



Photo 1 : Bacs d'élevage en floc.

Fiche Bio 2010-02 : Premiers géniteurs de *L. stylirostris* issus d'élevages hyper-intensifs en floc en Nouvelle-Calédonie : performances comparées avec les géniteurs des élevages traditionnels.

M. Huber, E. Cardona, G. Fersing, P. Lemaire, P. Brun, J.R. Maillez, F. Broutoi, J.M. Peignon, A.L. Marteau, J. Goguenheim⁽¹⁾ et L. Chim⁽²⁾

Contacts : ⁽¹⁾ jean.goguenheim@ifremer.fr ⁽²⁾ liet.chim@ifremer.fr

Cette fiche biotechnique présente les résultats des premiers élevages hyper-intensif en floc de reproducteurs de la crevette *L. stylirostris*, en Nouvelle-Calédonie. Leurs performances en reproduction sont comparées à celles des animaux élevés simultanément en bassins en terre.

Elevages des géniteurs en floc

Le principe de l'élevage en floc est de développer dans la colonne d'eau une population diversifiée de microorganismes comprenant les micro-algues, du zooplancton (copépodes, rotifères, nématodes, métazoaires...) et des bactéries (Goguenheim et Chim, 2009) (Photo. 2). Ces micro-organismes jouent le rôle d'un filtre biologique en pleine eau en dégradant la matière organique en excès et en éliminant les formes azotées toxiques pour la crevette. Le système d'élevage en floc ne nécessite donc pas de renouvellement de l'eau mais en contrepartie il doit être constamment oxygéné et remis en suspension. En outre, la microfaune, la microflore et les bactéries constituent un complément alimentaire frais riche en vitamines et oligoéléments essentiels pour les crevettes (Avnimelech, 2009).



Photo 2 : Milieu floc riche en microorganismes ; algues diatomées, ciliés, rotifères, nématodes, métazoaires...

Protocole d'élevage

Les élevages en floc ont été réalisés à St Vincent (du 20 janvier au 1^{er} juin 2010) dans 4 bacs circulaires (2 bacs de 3,5 m² et 2 bacs de 5,4 m²) (Photo. 1). Des animaux pré-grossis en bassin de terre ont été utilisés pour ensemercer les bacs à raison de 17 animaux par m². Le poids moyen des animaux au premier jour était de 25,6 ± 0,7g (n=4) ; la biomasse en début d'élevage était donc de 435,6 ± 17,2g par m².

Les animaux ont été alimentés quotidiennement uniquement avec du granulé commercial (Grower 40, SICA) à raison de 3,5% de la biomasse estimée. La distribution du granulé était réalisée en 3 repas (9h, 15h et 22h). Afin d'équilibrer le rapport C/N et de favoriser le développement des bactéries hétérotrophes (Avnimelech, 1999) de la mélasse de canne a été ajoutée quotidiennement à raison de 50% de la ration de granulé. Enfin, une chasse journalière de l'eau correspondant à 3% du volume du bac était effectuée. Cette chasse permettait notamment d'évacuer du système la matière organique sédimentée (aliment non consommé, mues, algues...).

Deux élevages témoins ont été réalisés en bassin suivant le protocole standard en extensif avec 0,5 animal par m². Le poids moyen des animaux en début d'expérience était de 22,4 ± 1,5g

(n=2) ce qui fait donc une biomasse de 11,4 g par m². Il doit être noté que les élevages de géniteurs en bassins reçoivent un complément d'aliment frais sous forme de calamar congelé.

