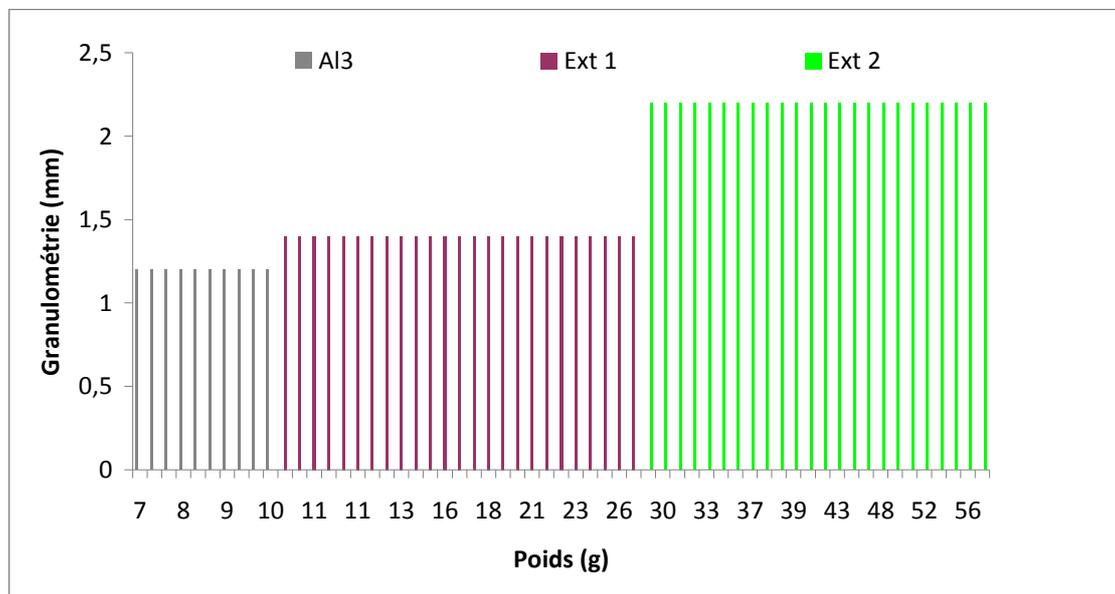


Figure 1. Séquence alimentaire en fonction du poids.

Afin de mesurer le taux de prévalence du *Neobenedenia sp.* et les performances biologiques des poissons, nous avons procédé à des échantillonnages réguliers (tableau 1). Sur chaque cage, 30 alevins sont prélevés et examinés individuellement sous anesthésie. Lors de chaque échantillonnage, les poissons sont également observés individuellement au niveau des yeux (degrés d'opacité, présence de *Neobenedenia sp.* ...) et sur l'aspect extérieur afin d'identifier le taux de poissons affectés par des lésions. L'échelle de la gravité de l'opacité des yeux est graduée de 0 à 4 (Van Cam, 2008) :

- 0 : absence d'opacité
- 1 : oeil voilé
- 2 : point blanc
- 3 : opacité partielle
- 4 : opacité totale de l'œil

Les traitements à l' H_2O_2 durent 1 heure sous oxygène pur. Ils ont été réalisés à l'aide d'une bâche spécifique de traitement par baignation : « Tarpauline » (tableau 1). La dose utilisée par traitement est de 200 ppm soit 1 litre pour un volume de $5 m^3$. La tarpauline a été conçue pour pouvoir traiter une cage de $15 m^3$ et par conséquent elle nous permet de traiter les 3 cages expérimentales selon un volume approprié en une seule fois. D'un point de vue économique il nous a semblé important de minimiser la dose de produit.

La fréquence de traitement a été définie suivant le cycle de reproduction du parasite pouvant être de l'ordre de 15 jours comme cela a été le cas lors d'une précédente expérimentation en avril 2008 (Van Cam, 2008). Par ailleurs, en termes de prévention une fréquence de 10 jours d'intervalle permettrait de casser le cycle du parasite.

Tableau 1. Fréquence des traitements à l'H2O2 et des échantillonnages réalisés au cours du temps.

Jour	Actions
J1	Transfert des alevins
J8	1 ^{er} traitement
J18	2 ^{ème} traitement & échantillonnage
J32	3 ^{ème} traitement & échantillonnage
J43	4 ^{ème} traitement
J45	Echantillonnage
J53	5 ^{ème} traitement
J60	Echantillonnage

Une comparaison de variances sur la croissance (ANNOVA) a été réalisée à l'aide du logiciel Excel STAT (version 2008) et un test de khi deux sur la mortalité par triplicat pour un seuil de 5% . .

Résultats

Environnement

Les alevins ont été élevés à une température moyenne de 28,5 °C ± 1 °C avec une concentration moyenne d'oxygène de 6,2 mg/l soit 100 % de saturation durant les 2 mois d'élevages.

Le niveau maximal du courant a été observé à une légère déviation de l'aliment dans la cage sans entraîner de stress au niveau des poissons, à seulement 6 reprises sur 60 jours d'élevage.

La qualité de l'eau a été très chargée en sédiment lors de la première et troisième semaine (J1 à J8 et J15 à J22) en raison des travaux réalisés proche des modules d'élevage. En creusant sur la berge un mélange de sédiments en suspension s'est propagé jusqu'aux cages d'élevage. Durant ces 2 périodes, l'environnement ne permettait pas d'observer les poissons convenablement pendant les nourrissages.

Résultats zoo-sanitaires

La préparation du site (retrait des filets de protections et la mise « assec » de la zone en poissons) par l'équipe avant la mise en cage des alevins avait pour objectif de minimiser l'apparition du parasite. Cette étape a eu pour effet de maintenir un site d'élevage indemne de *Neobenedenia sp.* durant l'expérimentation. Cependant, l'opacité des yeux que nous avons attribué à l'origine au parasite semble être un point récurrent avec les lésions observées sur les poissons.

