



Fiche Bio 2005-04 : Essais d'aliments avec différents taux de protéines en bassins de terre : résultats biotechniques et effets sur le milieu d'élevage

L. Della Patrona, P. Brun & S. Capo

1 – Introduction

Une des contraintes majeures de la filière calédonienne de crevettes *L. stylirostris* est la saisonnalité de son activité (Fonfreyde *et al.*, 2004). Au cours de la dernière décennie, la plupart des entreprises ont opté pour un unique long cycle annuel de saison chaude. De sorte qu'en aval, les commandes de post larves peuvent dépasser la capacité de production des éclosiers. En amont, les productions sur les mois de mars à juin satureront l'usine de conditionnement.

Sur quelques uns de leurs nombreux bassins, les plus grandes fermes renouent avec une stratégie à deux élevages courts annuels avec des ensemencements consécutifs de janvier-février et de juin-juillet.

Pour arriver à l'équilibre financier sur ces élevages caractérisés par des survies moyennes et des indices de conversion élevés, la profession envisage une augmentation du taux de protéines dans l'aliment qui pourrait, selon elle, conduire à une amélioration soit des survies soit des vitesses de croissance.

2 – Matériel et Méthodes

Les essais ont été menés sur 10 bassins en terre de surface d'environ 1500 m² sur la période février à juillet 2000 (142 jours). Les densités initiales ont varié de 17,0/m² à 19,9/m² (type semi-intensif sans aération). Deux élevages ont été fertilisés selon la procédure de Villalon (1991). La température et la concentration en oxygène dissous (Oxyguard®) ont été mesurées 2 fois/j à 6H30 et 14H. La profondeur de disparition du disque de Secchi (turbidité), le pH (Knick®) et la salinité (Aqua fauna®) ont été pris le matin à 8h 3 fois/semaine. Les sels nutritifs P-PO₄, N-NO₂, N-NO₃ et N-NH₃ de la colonne d'eau ont été mesurés 1 fois/semaine à l'aide d'un spectrophotomètre Spectronics GENESYS 5. La composition des communautés phytoplanctoniques de taille > à 5 µm a été réalisée 3 fois/semaine dès l'ensemencement des post larves. Les observations des cellules algales ont été effectuées sur cellule de Malassez suivant le schéma d'identification du phyto-plancton utilisé par Della Patrona (2001).

Les trois granulés utilisés type VL à 30% de protéines, VH à 40% de protéines et VHS à 55% de protéines ont été fournis par un provendier local (Moulins de Saint Vincent). (Tableau 1)

Composition	Aliment 30%	Aliment 40%	Aliment 55%
Humidité	11,24%	9,92%	9,51%
Cendres brutes	10,31%	11,04%	11,21%
Matières azotées totales	32,01%	39,28%	51,45%
Matière grasse	7,70%	7,17%	6,00%
Cellulose brute	3,56%	4,74%	
Chlorures	1,40%	1,65%	
Calcium	1,88%	2,00%	
Phosphore	1,12%	1,20%	
Amidon	26,28%	16,96%	

Lors de la pêche finale, 150 animaux ont été pesés individuellement. La survie, le poids final, la croissance après 1 g et la densité finale ont ainsi pu être déterminés.

Le taux de croissance instantanée a été calculé selon la formule employée par Robertson *et al.* (1993) : $Tci = \ln(P_1/P_0)/(t_1-t_0)$ où P₁ est le poids à t₁ (date pêche finale) et où P₀ est le poids à t₀ (date ensemencement).

3 – Résultats

Paramètres physico-chimiques

Les températures moyennes relevées le matin et le soir ont été respectivement de 24,28°C (σ : 2,81) et 26,28°C (σ : 3,06). La salinité moyenne a été de 34,2 ‰.

Les valeurs d'oxygène matinales relevées sur les bassins fertilisés sont significativement plus basses (p<0,001) que celles qui ont été enregistrées sur les bassins non fertilisés. Les valeurs vespérales sont significativement (p<0,001) plus fortes sur les bassins fertilisés. Le nourrissage avec des aliments présentant des taux de protéines différents (30%, 40% et 55%) n'entraîne pas de différences significatives dans les concentrations d'oxygène dissous du matin ou du soir (p>>0,05).

Les différents traitements n'ont eu aucune incidence sur la turbidité (p>0,05).