Evolution de la qualité de l'eau

L'évolution des principaux paramètres de l'eau d'élevage des flocs est montrée dans les figures 1 A et 1 B. Le pH baisse les 20 premiers jours d'élevage pour ensuite se stabiliser autour de 7,9 (Fig 1A). L'oxygène est constamment à saturation avec une

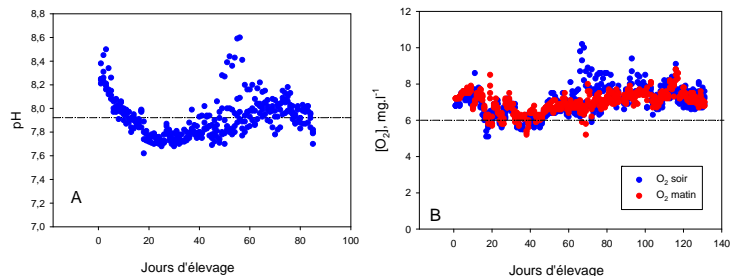


Figure 1 : évolution du pH (A) et de l'O₂ (B) des bacs flocs

légère élévation de sa concentration en fin d'élevage correspondant au développement du phytoplancton et à l'activité photosynthétique associée (Fig 1B).

La Fig 2 montre l'évolution de l'ammonium qui présente deux pics en début et au 50^{ème} jour d'élevage. L'ammonium est éliminé du système par oxydation bactérienne ou fixé par le phytoplancton. L'oxydation de l'ammonium en nitrite est montrée par l'augmentation de ce dernier à partir du 20^{ème} jour. Le niveau des nitrites descend à partir de 70 jours d'élevage.

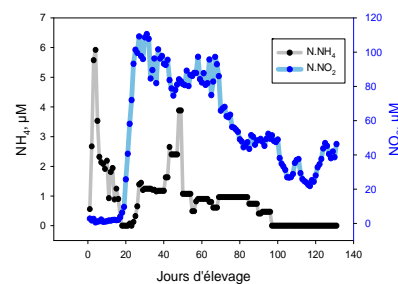


Figure 2 : Evolution de l'ammonium et des nitrites dans les élevages floc

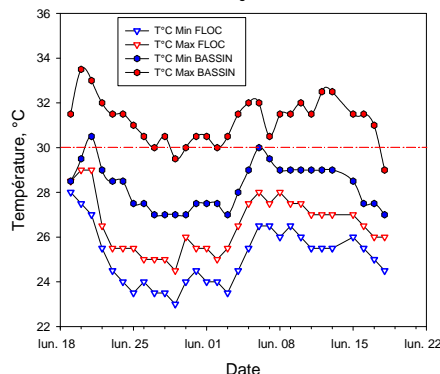


Figure 3 : Evolution des températures maxi et mini dans les bassins de terre et dans les bacs de floc.

Les températures maxi et mini des bassins de terre et bacs flocs entre le 18 janvier et le 20 février sont montrées dans la **Fig 3**. Durant cette période, grâce aux toiles d'ombrage, les températures des bacs flocs sont restées en dessous des 30 °C qui représentent le seuil supérieur de la zone de confort physiologique de la crevette *L. stylirostris*. Par ailleurs l'amplitude des variations thermiques nyctémérales était deux fois inférieure dans les élevages floc avec $1,41 \pm 0,15^\circ\text{C}$ (n=30) contre $2,95 \pm 0,22^\circ\text{C}$ (n=30) pour les bassins.

Résultats zootechniques des élevages flocs et traditionnels



Photo 3 : Pêche finale des élevages bassins (A) et des élevages flocs (B)

Le **tableau 1** ci-après résume les résultats zootechniques des élevages bassin et des élevages flocs. Le point à noter ici est une biomasse **40 fois plus importante** obtenue avec le système d'élevage en floc.

Traitements	Survie (%)	ET	Croissance (g.jr ⁻¹)	ET	Biomasse finale (g.m ⁻²)	ET
Bassins (n=2)	64	11,5	0,175	0,007	13,65	1,54
Flocs (n=4)	74,7	8,2	0,133	0,01	600	97

Tableau 1 : Taux de survie, croissance journalière et biomasse finale des deux systèmes d'élevage (ET = Ecart Type).