Les résultats sont très variables entre les traitements et entre les cages au sein d'un même traitement. La gravité d'opacité des yeux sur l'échelle de 0 à 4 n'a pas dépassée le niveau 1. Ce qui semble évident, c'est le taux d'opacité des yeux élevé sur les deux lots (fig. 2) lors du dernier échantillonnage. Contrairement au taux de lésions observés sur les alevins.

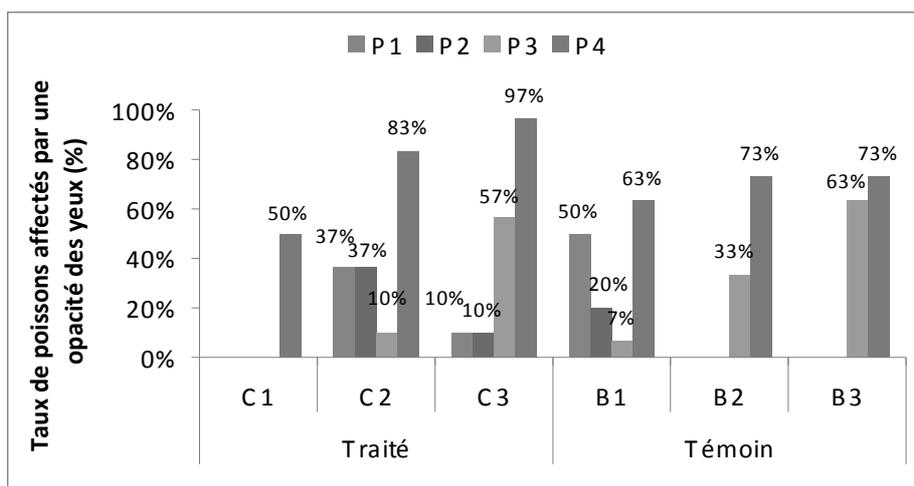


Figure 2. Evolution comparée du taux d'opacité des yeux du *Platax orbicularis* au cours du temps entre les cages traitées et les cages témoins.

Le taux moyen de poissons atteints par des lésions (fig. 3), a été constant lors des deux premiers échantillonnages (J18 et J32). Ensuite lors de la troisième période seule une cage traitée C2 présente une valeur de 3%. La tendance semble diminuée à partir du troisième échantillonnage pour complètement être absent lors du dernier point sanitaire.

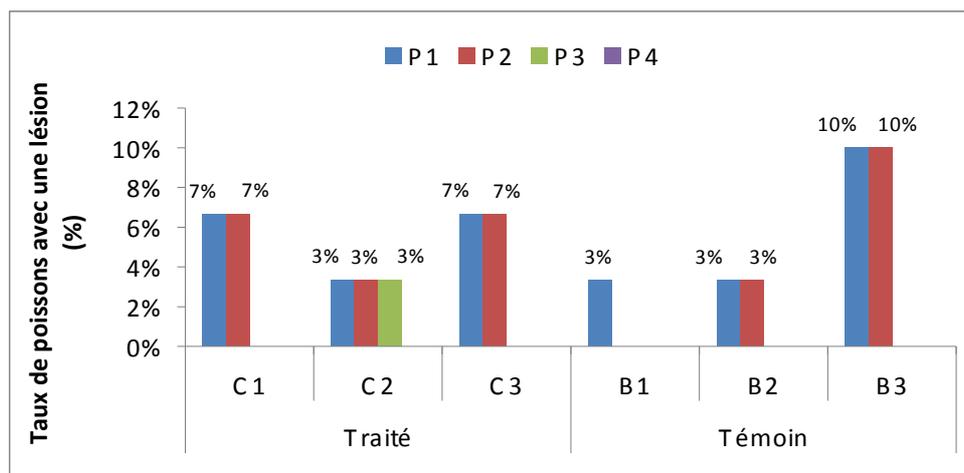


Figure 3. Evolution comparée du taux de lésions observées sur *Platax orbicularis* au cours du temps entre les cages traitées et les cages témoins.

Résultats zootechniques

Le taux d'alimentation journalier (TAJ) présenté sur la figure 4 a débuté respectivement entre 7,1% et 8,2%. La tendance évolue en cascade jusqu'au dernier échantillonnage avec des valeurs comprises entre 2,3% et 2,6%. Il y a également une diminution moins marquée entre le troisième et le quatrième échantillonnage. Ce qui est en concordance avec l'évolution du taux de croissance journalier (TCJ).

