

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

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

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

<sup>2</sup> - 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<sup>er</sup> 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<sup>ère</sup> 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 m<sup>3</sup>) dans le lagon mais également dans un bassin (1,5 puis 8 m<sup>3</sup>) 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<sup>ère</sup> génération.

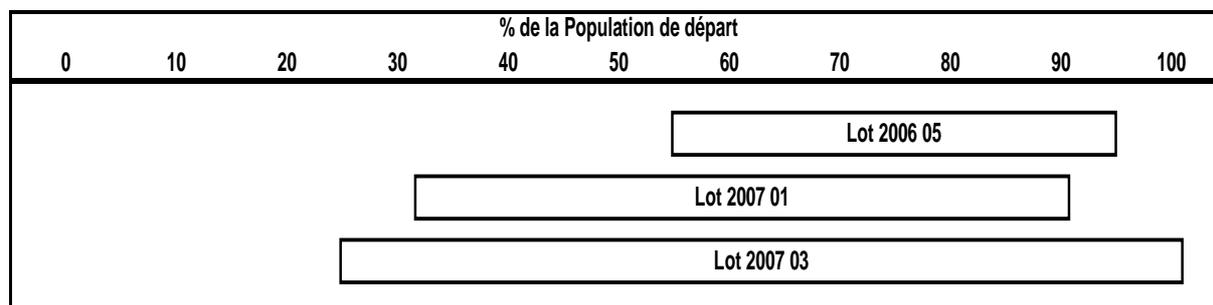
Le lot est issu de 8 bassins larvaires aux résultats de survie très homogènes (20 % ±). Les animaux sont triés une première fois à un poids de 2,5 g. A ce stade, le tri coupe la population en deux lots égaux, 50 % de « petits » et 50 % de « gros ». Ce sont ces derniers qui sont conservés. Aux alentours 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*

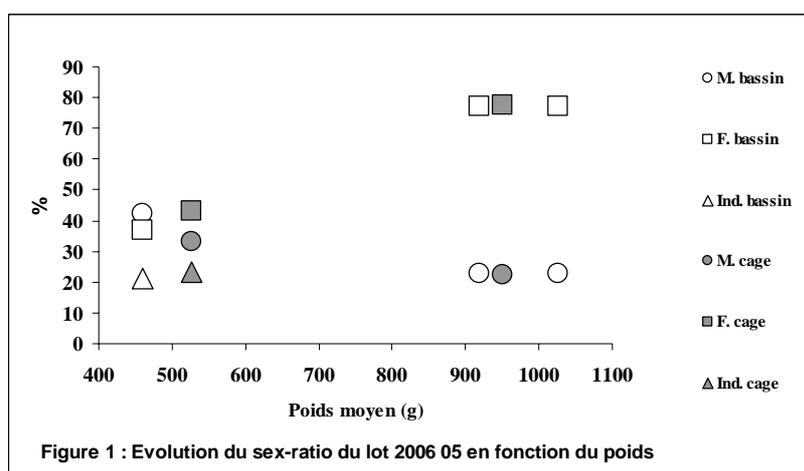
Le suivi du sex-ratio est réalisé sur les animaux (minimum 30 individus) qui sont sacrifiés lors des échantillonnages. La pêche de l'échantillon est réalisée après concentration des animaux dans la structure d'élevage (cage ou bassin) afin d'obtenir des échantillons représentatifs de la population. Les animaux sont abattus dans une saumure de glace. Chaque poisson est alors pesé au 1/10<sup>ème</sup> 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

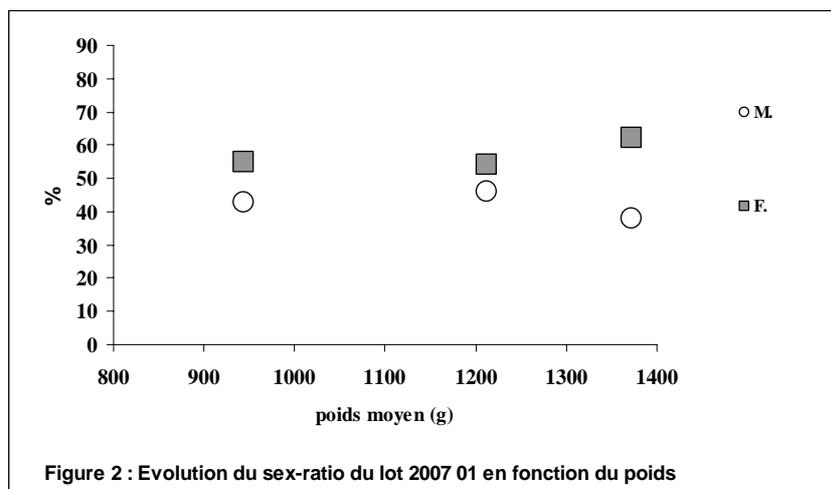
L'évolution du sex-ratio du lot 2006-05 est présentée sur la figure 1 en fonction de l'évolution du poids des animaux. Une distinction est faite entre les résultats obtenus sur les animaux élevés en bassin (en blanc) et en cages (en noir).



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).

