

Remplacement Total des Artémia par des Microparticules Inertes Dans l'élevage Larvaire de l'ombrine *Sciaenops ocellatus* en Martinique

PETTON BRUNO and FALGUIERE JEAN-CLAUDE
IFREMER, Pointe Fort, 97231 Le Robert, Martinique (French West Indies)

RÉSUMÉ

Dans la plupart des poissons marins élevés, les larves sont nourries avec des proies vivantes (rotifères et/ou artémia) au début de leur développement. Dans les écloséries, la culture de ces proies est consommatrice de main d'œuvre, nécessite des installations spécifiques et entre pour une part importante dans le coût de production. Par ailleurs, la production mondiale d'artémia est dépendante de la fluctuation des récoltes dans le milieu naturel, ce qui pourrait gêner la filière piscicole marine dans un futur proche.

Une formulation alimentaire inerte adaptée aux larves de poisson marin a été mise au point par le centre Ifremer de Brest (France) et est commercialisée par un provendier depuis 1999. Ces microparticules artificielles ont été testées avec succès sur plusieurs poissons tempérés comme le bar européen (*Dicentrarchus labrax*), la morue atlantique (*Gadus morhua*) ou la daurade européenne (*Sparus aurata*) dans un contexte de co-feeding (i.e. artémia et aliment inerte). Les expériences décrites ici ont été menées afin d'évaluer les performances obtenues lors de la substitution totale des artémia par cet aliment dans l'élevage larvaire de l'ombrine (*Sciaenops ocellatus*).

En 2004 et 2005, quatre expériences ont été menées sur l'aspect technologie alimentaire (fabrication expérimentale ou industrielle), la stratégie de sevrage (direct ou co-feeding) et le mode de distribution de l'aliment (distributeur classique ou prototypes) en comparaison au standard sur proies vivantes. En fin de phase larvaire (jour 15) et au jour 30 après une phase de pré-grossissement (0.6g), la survie par rapport au témoin (RTC) était respectivement de 96.9% et 111.1% dans le meilleur traitement. Concernant la croissance, les poids obtenus aux jours 15 et 30 atteignaient respectivement 82.8% et 72.4%.

Cependant il est important de relever que les protocoles d'élevage doivent être adaptés à l'utilisation de ces microparticules afin de prévenir une dégradation de la qualité d'élevage.

Ces résultats montrent que ce nouveau produit peut être appliqué à l'échelle industrielle dans les écloséries privées. Cependant, les recherches doivent être poursuivies pour évaluer les possibilités de remplacement des rotifères par ces aliments inertes afin de s'affranchir complètement de l'utilisation de proies vivantes dans l'élevage larvaire de l'ombrine.

MOTS CLÉ : aquaculture, élevage larvaire, *Sciaenops ocellatus*, microparticules

In most of marine fishes cultured, larvae in their early development are fed with live prey (rotifer and/or artemia). In hatcheries, culture of these preys is labour consuming, needs specific facilities and represent an important part of production cost. On the other hand, world artemia production is subjected to fluctuation of harvest in the wild which could limit fish farming industry in the near future.

A dried formula adapted to marine fish larvae has been perfected by Ifremer's center of Brest (France) and is distributed by a feeding company since 1999. This artificial microbound diet has been successfully tested on several temperate fishes such as European seabass (*Dicentrarchus labrax*), Atlantic cod (*Gadus morhua*) or European seabream (*Sparus aurata*) in a co-feeding (i.e. artemia and dried diet) strategy. Experiments described here were carried out to evaluate the performances obtained during total substitution of artemia by this diet in Red drum (*Sciaenops ocellatus*) larval culture.

In 2004 and 2005, four experiments were conducted on feed technology aspects (experimental or industrial manufacturing), weaning strategy (direct or co-feeding) and feed distribution method (prototypes or classical self feeder) in comparison to the standardized method using live preys. At the end of larval phase (day 15) and at day 30, end of nursery phase (0.6 g), survival relative to control (RTC) was respectively 96.9% and 111.0% in the best treatment. Concerning growth, the weight RTC reached at day 15 and day 30 was respectively 82.8% and 72.4%.