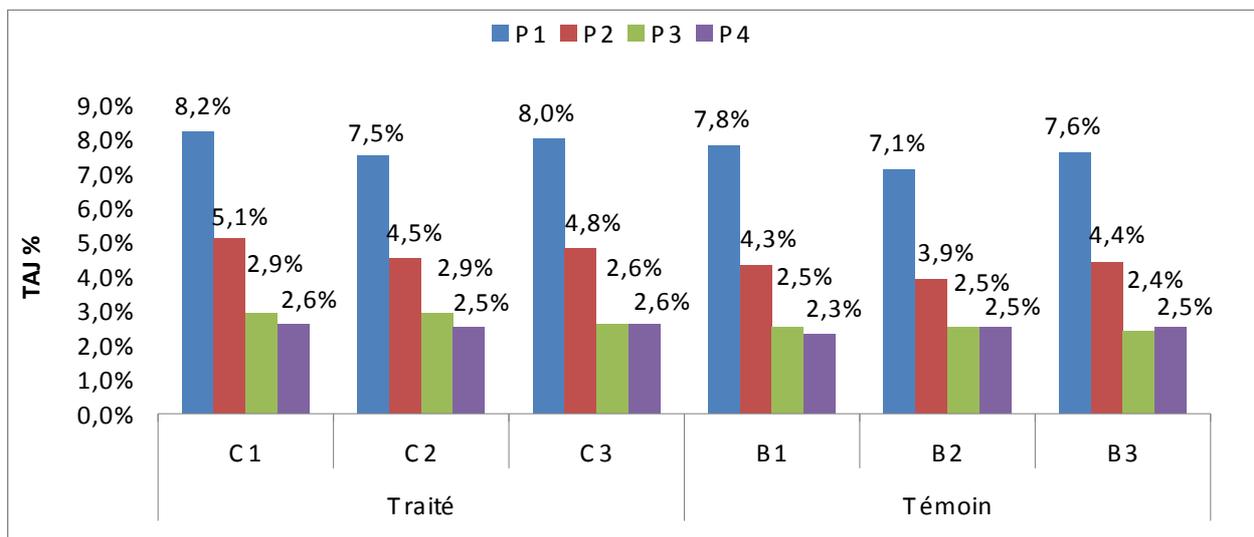


Figure 4. Evolution comparée du taux d'alimentation journalier (TAJ) enregistré sur *Platax orbicularis* au cours du temps entre les cages traitées et les cages témoins.

La tendance du taux de croissance journalier (TCJ) enregistré (fig. 5) durant l'expérimentation nous montre une augmentation entre le premier échantillonnage (J18) et le second (J32) ce qui est représentatif d'une acclimatation des alevins durant cette période. Elle diminue ensuite progressivement jusqu'au dernier échantillonnage (J60). L'évolution de l'indice de conversion semble également être en concordance avec ces résultats.

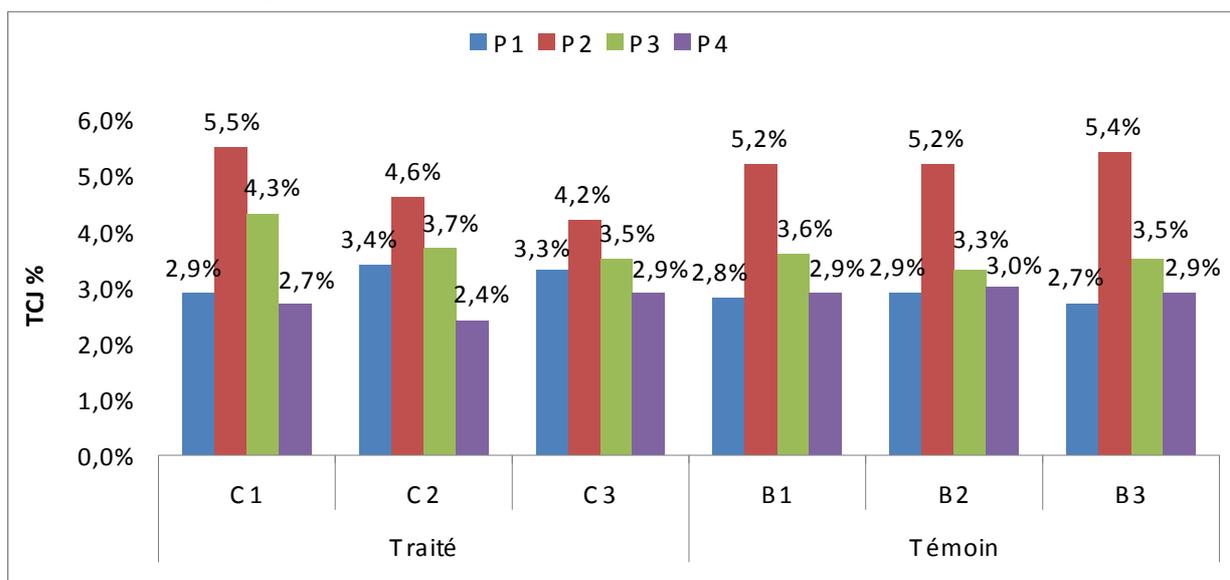


Figure 5. Evolution comparée du taux de croissance journalier (TCJ) enregistré sur *Platax orbicularis* au cours du temps entre les cages traitées et les cages témoins.

L'indice de conversion (fig. 6) atteint après 18 jours d'élevage une valeur entre 2,3 et 3,7 pour tous les lots. Cet indice diminue significativement au second échantillonnage puis progressivement jusqu'au troisième et remonte légèrement au dernier.