Reproduction comparée des géniteurs entre bassin et Floc

Pour chacun des traitements 4 réplifications ont été réalisées en salle de maturation (**photo 4**), chaque réplification est représentée par un bac de maturation. Le nombre de femelles utilisées pour chaque traitement était de 100.

La **Figure 4** représente l'évolution des pontes cumulées à partir de l'épédonculation. On constate chez les animaux issus des élevages en floc comparés à ceux issus des bassins d'une part que le délai entre l'épédonculation et la maturation était plus court et d'autre part que le nombre de pontes était plus important.

Le nombre moyen d'œufs et de nauplii éclos par ponte est supérieur chez les animaux provenant des élevages en floc (**tableau 2**). Suivant les données du tableau 2 et à partir du nombre total de pontes obtenues pour les deux traitements nous avons calculé le nombre total d'œufs et de nauplii qui aurait été obtenu si toutes les femelles avaient été inséminées. On s'aperçoit ainsi que, sur la durée de l'expérience, les animaux issus du système floc auraient produit 86% de nauplii en plus que ceux provenant des bassins.

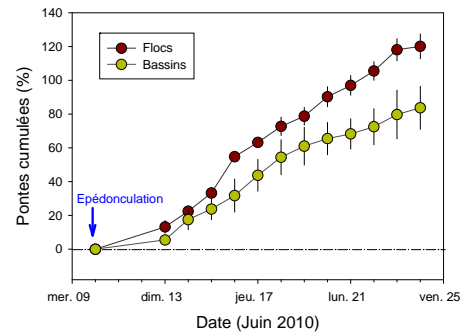


Figure 4 : Pontes cumulées après épédonculation pour les géniteurs provenant des élevages standards et des élevages en floc.

Tableau 2 : nombres moyens d'œufs et de nauplii obtenus par ponte pour les deux systèmes d'élevages considérés.

	Bassins	Flocs	Gain floc/bassin	Valeur de p
Nbre moy œufs par ponte	151638 60	173099 87	14,15%	0,081
Nbre moy Nauplii par ponte	92764 34	121215 34	30,67%	0,029

Tableau 3 : nombre total de pontes obtenues sur la période de l'essai. Nombre total d'œufs et de nauplii calculés par rapport aux données du tableau 2

	Bassin	Floc	Gain floc/bassin
Nombre total de pontes	84	120	42,86%
Nombre total d'œufs	12 737 592	20 771 880	63,08%
Nombre total de nauplii	7 792 176	14 545 800	86,67%



Photo 4 : entrée des géniteurs en maturation. Chaque bac de maturation représente une réplification. Chaque traitement (floc vs bassin) comprend 4 réplifications.

Conclusions et perspectives

Ce premier essai d'élevage de géniteurs *L. stylirostris* avec un système intensif en floc (SF) mis au point par l'IFREMER Tahiti démontre la faisabilité de cette méthode originale en Nouvelle-Calédonie. Comparé au système extensif en bassin de terre le SF présente de nombreux avantages en termes techniques, économiques et de biosécurité.

Les avantages techniques et économiques découlent de l'intensification de l'élevage en floc qui est très économe en eau. Dans nos conditions les volumes d'eau nécessaires pour 1kg de géniteurs produits sont de **6558 m³** et de **27 m³** respectivement avec le système traditionnel en bassin et celui en floc (**Tableau 4**). Le besoin réduit en eau du SF permet de mieux contrôler sa qualité, c'est notamment le cas ici avec la température (**Fig 3**). Il est en effet reconnu que les températures supérieures à 30°C, comme celles enregistrées dans les bassins de terre au cours de cet essai, sont particulièrement néfastes pour les mâles qui deviennent stériles. Finalement, les faibles taux de renouvellement de l'eau du SF permettent d'envisager à moindre coût la thermorégulation avec chauffage en hiver (serre, résistance électrique...) et toile d'ombrage en été. Il doit être noté cependant qu'en contrepartie de l'économie faite sur la gestion de l'eau, le SF nécessite une aération constante dont le coût doit être pris en considération. Le tableau 4 suivant présente une approche des coûts énergétiques pour les 2 systèmes d'élevage tels qu'ils ont été conduits au cours de cet essai.