However, it is important to note that rearing protocols have to be adapted to the use of these micro pellets in order to prevent degradation of culture quality.

These results show that this new product can be applied on industrial scale in private hatcheries. But further research is needed to evaluate replacement of rotifers by this dried formula in order to completely eliminate live prey in larval culture of Red drum.

KEY WORDS: aquaculture, larval culture, *Sciaenops ocellatus*, micro diets

INTRODUCTION

L'ombrine ou Red drum (*Sciaenops ocellatus*) est un poisson introduit en Martinique au milieu des années 80 à des fins aquacoles. Après une période de mise au point des

techniques par l'Ifremer, la production s'est développée par le biais de fermes marines artisanales en cages flottantes produisant une centaine de tonnes par an de poisson marchand obtenus à partir de juvéniles produits par une éclosé-

rie locale.

Comme la plupart des poissons marins d'élevage, l'élevage de cette espèce nécessite la culture de proies vivantes (rotifères et artémia) pour nourrir les larves. La culture de ces proies constitue une part importante du coût de production du juvénile, nécessite des installations spécifiques et alourdit les opérations d'élevage.

Le développement de la fonction digestive chez les larves de poissons marins a été étudié par de nombreux auteurs (Infante et al., 2001 pour une revue) et notamment sur cette espèce (Lazo et al., 2000a ; Buchet et al., 1997). Plusieurs essais ont été réalisés pour essayer de remplacer totalement ou partiellement les proies vivantes par des microparticules inertes (Lazo et al., 2000b, Buchet et al., 2000), sans aboutir sur un protocole utilisé en écloserie de production.

Une formulation alimentaire inerte adaptée aux larves de poissons marins a été mise au point par le centre Ifremer de Brest (France). Celle-ci a fait l'objet d'un brevet et est disponible dans le commerce depuis 1999. Cet aliment inerte est utilisé avec succès dans l'élevage des larves de plusieurs espèces de poisson marin tempérés : bar européen (*Dicentrarchus labrax*), morue atlantique (*Gadus morhua*) ou daurade européenne (*Sparus aurata*). L'objet de ces travaux est de tester ces microparticules sur les larves de Red drum en remplacement total des artémias avec pour objectifs de simplifier les techniques d'élevage larvaire et d'induire une diminution du coût de production du juvénile.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quatre séries d'expérience ont été menées en 2004 et 2005 en utilisant une série de 24 bacs cylindro conique d'élevage larvaire de 40 l de volume unitaire. Le milieu d'élevage est renouvelé par un circuit ouvert d'eau de mer passant par un filtre à sable (30 μ) et des cartouches de micro filtration (10 puis 1 μ) puis par un stérilisateur UV (200 mJ/cm²) avant d'aller alimenter un château d'eau de mer qui distribue l'eau dans les bacs d'élevage par gravité.

Les expériences ont été réalisées en utilisant 3 réplicats pour chaque traitement et les protocoles sont basés sur 3 paramètres principaux :

- Aspect technologie alimentaire : aliment expérimental fabriqué manuellement ou aliment dans sa forme commerciale,
- Stratégie de sevrage : passage direct des proies vivantes (rotifères) à l'aliment inerte au jour 8 ou co-feeding pendant 3 jours (jour 5 au jour 8) des rotifères avec les microparticules,
- Mode de distribution : utilisation de trois types différents de distributeurs des microparticules :
 - ◊ Distributeur classique d'écloserie à tapis
 - ◊ Distributeur de type salière
 - ◊ Distributeur prototype

Le distributeur classique est constitué d'un tapis mis en mouvement par une horloge mécanique qui enroule le tapis sur lequel est déposé l'aliment, le faisant tomber dans le bac à intervalle régulier. Le distributeur de type salière est constitué d'un pilulier en plastique de 100 ml, muni d'un couvercle troué, qui est fixé sur un axe rotatif lui permettant à chaque tour de déverser une pincée d'aliment dans le bac. Le distributeur prototype est constitué du même dispositif mais la ration délivrée à chaque tour tombe dans un récipient conique alimenté en eau de mer et distribuant les micros granulés avec l'eau par gravité dans les bacs.