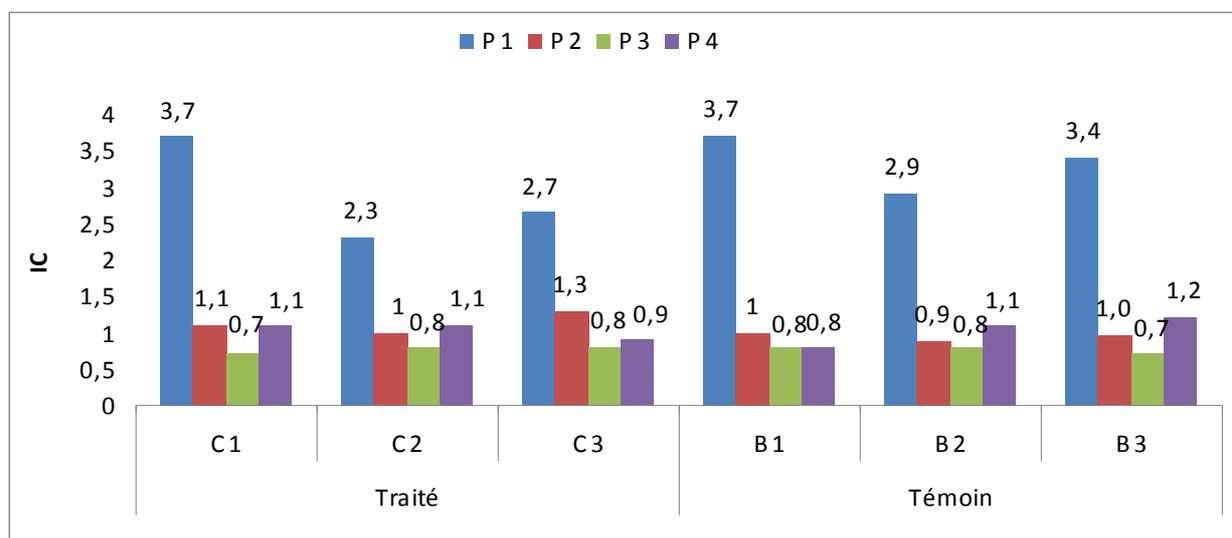


Figure 6. Evolution comparée de l'indice de conversion enregistré sur *Platax orbicularis* au cours du temps entre les cages traitées et les cages témoins.

Les courbes de mortalités (fig. 7 et 8) présentent 2 zones distinctes :

- d'une part entre le 10^{ème} et le 23^{ème} jour d'élevage,
- et d'autre part, entre le 45^{ème} et le 53^{ème} jour d'élevage.

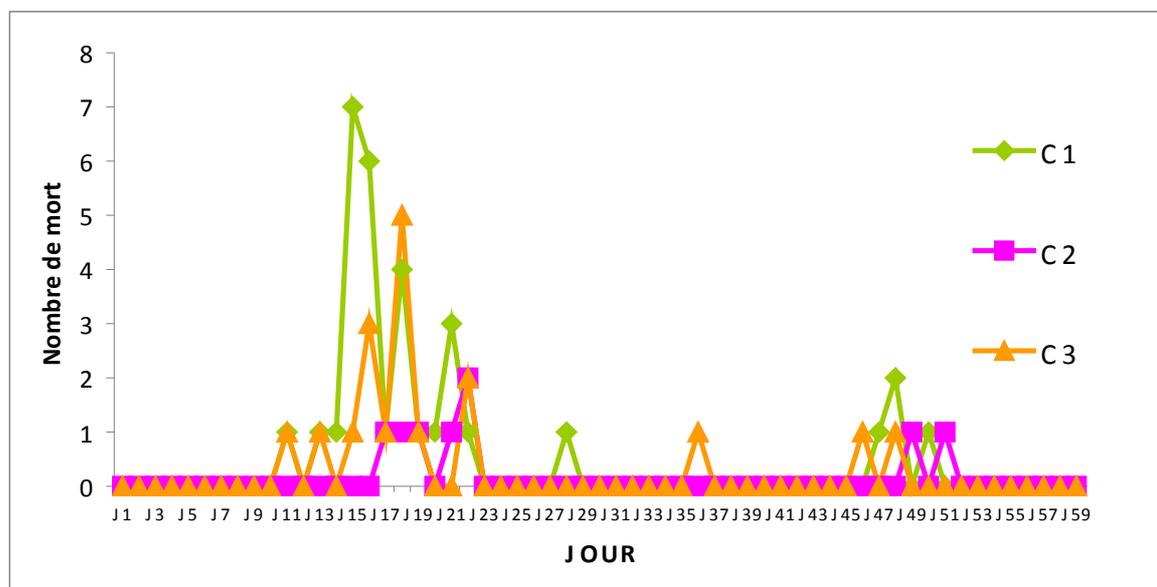


Figure 7. Courbes de mortalité obtenues sur les lots traités après 60 jours d'élevage en cages de 1 m3.

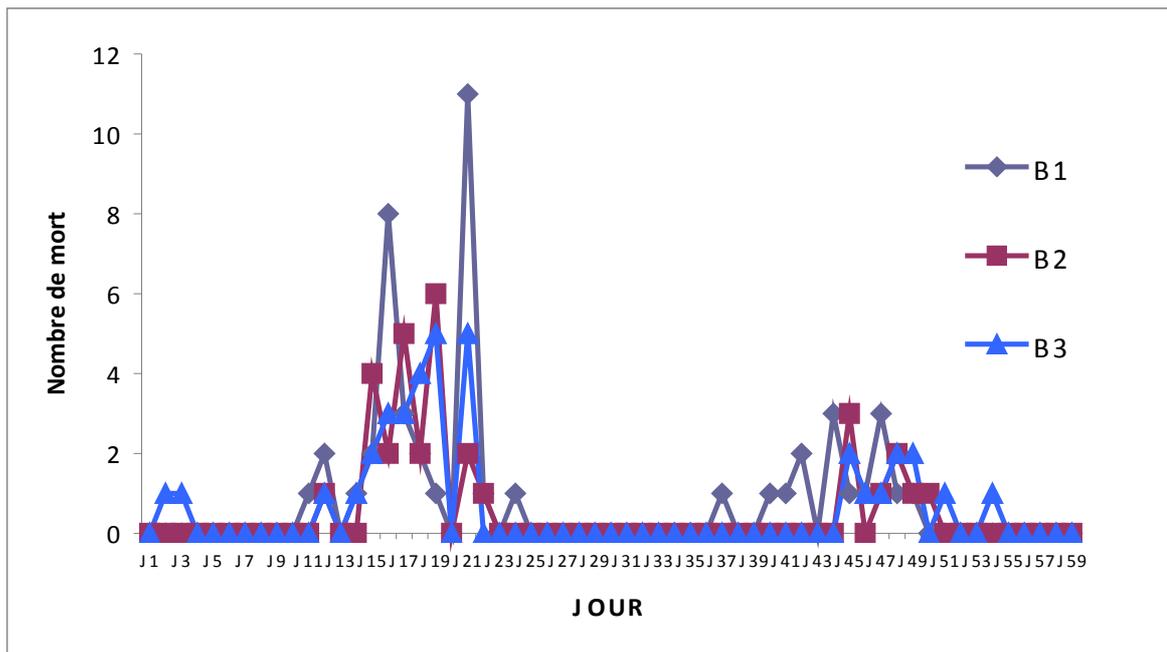


Figure 8. Courbes de mortalité obtenues sur les lots témoins après 60 jours d'élevage en cages de 1 m³.