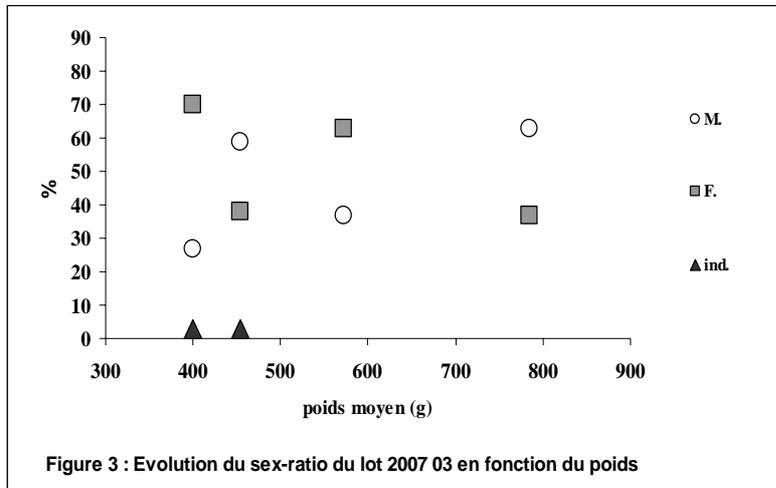
Le deuxième lot suivi (2007-01) l'a été plus tardivement. Le premier point réalisé à un poids



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

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

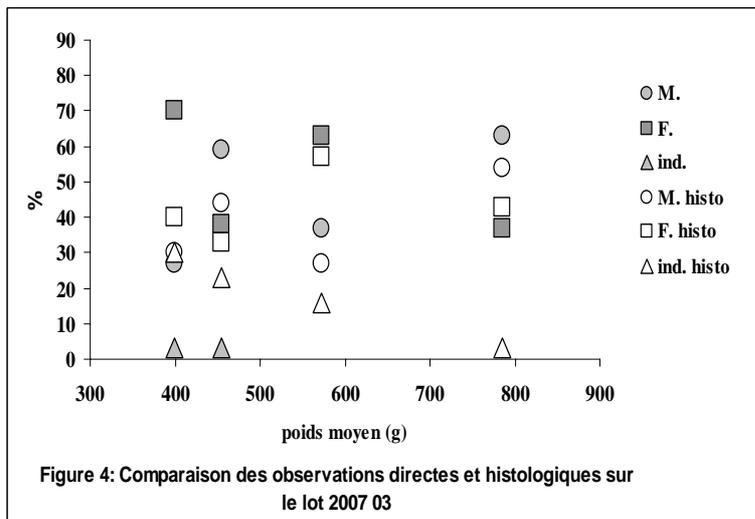
Le suivi du lot 2007 03 présenté sur la figure 3 est le résultat de sex-ratio obtenu par l'observation directe des gonades (méthode identique aux deux lots précédents). Il sera comparé plus loin aux résultats obtenus par la méthode histologique. Ce lot se caractérise par une estimation d'un pourcentage 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<sup>er</sup> point) ces animaux ont été considérés comme des mâles ce qui explique leur sur-estimation par la méthode d'observation directe.

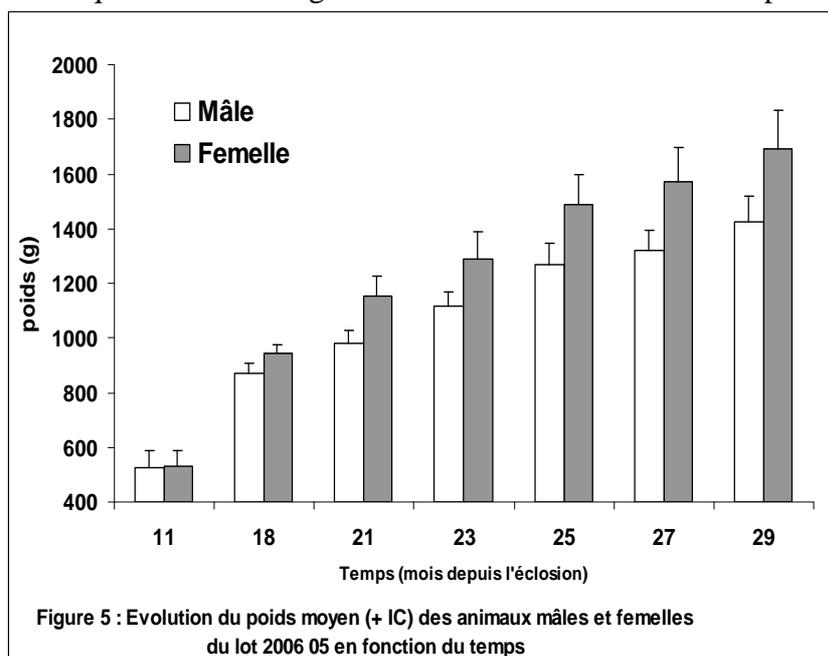
La deuxième remarque concerne les erreurs d'identification du sexe lors des observations directes. Ces erreurs sont toujours dans le même sens (gonade mâle estimée pour gonade femelle réelle). Le taux d'erreur évolue avec le poids des animaux et le développement de la gonade. Il est de 10 % pour un poids 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 prélèvement 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 et 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<sup>ère</sup> 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 sex determination 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.