Les techniques d'élevage utilisées dans les bacs témoins sont identiques à celles décrites par Petton *et al* (2006). La séquence alimentaire classique comprend une alimentation à base de rotifères du jour 1 au jour 8, une alimentation en artémia du jour 8 au jour 15, puis un sevrage progressif du jour 15 au jour 20 où la ration en artémia est progressivement diminuée tandis que la ration en granulé du commerce (Le Gouessant) est augmentée. Elles conduisent après sevrage (jour 25) à une survie moyenne de 70.1% \pm 5.6 et un poids moyen de 0.3 – 0.5g.

Dans les bacs faisant l'objet d'utilisation de microparticules pour nourrir les larves, les techniques d'élevage employées sont les mêmes excepté :

- A partir du jour 8 pour les sevrages directs, et du jour 5 pour les sevrages progressifs, les microparticules alimentaires sont distribuées selon les différents protocoles,
- Aucune distribution d'artémia n'est réalisée,
- Les bacs d'élevage sont nettoyés à l'aide d'un siphon deux fois par jour le matin et le soir pour éliminer les restes d'aliment non consommés accumulés sur le fond du bac,
- Le renouvellement en eau de mer est augmenté par rapport au témoin de manière à obtenir un taux d'oxygène dissous supérieur à 70% de la saturation.

Les microparticules alimentaires utilisées sont basées sur une formulation mise au point par l'Ifremer sur les larves de poissons marins européens (bar, daurade et morue) et commercialisée par un fabricant d'aliment (Nutreco).

Le suivi de la croissance est réalisé tous les 5 jours à partir du jour 10 par prélèvement aléatoire de 30 à 50 larves par bac, mesure de longueur et pesée. La survie est évaluée par dénombrement manuel au jour 15, puis tous les 10 jours à partir du jour 20.

RÉSULTATS

Le tableau 1 montre les résultats de survie obtenus dans chaque série d'expérience, exprimés en pourcentage par rapport au témoin. L'essai E1 a été réalisé pour servir au rodage du dispositif et ne peut donc constituer qu'un point de départ. Dans le cadre d'un sevrage direct en utilisant un aliment fabriqué expérimentalement, l'essai E2

montre que ni le distributeur à tapis ni la salière ne permette d'améliorer les performances de survie. Le niveau de survie obtenu avec le prototype est identique à celui de l'essai E1 et se situe à 34.3% du témoin au jour 15. Il diffère significativement des autres traitements y compris au jour 30 en fin de phase de nurserie.

Lors de l'utilisation d'aliment du commerce (essai E3), c'est le distributeur prototype qui a été retenu au vu des résultats des deux premiers essais. La comparaison entre un sevrage direct et un co-feeding pendant 3 jours (jour 5 au jour 8) penche significativement en faveur de ce dernier, ce qui met en évidence le bénéfice d'une adaptation progressive à l'aliment inerte. Un palier a pu ainsi être franchi avec une survie s'élevant à 76.8% au jour 15 et de 73.9% au jour 30. Par ailleurs, notons que le sevrage direct présente aussi un résultat meilleur que dans l'essai E2, ce qui peut être imputé à l'utilisation d'un aliment de fabrication industrielle.

Enfin, dans l'essai E4, le distributeur classique à tapis a été utilisé en comparaison du distributeur prototype dans le cadre d'un aliment artificiel d'origine industrielle et d'un sevrage progressif par co-feeding. Il montre qu'un nouveau cap a été franchi avec une survie dans les lots sans utilisation d'artémia statistiquement identique à celle obtenue avec une alimentation sur proie vivante exclusivement (96.9% et 111.1% du témoin respectivement aux jours 15 et 30.).