D'après le calcul du χ^2 , les résultats (tableau 2) sont statistiquement hétérogènes au sein des lots traités. La cage C1 présente une mortalité 2 fois plus importante que celle des cages C2 et C3. Contrairement aux lots témoins où le calcul du χ^2 montre une homogénéité des résultats.

Tableau 2. Total des poissons collectés et comptés à J60.

	Cage B1	Cage B2	Cage B3	Cage C1	Cage C2	Cage C3
Morts	41	35	44	34	17	18
Vivants	129	135	126	136	153	152
Total	170	170	170	170	170	170

Les figures suivantes nous présentent les courbes de croissance enregistrées sur la période d'élevage (60 jours) sur le lot traité (fig. 9) et le lot témoin (fig. 10). Après 60 jours d'élevage les lots traités sont significativement homogènes ($P=0,581$) et les poissons pesaient respectivement $63 \pm 3,71$ g (C1), $54 \pm 3,22$ g (C2) et $54 \pm 4,15$ g (C3) de poids moyen. Les lots témoins sont également significativement homogènes ($P=0,394$) avec $57 \pm 3,02$ g (B1), $56 \pm 3,18$ g (B2) et $57 \pm 3,94$ g (B3).

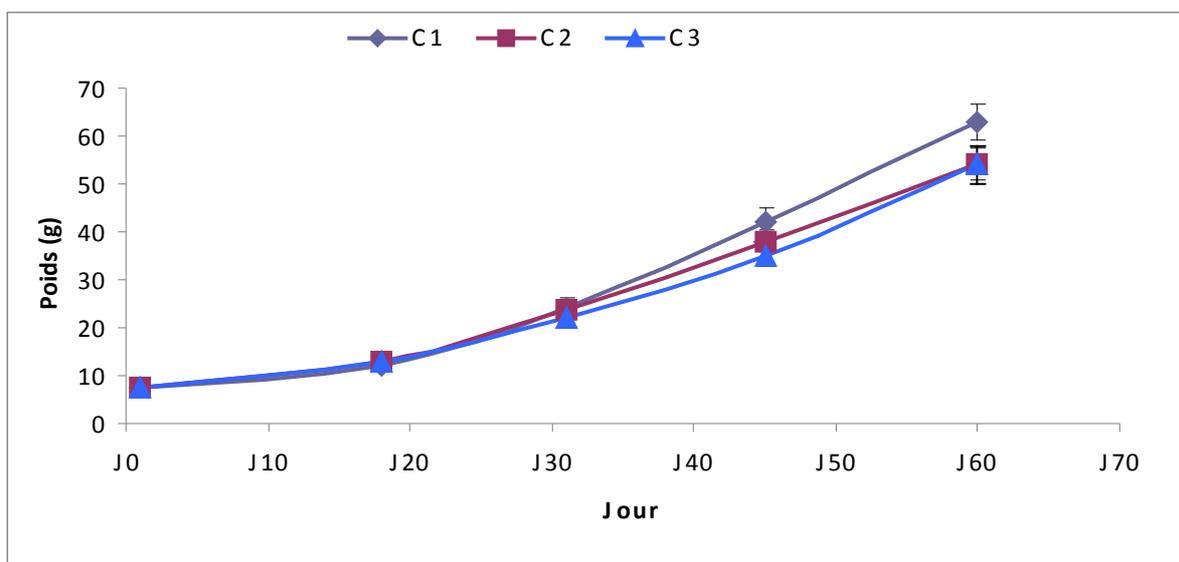


Figure 9. Courbes de croissance obtenues sur les lots traités après 60 jours d'élevage en cage de 1 m³.

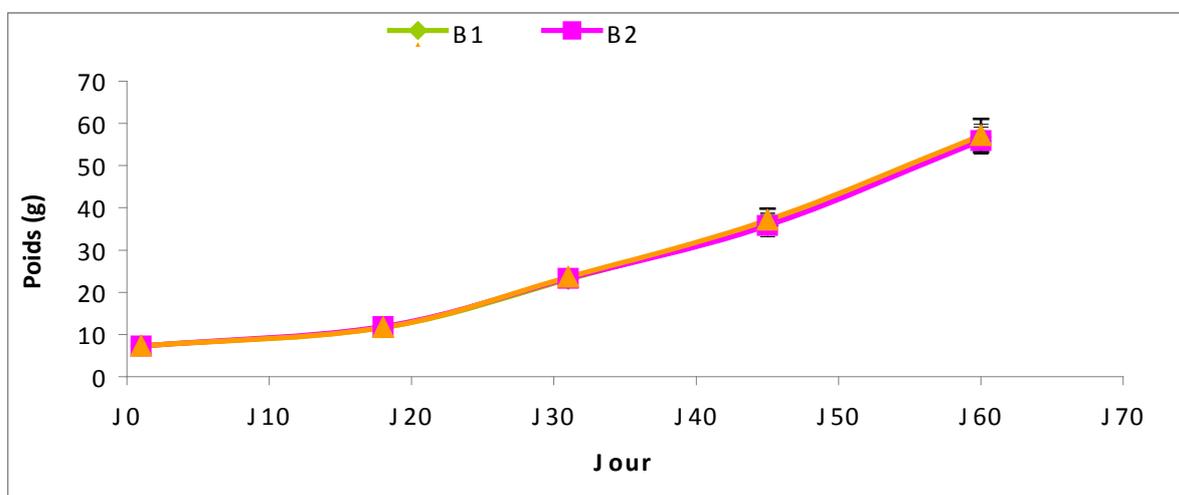


Figure 10. Courbes de croissance obtenues sur les lots témoins après 60 jours d'élevage en cage de 1 m³.