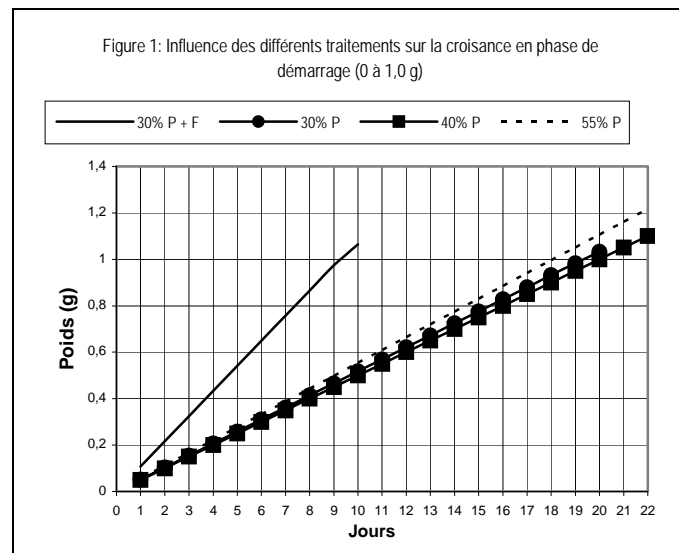
Les valeurs du pH relevées dans les bassins fertilisés sont significativement (P<0,001) plus fortes que celles notées dans les bassins non fertilisés. Le nourrissage avec des aliments présentant des taux de protéines différents (30%, 40% et 55%) n'entraîne pas de différences significatives dans les concentrations des valeurs de pH du matin.

Résultats zootechniques

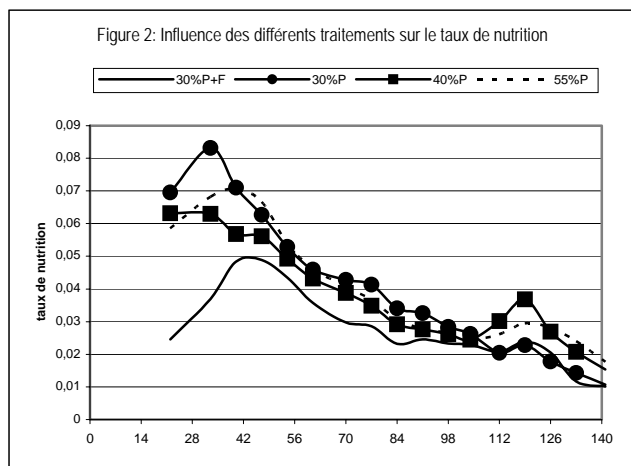
Les animaux recevant du granulé à 55% de protéines (55%P) grandissent nettement plus vite que ceux qui ont reçu de l'aliment 30% protéines (30%P) et 40% protéines (40%P). La croissance obtenue sur les bassins fertilisés ayant reçu l'aliment avec le taux de protéines de 30% (30%P + F) est similaire à celle du traitement 55%P. Les meilleures survies, calibres et rendements sont obtenus pour les traitements 30%P+F et 55%P. (tableau 2).

Traitement	Densité (Nb/bassin)	Survie	D.finale (Nb/m ²)	Poids final	Taux Crois. Instant.	Biomasse (g/m ²)	I.C	Rend. (Kg/1000 pL)
30% P + F	30600	41,3%	7,0	24,7 g	4,55%	155	2,72	9,2
30% P + F	31320	44,6%	7,8	26,8 g	4,61%	202	2,41	11,5
30% P	25500	46,3%	7,8	20,5 g	4,42%	156	2,59	9,2
30% P	25650	39,4%	6,7	21,1 g	4,44%	132	2,98	7,8
40% P	27263	35,2%	7,0	20,1 g	4,41%	140	3,44	7,0
40% P	30248	28,4%	5,7	20,4 g	4,42%	114	4,35	5,7
40% P	28710	21,6%	4,3	20,2 g	4,41%	85	4,92	4,3
55% P	28855	43,1%	8,6	22,6 g	4,49%	193	2,87	9,6
55% P	27720	47,3%	9,3	22,8 g	4,50%	213	2,60	10,7
55% P	29850	35,1%	7,0	22,7 g	4,49%	157	3,14	7,9