En matière de croissance, aucune des trois premières expériences ne fait apparaître de protocole statistiquement meilleur que les autres au jour 15 et tous les lots de larves alimentées avec des microparticules présentent un déficit de poids de l'ordre de 40% au moins. A cet âge, le poids moyen ainsi obtenu avec les microparticules s'élève à 60.9% du témoin dans l'expérience E2 et 65.2% dans l'expérience E3, lorsque c'est un prototype qui est utilisé pour la distribution alimentaire. Notons que contrairement au

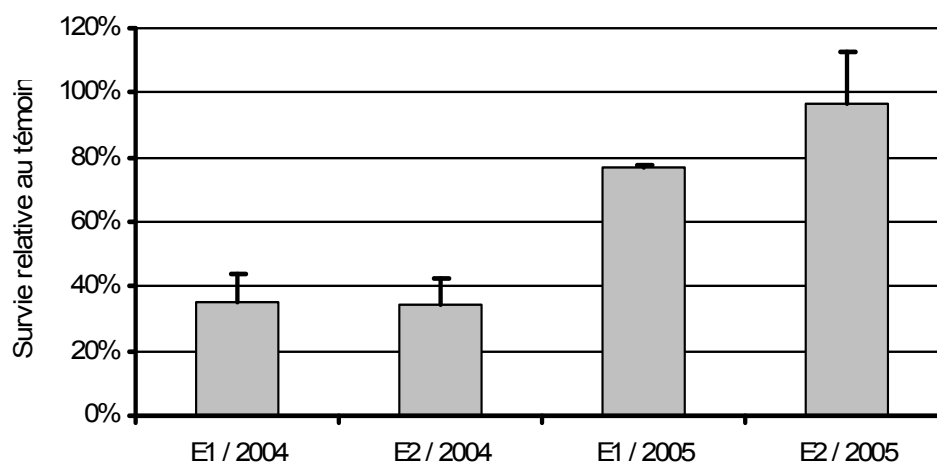


Figure 1. Survie relative au témoin obtenue en fin d'élevage larvaire (jour 15) dans le meilleur traitement de chacun des essais successifs effectués avec des microparticules à la place des artémia.

Tableau 1. Survie par rapport au témoin (RTC) des larves élevées selon les différents protocoles.

Essai	Type d'aliment	Stratégie de sevrage	Mode de distribution	Fin de phase larvaire (jour 15)	Fin de nurserie (jour 30)
E1 / 2004	Expérimental	Direct	Prototype	35.2% ± 8.6	-
E2 / 2004	Expérimental	Direct	Prototype	34.3% ± 8.0 ^a	25.1% ± 4.2 ^a
			Tapis	14.6% ± 1.4 ^b	14.0% ± 1.8 ^b
			Salière	12.1% ± 5.9 ^b	-
E3 / 2005	Industriel	Co-feeding	Prototype	76.8% ± 0.7 ^a	73.9% ± 2.0 ^a
		Direct		68.7% ± 2.0 ^b	57.4% ± 6.9 ^b
E4 / 2005	Industriel	Co-feeding	Tapis	96.9% ± 15.9 ^a	111.1% ± 1.7 ^a
			Prototype	58.6% ± 6.4 ^b	53.6% ± 14.7 ^b

cas de la survie, le passage d'un aliment expérimental à un aliment industriel n'a pas permis d'augmenter les performances de croissance puisque dans ces deux cas, le poids moyen obtenu au jour 15 s'élève à 60.9% de celui du témoin dans le cadre d'un protocole associant sevrage direct et distributeur prototype. Par contre, dans ces deux mêmes cas les poids obtenus au jour 30 s'élèvent respectivement à 90.2% et 77.8% du témoin ce qui met en évidence une reprise de la croissance.