Discussions

Après avoir retiré les filets de protection et tous les lots de poissons en septembre 2008 au moins 1,5 mois avant le début de cet essai (pour réaliser au maximum un assec sanitaire), nous avons eu un résultat plus que favorable en ce qui concerne la présence du *Neobenedenia* sp. Ceci a eu pour conséquence directe une amélioration de la survie durant cette période jugée critique lors des précédentes études. Il faut prendre également en compte que le transfert

des poissons s'est déroulé sous anesthésie afin de prévenir au maximum l'apparition de lésions sur les poissons dues à des pertes d'écaillés ou à des blessures engendré par la pêche au filet. Alors que les taux de mortalités avoisinaient les 40 % lors du précédent élevage en cages expérimentales en avril 2008, nous avons atteint pour ce cycle une valeur maximale moyenne de 23 % pour le lot témoin soit déjà une amélioration de 17 %. Les causes de mortalités observées durant la première zone concernaient des individus affectés par des plaies ou des tâches résultant d'une perte de mucus et d'écaillés formant une auréole blanchâtre (cause bactérienne). La cause de départ est à ce jour encore inconnue mais plusieurs hypothèses à l'origine de pertes d'écaillés peuvent être évoquées :

- les frottements contre la paroi (cage en matière dure) lors de stress (nourrissage, courant, prédateurs, comportement de feuilles ...)
- les échantillonnages qui entraînent souvent des mouvements de panique dans la cage lors des pêches de l'échantillon et le contact des poissons lors des observations pendant les mesures biométriques avec les matériaux utilisés (malgré l'utilisation de gants en latex).

Les études précédentes en grossissement ont souvent fait allusion à une eau chargée après de fortes pluies qui pouvaient jouer un rôle dans l'apparition de pathogènes et provoquer ainsi la mortalité des alevins après leur sortie en cage. Bien que ce ne soit pas la même qualité de matières en suspension qui ont touché les animaux au cours de cette étude, il est intéressant de noter que même en présence d'une eau chargée durant plusieurs jours les lots n'ont pas subis de mortalité directe. Les points de désagrément sont :

- d'une part le fait de ne pas pouvoir bien observer les poissons lors du nourrissage pour évaluer la satiété,
- et d'autre part, les poissons peuvent être gênés par les MES et par conséquent interférer sur l'appétit des poissons.

Un des symptômes reconnus lors d'une infection par le *Neobenedenia sp.* est le développement d'exophtalmie où l'œil est complètement opaque chez les individus contaminés. Par conséquent une attention particulière a été portée à l'opacité des yeux des échantillons prélevés. Les résultats sont totalement aléatoires suivant les différentes cages, malgré le fait que ce soit toujours la même personne qui ai observé les poissons lors des échantillonnages. C'est un critère récurrent que l'on retrouve durant chaque élevage en présence ou non de parasite dont nous ne connaissons pas encore la cause ni la conséquence et dont la gravité semble augmenter au cours du temps. C'est un élément non négligeable qu'il reste à déterminer.

Les résultats obtenus lors des échantillonnages confirment qu'un certains nombre de poissons présentaient des lésions durant le premier mois d'élevage. Cependant ces résultats ne sont pas concordant avec la mortalité observée. En effet, au cours des deux premiers échantillonnages (J18 et J32), le taux de poissons présentant une lésion est supérieur chez les lots traités. Par ailleurs, la mortalité cesse après le deuxième échantillonnage ce qui pourrait s'expliquer par :

- les lésions n'entraînent pas de mortalité systématique,
- une régression des plaies de façon naturelle,
- l'eau oxygénée présente des propriétés bactéricide empêchant ainsi la propagation des bactéries sur les lésions,
- les poissons présentant une lésion sont plus affaiblis et par conséquent lors des échantillonnages ils se laissent plus facilement récoltés et donc le taux n'est pas représentatif de la population totale.

Les alevins ont été nourris de la même façon suivant les différents traitements cependant lorsque l'on compare les résultats du TAJ (fig. 11) avec le TAJ théorique (S. Dupieux *et al.*, 2008) ($TAJ = 15,92 \cdot (PM^{-0,4105}) / 100$) nous sommes en dessous de la valeur théorique

(fig. 10) à partir du troisième échantillonnage. Cette différence peut être mise en avant par nos critères de satiété qui sont difficiles à bien évaluer dans un petit volume d'élevage avec une faible hauteur d'eau, une faible population et un environnement chargé en MES.