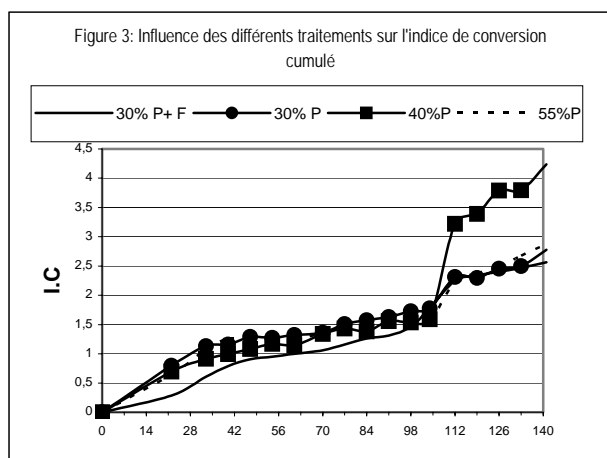
On observe une grande différence entre traitement non fertilisé et non fertilisé au cours de la phase initiale 0 à 1g, période où l'animal multiplie son poids par 500 (Figure 1).



Les Taux de Nutrition (TN) moyens [(aliment t₀-t₁)/(biomasse t₁-biomasse t₀)] pratiqués dans les bassins 30%P + F sont significativement (p<0,001) plus bas que ceux obtenus avec les autres aliments 30%P, 40%P et 55%P. Ils conduisent paradoxalement à des vitesses de croissances plus élevées (Figure 2)



De J₄₀ à J₁₁₀ les TN enregistrés sur les bassins 30%P, 40%P et 55%P demeurent très similaires. A partir de la période (J₁₀₀) où la température de l'eau demeure <22°C, les taux de consommation des bassins nourris sur 30%P diminuent nettement par rapport aux bassins alimentés sur 40%P et 55%P. Cette baisse de consommation entraîne un fléchissement de la croissance dans les bassins à 30%P en comparaison avec les bassins nourris sur 55%P. En revanche, des TN plus élevés (similaires à ceux pratiqués avec l'aliment 55%) ne conduisent pas à des croissances plus rapides dans les enceintes recevant du granulé à 40%P. L'examen de l'évolution des indices de conversion (Aliment t/Biomasse t) confirme ce résultat. (Figure 3)



Sels nutritifs (Tableau 3)

	30% P + F	30% P	40% P	55% P
Po ₄ ³⁻	0,0282 2 σ : 0,0163	0,01762 σ : 0,0870	0,01322 σ : 0,0058	0,02910 σ : 0,00792
N-NH _{3,4}	0,108654 σ : 0,10512	0,014711 σ : 0,0200	0,047299 σ : 0,04841	0,097665 σ : 0,104427
N-NO ₃ ⁻	0,01004 σ : 0,007875	0,002258 σ : 0,003182	0,001356 σ : 0,003105	0,001935 σ : 0,00419
N-NO ₂ ⁻	0,0021868 σ : 0,001105	0,000477 σ : 0,000174	0,0006238 σ : 0,000175	0,001228 σ : 0,00027

L'aliment 55%P conduit à des [Po₄³⁻] significativement plus fortes que les aliments 30%P (p=0,011) et 40%P (p<0,001) qui ne sont pas différents entre elles (p=0,1214). Ces valeurs sont similaires à celles obtenues avec le traitement 30%P + F.

L'emploi de l'aliment à 55%P conduit à des concentrations en azote ammoniacal N-NH_{3,4}, deux fois plus fortes que 40%P (p>>0,05) et sept fois plus fortes que 30%P (p>>0,05). Ces concentrations sont identiques à celles notées avec 30%P + F.

L'ajout de granulé 55%P produit des concentrations en azote nitreux N-NO₂⁻, deux fois plus fortes que 40%P et 30%P qui sont similaires entre elles. L'utilisation de 30% + F produit deux fois plus de nitrites que l'aliment 55% P.

Les concentrations en azote nitrique N-NO₃⁻ obtenues dans les bassins nourris sur aliment 55%P, 40%P et 30%P sont similaires (p_{30%-40%}=0,4546 p_{30%-55%}= 0,8203 p_{40%-55%}= 0,6810). La combinaison 30%P + F est 5 fois plus efficace (p_{30%-fert}=0,0020 p_{40%-fert}= 0,0007 p_{55%-fert}= 0,0022) pour enrichir le bassin en nitrates que celle d'un aliment à 55% de protéines.

Evolution des populations phytoplanctoniques

Les concentrations en Microcyanophycées « petites chlorelles » (*Synechococcus spp.* et *Prochlorococcus spp.*) sont deux fois plus fortes dans les bassins nourris sur aliment 55% que sur les granulés 30% et 40%. Les valeurs trouvées sur aliment 30% et 40% sont similaires (tableau 4).