Tableau 4 : besoin en eau pour produire 1 kg de biomasse de reproducteurs. Approche des coûts de pompage et d'aération.

	Bassin	Floc
Qté eau/kg de biomasse produite (m ³ /kg)	6558	27
Energie pompage/kg de biomasse produite (kWh/kg)	546	2,25
Energie aération/kg de biomasse produite (kWh/kg)	0	22,95
Prix Kwh	32	
Coût pompage/kg de reproducteurs produits (Fcfp)	17581	72
Coût aération/kg de reproducteurs produits (Fcfp)	0	739
TOTAL COÛTS	17581	811

Les faibles volumes d'eau mis en jeu par le SF permettent aussi de traiter aisément des rejets dans le cadre d'installations bio-sécurisées de type quarantaine ou conservatoire.

Le SF hautement intensifié génère dans le volume d'élevage une abondante micro-flore et -faune ainsi qu'une forte biomasse bactérienne (**photo 2**). Ces communautés microscopiques extrêmement diversifiées participent à la santé de l'élevage d'une part en éliminant les formes toxiques de l'azote et d'autre part en empêchant le développement et l'expression de bactéries pathogènes tout en apportant des compléments nutritionnels qui peuvent stimuler l'immunité de la crevette (Avnimelech, 2009). Cet apport nutritionnel par la productivité naturelle est loin d'être négligeable dans le SF puisqu'il n'est pas nécessaire dans ce cas de compléter l'alimentation granulé avec de l'aliment frais (ex calamar). L'absence d'apport d'aliment frais dans le SF contribue également à la biosécurité en minimisant les risques de contamination.

Au contraire de ce qui vient d'être noté pour le SF, le système extensif traditionnellement utilisé en Nouvelle-Calédonie est très peu productif car il reçoit un faible apport de matières organiques ; il n'est donc pas rare dans ces conditions que l'eau des bassins soit claire pouvant conduire *in situ* à des situations dommageables pour la crevette comme par exemple une exposition stressante à la lumière du soleil, une élévation excessive de la température de la colonne d'eau et/ou le développement d'algues benthiques. La pauvreté du milieu de ce type d'élevage nécessite l'apport d'aliments frais, avec les risques associés, pour couvrir les besoins nutritionnels des reproducteurs.

En perspective de ce travail nous envisageons des essais complémentaires pour évaluer l'intérêt du système floc (i) en phase de grossissement en saison froide (SF avec eau thermorégulée) et (ii) pour produire des reproducteurs et

notamment des mâles aux mois les plus chauds (février, mars). Enfin, en termes de recherche développement deux axes sont envisagés : dans le premier nous optimiserons la méthode d'élevage en floc notamment au niveau des quantités de lumière nécessaires au développement équilibré entre phytoplancton et bactéries hétérotrophes. Dans le second axe nous tenterons d'identifier les facteurs (nutritionnels ? probiotiques ? physico-chimiques ?) qui peuvent expliquer les meilleures performances de reproduction des crevettes produites en SF (voir fiche projet 2011-2015). L'identification de ces facteurs nous permettrait en outre de cibler les conditions optimales d'un tel système d'élevage.

Bibliographie

- Goguenheim J., Chim, L. 2009. Elevage de géniteurs de *Litopenaeus stylirostris* en système floc : synthèse bibliographique et protocole de production. Ifremer/LEAD/notCad 2009-01, 13 pages.
- Avnimelech, Y. 1999. Carbon/nitrogen ratio as a control element in aquaculture systems. *Aquaculture* 176, 227-235.
- Avnimelech, Y. 2009. *Biofloc Technology – A Practical Guide Book*. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, United States.