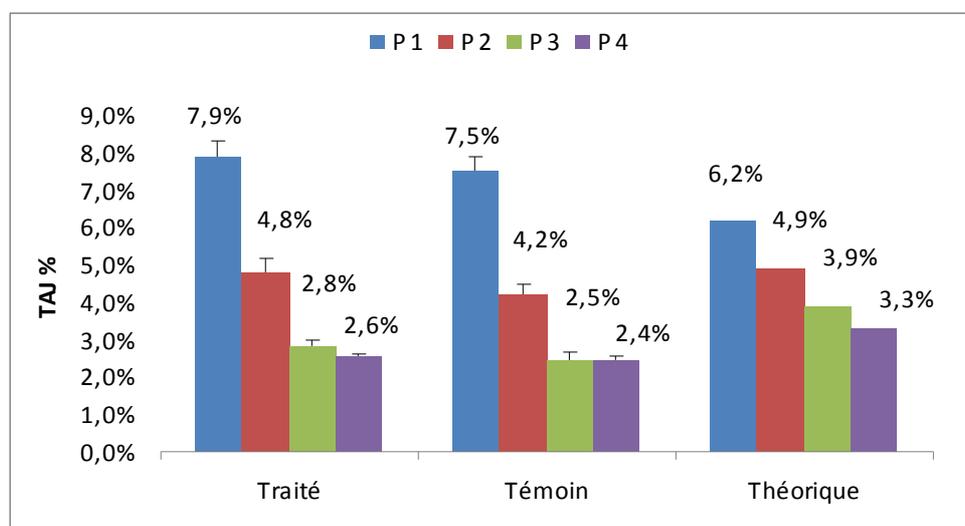


Figure 11. Evolution comparée du taux d'alimentation journalier moyen (TAJ) enregistré sur *Platax orbicularis* au cours du temps entre les cages traitées, les cages témoins et la valeur théorique.

Cette deuxième hypothèse est d'autant plus convaincante lorsque nous prenons en compte les IC qui sont proches de 1 voir inférieur durant le deuxième mois d'élevage. Ce qui pourrait être la conséquence indirecte d'un sous-nourrissage par :

- les poissons sont plus réticents à manger en surface dans une faible hauteur d'eau,
- et une appréciation de la satiété biaisée par l'environnement.

Si nous prenons en compte l'hypothèse que ce soit les manipulations répétées lors des échantillonnages qui causent les mortalités alors il devrait y avoir autant de zones de mortalités que d'échantillonnages ce qui n'est pas le cas. En effet, nous avons réalisé 3 échantillonnages avant le dernier point final alors qu'il n'y a que 2 zones bien définies. Cependant, si un échantillonnage est couplé avec un changement brutal de granulométrie quelques jours avant, l'hypothèse de plusieurs stress accumulés pouvant engendrer des mortalités peut être retenue. En effet, 5 jours avant la première zone de mortalité et le premier échantillonnage il y a eu le premier passage à une granulométrie supérieure, également 8 jours avant la deuxième zone et le troisième échantillonnage. De même que, les individus morts récoltés durant la deuxième zone se trouvent être de plus petites tailles que le lot médian. Sans données précises de la taille de la bouche en fonction du poids du poisson il nous est difficile d'affirmer que tous les poissons aient pu consommer le granulé lors du test.

Par ailleurs si l'on compare les résultats obtenus avec ceux obtenus avec une cage d'élevage en condition de production provenant du même cycle larvaire, nous retrouvons également les mêmes zones de mortalités (fig. 12). Les flèches vertes montrent le jour du changement de granulométrie et les noires le jour de l'échantillonnage. L'hypothèse évoquée précédemment semble se confirmer avec les résultats de la cage de production. Cependant, la mortalité est bien moins importante en cage de production et qui pourrait s'expliquer par :

- d'une part, une cage en filet souple qui limiterait les pertes d'écaillés lors des frottements,

- et d'autre part, la cage de production étant composée d'un nombre important d'alevins (250 alevins/m³) au démarrage, l'effet de groupe limiterait ainsi l'intensité du stress et par conséquent la mortalité.

C'est une voie de recherche importante à mettre en œuvre afin d'optimiser d'avantage nos résultats zootechniques.

Notons également la différence entre l'évolution de la mortalité journalière et le résultat final sur plusieurs cages. Cette différence varie entre 0 et 9 poissons et peut s'expliquer par :

- une prédation des animaux morts ou vivants (crabes et oiseaux),
- une erreur de comptage lors de la constitution des lots,
- une erreur de comptage lors du ramassage des morts.