Enfin, l'expérience E4 montre une augmentation significative des performances de croissance sans pour cela que l'on atteigne le niveau des lots alimentés exclusivement avec des proies vivantes, puisque les poids relatifs au témoin observés au jour 15 s'élèvent à 79.7% et 82.8% respectivement pour l'utilisation d'un distributeur à tapis et d'un prototype. Au jour 30 par contre, le lot alimenté à

l'aide d'un distributeur à tapis présente un poids significativement supérieur mais encore inférieur au témoin (84.1% du témoin).

En ce qui concerne les malformations externes observées dans les lots alimentés avec des microparticules, une évaluation a été faite au jour 30 de l'expérience E4 qui montre que le taux enregistrés s'élèvent respectivement à 2.89% ($\pm 1.42\%$) et 3.63% ($\pm 10.00\%$) pour l'utilisation d'un distributeur à tapis et d'un prototype. Ces taux ne diffèrent pas significativement de ceux enregistrés dans les lots témoins alimentés avec des proies vivantes ($17.85\% \pm 8.00\%$).

DISCUSSION

Les survies enregistrées respectivement dans les expériences E2 et E3 montrent que, dans le cadre d'un sevrage

Tableau 2. Croissance par rapport au témoin (RTC) des larves élevées selon les différents protocoles.

Essai	Type d'aliment	Stratégie de sevrage	Mode de distribution	Fin de phase larvaire (jour 15)	Fin de nurserie (jour 30)
E1 / 2004	Expérimental	Direct	Prototype	41.7% \pm 1.9	37.8 \pm 4.6
E2 / 2004	Expérimental	Direct	Prototype Tapis Salière	60.9% \pm 4.7 ^a 53.1% \pm 2.7 ^a 43.8% \pm 7.2 ^a	90.2% \pm 9.7 ^a 81.6% \pm 9.5 ^a -
E3 / 2005	Industriel	Co-feeding Direct	Prototype	65.2% \pm 6.5 ^a 60.9% \pm 3.8 ^a	71.9% \pm 2.7 ^a 77.8% \pm 22.3 ^a
E4 / 2005	Industriel	Co-feeding Co-feeding	Tapis Prototype	79.7% \pm 2.2 ^a 82.8% \pm 6.6 ^a	84.1% \pm 1.3 ^a 72.4% \pm 5.0 ^b

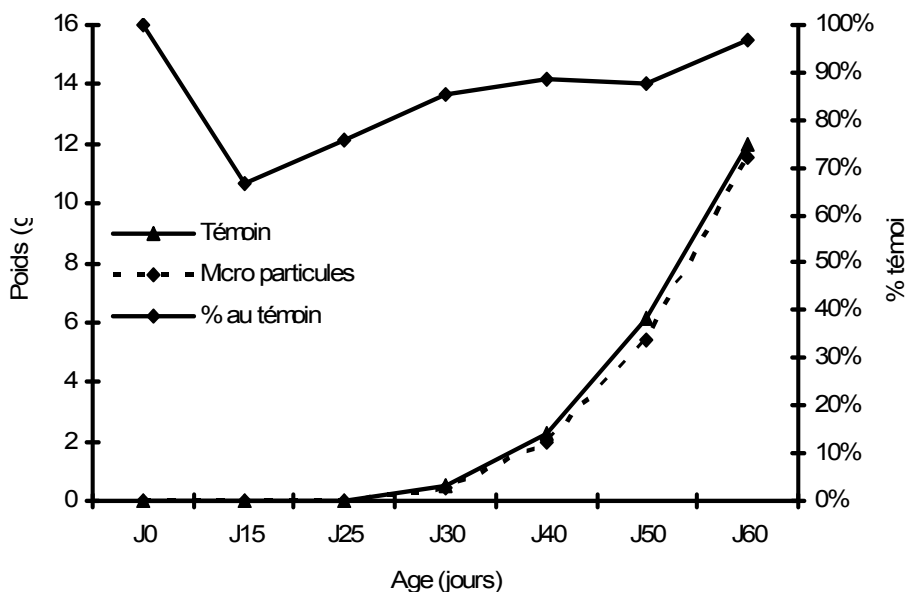


Figure 2. Croissance de lots de larves élevées avec des proies vivantes et avec des microparticules à la place des artémia jusqu'à un âge de 60 jours.