	30% P + F	30% P	40% P	55% P
Microcyanophycées (10 ⁶ .ml ⁻¹)	10,35 σ : 2,02	2,09 σ : 0,21	1,86 σ : 0,19	3,49 σ : 0,33
Diatomées (Nb.ml ⁻¹)	68827 σ : 8523	10706 σ : 2345	9961 σ : 2654	33020 σ : 6578
Dinoflagellées (Nb.ml ⁻¹)	34781 σ : 13765	12970 σ : 4356	12803 σ : 3421	18627 σ : 6643
Batonnets (Nb.ml ⁻¹)	34782 σ : 4762	6000 σ : 2333	4392 σ : 1232	10353 σ : 3002

Les concentrations en Diatomophycées « diatomées » (Naviculaceae, Nitzchiaceae, Chaetoceraea, Coscinodiscaceae, Rhizoleniaceae, Lithodesmiaceae) sont plus fortes (X 3) (p=0,0116, p=0,0129) dans les bassins nourris sur aliment P55% que sur P30% et P40%. Les valeurs trouvées sur aliment P30% et P40% sont similaires (p=0,8731).

Les concentrations en Microflagellés « dino. » (Gymnodiniaceae, Prorocentrales, Protoperidiniaceae) sont à peine plus fortes (p=0,0741, p=0,0744) dans les bassins nourris sur aliment P55% que sur P30% et P40%. Les valeurs trouvées sur aliment P30% et P40% sont identiques (p=0,9374).

Les concentrations en cyanophycées « bâtonnets » (*Pseudoanabaena spp.* (Stafford, 1999) sont plus fortes dans les bassins nourris sur aliment 55%P que sur les granulés P40% (p=0,0206) et P30% (p=0,0110). Les valeurs obtenues sur ces deux derniers traitements sont proches.

Quel que soit le groupe de micro algues considéré, la combinaison 30% + F conduit aux densités les plus importantes.

4 – Discussion

En bassins de terre à la densité de 15-20/m², la vitesse de croissance de *L.stylosis* est plus forte avec un aliment à 55% de protéines qu'avec un granulé à 30-40%. Ce résultat va dans le sens des travaux de Baillet *et al.* (1997) qui ont démontré, en aquarium et sur de courtes périodes, que la vitesse de croissance de *L.stylosis* à la densité de 40/m² était dépendante du taux de protéines de l'aliment dans la gamme 20 à 60%.

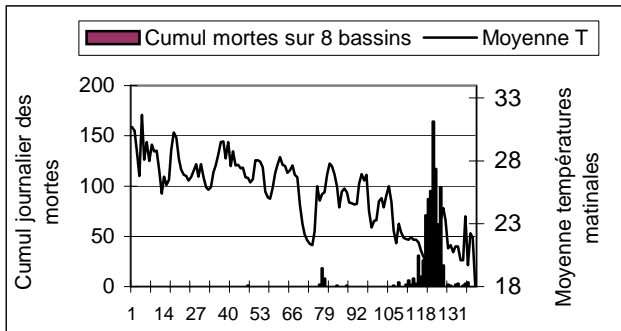
On observe néanmoins, que les gains de poids sont similaires pour les deux formulations à 30% et à 40%. Ce qui rejoint les conclusions de Teichert-Coddington et Rodriguez (1995) et de Garcia-Casa (1990) en bassins de terre semi-intensifs et de Hopkins *et al.*, (1995 et Chamberlain et Hopkins (1994) en élevages intensifs qui ont montré que les espèces *L.stylosis* et *L.vannamei* présentaient les mêmes vitesses de croissance nourries avec un aliment à 20-25% et 35-40% de protéines.

Sur la base de cette expérimentation, on pourrait suggérer de baisser le taux de protéines du granulé commercial de 40% à 30%. L'aliment représentant un des coûts les plus élevés en élevages intensif et semi-intensif (Martinez-Cordova *et al.* 1998), une diminution du taux de protéines qui constitue un des composants les plus onéreux (Akiyama *et al.* 1991) devrait minimiser les pertes.