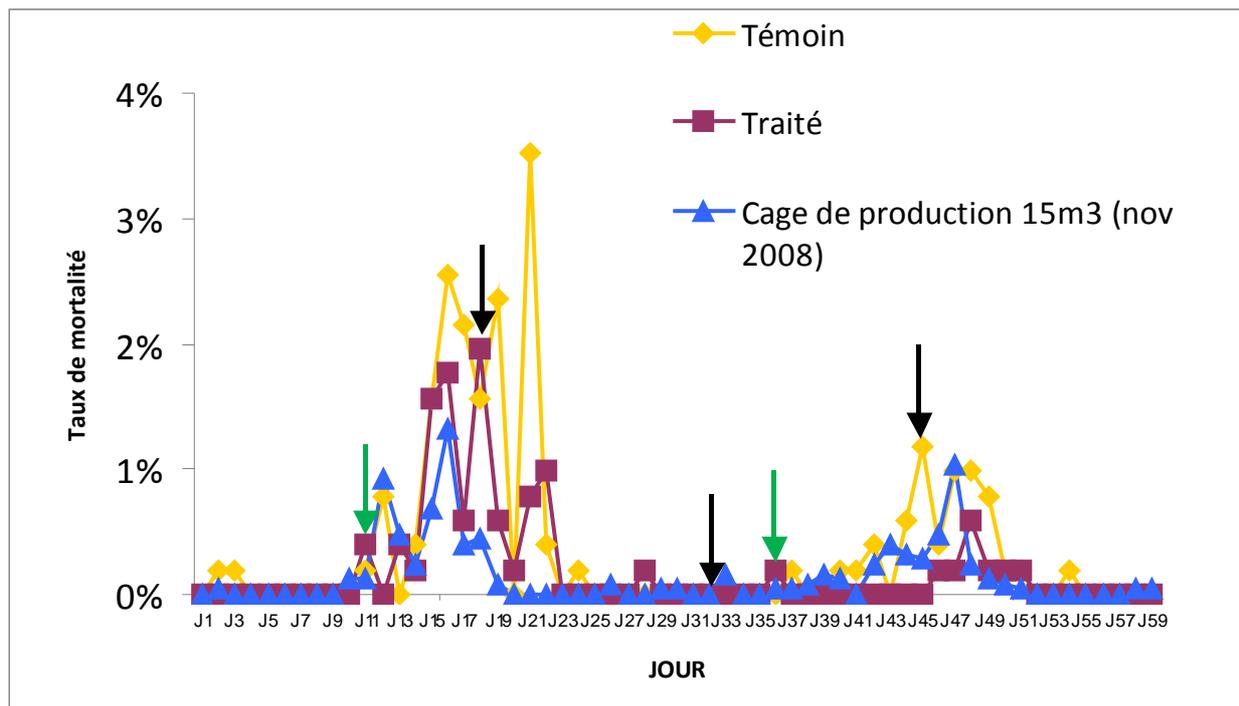


Figure 12. Courbes de mortalités obtenues sur les lots traité et témoin ainsi que sur le lot de production issu du même cycle larvaire après 60 jours d'élevages.

Autre point intéressant, c'est cette tendance de l'effet de l'eau oxygénée sur l'amélioration de la mortalité entre les lots traités et les témoins. Celle-ci survient après le deuxième traitement (J18) et se maintient jusqu'à la fin de l'expérimentation. Bien que nous ayons utilisé l'eau oxygénée contre l'infestation des parasites (absent durant l'expérimentation) il semblerait que ce produit puisse avoir d'autres propriétés contre la propagation des bactéries. Cette hypothèse reste à être confirmée étant donné les mortalités observées (première période) concernant de nombreux individus présentant des tâches (cause bactérienne).

Les résultats obtenus en termes de croissance confirment bien les résultats obtenus lors de l'expérimentation réalisée sur le traitement à l'eau oxygénée des individus en fin de grossissement (Dupieux et al., 2009) infectés par du *Neobenedenia* sp. en septembre 2008 :

- d'une part, le fait que les traitements n'affectent pas la croissance des poissons traités lorsque nous la comparons avec des poissons non traités,
- d'autre part, ce résultat se confirme sur des poissons de plus petite taille (7 g) comme pour des individus de poids moyen de 1200 g.

Dans l'ensemble les résultats de croissance sont très positifs si nous les comparons à ceux du précédent élevage en avril 2008 (seule référence en cage expérimentale) qui ne dépassent pas le poids moyen de 25 g contre 57 g pour cette étude après 60 jours d'élevage.

Conclusions et perspectives

L'effet du traitement à l'eau oxygénée n'a pu être démontré face à l'infestation du *Neobenedenia sp.* car le parasite est demeuré absent tout au long de l'étude. Néanmoins des études plus approfondies sur les causes de mortalité pourront apporter des éléments de réponses sur une tendance à améliorer la survie. Et par la même occasion permettre d'optimiser les résultats zootechniques en grossissement de *Platax orbicularis*. Certaines questions restent encore posées face à l'apparition de l'opacité des yeux et des lésions (tâches) et de leurs conséquences directes.

Dans l'ensemble, le retrait des filets de protection a été une évolution dans notre méthode de travail non négligeable pour l'acquisition de connaissance en zootechnie. En effet, les fortes mortalités enregistrées depuis le début du programme ont été essentiellement dues à la présence du *Neobenedenia sp.* Par conséquent, le taux de survie des cheptels s'est amélioré considérablement en l'absence du parasite. La survie étant un critère fondamental pour le succès d'une filière polynésienne en pisciculture.

Afin d'optimiser d'avantage les résultats zootechniques et zoo-sanitaires et permettre ainsi de soulever les différentes interrogations, il nous faut améliorer le taux de survie par :

- identifier avec précision la taille adéquate de la bouche pour un changement de granulométrie,
- mettre en place une méthode de transition de granulométrie,
- éviter de travailler avec des cages rigides,
- continuer de travailler sur l'évaluation de la satiété,
- identifier les différentes causes de pathologies avec plus de précisions en partenariat avec la cellule pathologie pour administrer des traitements adéquates.

Bibliographie

A. Van Cam, 2008. Suivi zoosanitaire du cheptel de "Paraha peue" (*Platax orbicularis*) en phase de grossissement. *Rapport de soutenance de stage 2ème année de master BGAE Spécialité EFDD*, 27.

I Chiu Liao, Ting-Shih Huang, Wann-Sheng Tsai, Cheng-Ming Hsueh, Su-Lean Chang & Eduardo M. Leño, 2004. Cobia culture in Taiwan: current status and problems. *Aquaculture, Volume 237, Issues 1-4, Page 155-165*

M. Maamaatuaiahutapu, E. Gasset, A. Teissier, T. Tamata, S. Dupieux, V. Joufoques & R. David, 2008. Bilan synthétique de la phase de sevrage-nurserie chez *Platax orbicularis*, cycle 2008-03.

N. J. Sharp, B. K. Diggles, C. W. Poortenaar & T. J. Willis, 2004. Efficacy of Aquil-S, formalin and praziquantel against the monogeneans, *Benedenia seriola* and *Zeuxapta seriola*, infecting yellowtail kingfish *Seriola lalandi lalandi* in New Zealand. *Aquaculture, Volume 236, Issues 1-4, Pages 67-83*

S. Dupieux, M. Maamaatuaiahutapu, A. Teissier, T. Tamata, E. Gasset, V. Joufoques, R. David, 2008. Effet d'un aliment extrudé sur la croissance en cage chez *Platax orbicularis* (Paraha peue).

S. Dupieux, T. Tamata, R. David, M. Maamaatuaiahutapu, E. Gasset, A. Teissier, V. Joufoques, 2009. Effet du traitement curatif contre les ectoparasites de *Platax orbicularis* d'élevage en fin de grossissement en cages flottantes.