direct et d'un distributeur prototype, l'utilisation d'un aliment industriel permet de doubler les performances par rapport à une fabrication expérimentale (68.7% contre 34.3%). On peut mettre cela en relation avec la texture du produit qui présente une meilleure tenue et se révèle moins sensible aux problèmes d'humidité de l'air que nous rencontrons en milieu tropical. Cette hypothèse peut expliquer aussi que dans l'expérience E4 nous obtenions une meilleure survie avec le distributeur à tapis qu'avec le distributeur prototype alors que c'était l'inverse dans l'expérience E2. De ce fait, le type de distribution s'avère de moindre importance dès lors que l'aliment présente des caractéristiques de texture lui permettant d'être moins sujet aux problèmes d'humidité. Par contre, le recours à une stratégie de sevrage par co-feeding au lieu d'un sevrage direct présente un intérêt certain comme le montrent les résultats obtenus dans l'expérience E3 (76.8% contre 68.7%). Ce résultat est cohérent avec les pratiques de sevrage classiquement utilisées en éclosion qui se basent sur un passage de l'alimentation sur proies vivantes à une alimentation inerte étalé sur 3 à 5 jours le plus souvent.

Finalement, lorsqu'on examine les survies enregistrées dans la meilleure configuration de chaque série d'expérience (figure 1), on constate que d'une survie par rapport au témoin s'élevant à environ 35% (expériences E1 et E2), on passe à une survie relative de 76.8% et 96.9% au jour 15, respectivement dans les expériences E3 et E4, ce qui montre que les performances enregistrées sans utilisation d'artémia sont du même niveau que celles enregistrées sur proie vivante.

En ce qui concerne la croissance, les effets de la stratégie de sevrage, du type de distribution et du type de fabrication de l'aliment n'apparaissent pas et l'on aboutit dans le meilleur des cas à des poids moyens relatifs de l'ordre de 80% du témoin au jour 15 (expérience E4), soit un déficit de 20%. Par contre si l'on examine la croissance ultérieure (figure 2), il apparaît que les lots ainsi produits conservent tout leur potentiel puisqu'ils montrent une croissance compensatoire qui leur permet de rattraper les lots témoins au jour 60 où leur poids moyen relatif est de 96.6%. Le début de ce phénomène avait déjà enregistré au jour 30 où une reprise de la croissance a pu être notée dans la plupart des lots alimentés avec des microparticules.

Ces différents éléments tendent à montrer que le challenge réside finalement dans la mise en place des conditions favorables permettant la disponibilité des particules alimentaires pour chaque larve dans le milieu d'élevage. Dans le cas d'utilisation de proies vivantes, leur répartition dans l'espace et dans le temps est plus facile à obtenir car ces animaux sont vivants, se déplacent et sont pélagiques ce qui permet d'obtenir une bonne homogénéité grâce à la gestion de l'hydrodynamisme et l'étalement de la distribution dans le temps. De leur côté les particules alimentaires inertes coulent rapidement et sont moins bien réparties dans le milieu. Mais dès lors que les microparticules sont consommées, les performances zootechniques obtenues

(croissance, survie, taux de malformation) montrent que les qualités nutritionnelles de la formulation alimentaire conviennent bien à cette espèce. Le déficit de poids moyen d'environ 20% enregistré au jour 15 est ensuite bien rattrapé ce qui montre que les lots alimentés avec des microparticules conservent tout leur potentiel de croissance.

Il est important de noter que les techniques utilisées pour élever des larves alimentées avec des microparticules ne diffèrent pas de celles employées lorsqu'on les nourrit avec des proies vivantes. Par contre les pratiques d'élevage doivent être adaptées car il faut tenir compte de la pollution qui pourrait être engendrée par les particules inertes non consommées se dégradant sur le fond. C'est ainsi qu'il a été nécessaire d'avoir recours à un nettoyage des bacs deux fois par jour à l'aide d'un siphon en tuyau plastique ce qui engendre inévitablement quelques perturbations du cheptel. De plus, pour garantir un taux d'oxygène dissous supérieur à 70% de la saturation dans le milieu d'élevage, il s'est avéré nécessaire d'augmenter les renouvellements d'eau ce qui nécessite de contrôler aussi l'hydrodynamisme dans le bac d'élevage.

En conclusion, les résultats obtenus lors du remplacement total des artémia par des microparticules lors de l'élevage des larves d'ombrine montrent que les meilleures performances ont été obtenues avec :

- Un aliment artificiel inerte disponible sur le marché,
- Une stratégie de sevrage par co-feeding avec des rotifères et des microparticules du jour 5 au jour 8,
- Un distributeur alimentaire d'aliment d'éclosion classique à tapis.

À un âge de 30 jours, les performances obtenues sans utilisation d'artémia ne diffèrent pas significativement de celles obtenues avec des proies vivantes :

- Une survie de 111.1% par rapport au témoin,
- Un poids moyen s'élevant à 84.1% par rapport au témoin,
- Le déficit de croissance observé au jour 30 est corrigé par une croissance compensatoire ultérieure durant le prégrossissement qui permet d'obtenir au jour 60 un poids moyen s'élevant à 96.8% du témoin,
- Le taux de malformations externe n'est pas supérieur à celui du témoin,
- Un total de 41.5 g de microparticule est nécessaire en moyenne pour produire 1000 juvéniles de 0.1g au jour 20.

Ces résultats montrent que ces microparticules peuvent être utilisées à l'échelle industrielle dans des éclosiers de production. La prochaine étape consistera à transférer ces résultats au niveau de la filière de production à la Martinique afin d'évaluer l'impact économique sur le coût de production du juvénile livré aux éleveurs en cages. En ce qui concerne la recherche, les prochains travaux porteront sur l'évaluation des performances obtenues dans le cadre du remplacement des rotifères par ces microparticules, l'ob-

jectif ultime étant de supprimer les besoins en proies vivantes dans les écloseries de poisson marin.

ACKNOOWLEDGEMENTS

Travaux réalisés avec le soutien financier du Conseil Régional de Martinique

RÉFÉRENCES

- Buchet, V., Zambonino Infante, J.L. and Cahu, C.L., 1997. Variations in activities of some digestive enzymes during larval development of *Sciaenops ocellatus*. Island Aquaculture and Tropical Aquaculture, Communications and Abstracts Martinique '97 – European Aquaculture Society International Conference, Les Trois Ilets, Martinique, 4 – 9 May 1997, pp 55-56.
- Buchet, V., Zambonino Infante, J.L., Cahu, C.L., 2000. Effect of lipid level in a compound diet on the development of red drum (*Sciaenops ocellatus*) larvae. Aquaculture 184, 229-247.
- Infante, J.L.Z. and Chau C.L., 2001. Ontogeny of gastrointestinal tract of marine fish larvae. Comparative biochemistry and physiology C., vol.130, no4, pp 477-347.
- Lazo, J.P., Dinis, M.T., Holt, G.J., Faulk, C., Arnold, C.R., 2000b. Co-feeding microparticulate diets with algae : toward eliminating the need of zooplankton at first feeding in larval red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture 188, 339-351.
- Lazo, J.P., Holt and Arnold, C.R., 2000a. Ontogeny of pancreatic enzyme in larval red drum *Sciaenops ocellatus*. Aquaculture nutrition, vol.6, no3, pp 183-192.
- Petton, B., J.P. Connan, A. Ragot and J.C. Falguière, 2006 [In press]. Improvements of larval performances in Red drum (*Sciaenops ocellatus*) culture and transfer to an artisanal scale hatchery in Martinique. Proceeding of 59th annual meeting of GCFI, Belize City, Belize, 6 – 11 nov 2006.