En conditions expérimentales, il a pu être démontré par Le Moullac *et al.* (1998) qu'un taux de protéines élevé dans l'alimentation présentait un effet immunostimulant. Il a été confirmé que l'hématopoïèse était stimulée par le taux de protéines. La prise en

compte de la relation résistance au syndrome 93-concentration en hémocytes justifiait donc l'utilisation d'un aliment « enrichi » en protéines 55%P vs 40 et 30%.

Dans cette expérimentation, le syndrome 93 s'est signalé par de fortes mortalités lors des variations thermiques en dessous de l'isotherme 22°C (figure 4) conduisant à des taux de survie pour les 10 bassins compris entre 21,6% et 47,3%. Une moyenne de 38,2% est considérée comme « normale » pour des ensemencements de février. Avec des survies moyennes de 41,8%, l'« enrichissement » en protéines n'a pas conduit à des survies significativement meilleures.



L'ajout de granulé 55%P conduit à des concentrations en ortho-phosphates PO_4^{3-} et en azote ammoniacal $N-NH_{3,4}$ plus importantes que celles obtenues sur aliment 30% et 40%. Il est établi que la productivité de la chaîne alimentaire aquatique repose essentiellement sur la présence et la disponibilité de l'azote et du phosphore dans l'eau (Boyd, 1995 ; Boyd et Musig, 1981). Les valeurs obtenues pour le traitement 55%P sont effectivement dans la gamme de celles reconnues comme favorables au développement du phytoplancton d'après Clifford (1997).

Les densités plus fortes en micro cyanophycées, diatomées, battonnets et à un degré moindre dinoflagellées sont étroitement corrélées à des quantités plus élevées de sels nutritifs N et P. Les efflorescences phytoplanctoniques sont toutefois plus importantes dans les bassins fertilisés 30%P+F. Si les concentrations en PO_4^{3-} et $N-NH_{3,4}$, sont identiques pour les traitements 55%P et 30%P + F. Elles sont en revanche plus élevées en azote nitreux $N-NO_2^-$ et surtout en azote nitrique $N-NO_3^-$ dans les bassins fertilisés. Or il a été démontré qu'après épuisement total de l'ammoniac, forme azotée préférentielle du phytoplancton (Syrett, 1981), ce sont les nitrates qui sont assimilés (Mc Carthy, 1981).

5 – Conclusion

Les deux traitements 55%P et 30%P + F permettent d'obtenir les biomasses les plus fortes et les calibres les plus gros. Les 25% de protéines additionnels de l'aliment 55%P vs 30%P semblent donc n'intervenir que comme une « fertilisation » efficace de la production naturelle et non pas directement en tant que source énergétique directe à l'animal. La méthode qui consiste à augmenter la production de crevettes d'un bassin par l'apport de protéines supplémentaires correspondrait donc à un gâchis de protéines par rapport à la méthode de fertilisation de Villalon (1991).

Ces travaux vont dans le même sens que ceux de Martinez-Cordova et al. (2003) qui concluent qu'il faudrait arriver à ajuster le taux de protéines de l'aliment en fonction de l'abondance de la production naturelle utilisable par *L.stylostris*.

Bibliographie

Akiyama D.M., Dominy W.G., Lawrence A.L. 1991. Penaeid shrimp nutrition for the commercial feed industry: review. Proceedings of the aquaculture feed processing and nutrition workshop. American Soybean Association.
 Baillet C., Cuzon G., Cousin M., Kerleguer C. 1997. Effect of dietary protein levels on growth of *P.stylostris* juveniles. Aquaculture nutrition 3: 49-53.

Boyd C.E. 1995. Potential of sodium nitrate to improve environmental conditions in aquaculture ponds. World aquaculture 26:38-40.
 Boyd C.E., Musig Y. 1981. Orthophosphate uptake by phytoplankton and sediment. Aquaculture 22: 165-173.
 Chamberlain G.W., Hopkins J.S. 1994. Reducing water use and feed cost in intensive ponds. J. of World Aquaculture Society 25: 29-32.
 Clifford H.C. 1997. Standard operating manual for managing Supershrimp ponds. Supershrimp S.A. Technical services division. 92p.
 Della Patrona L. 2001. Intérêt de la fertilisation dans les bassins d'élevage de crevettes. Fiche Biotechnique IFREMER.2001-3.
 Fonfreyde C., Capo S., Guillaume M. 2004. La filière crevette en Nouvelle-Calédonie : situation actuelle, développement et besoins de recherche. Styli 2003. Actes du colloque. IFREMER : 13-17.
 Hopkins J.S., Sandifer P.A., Brondy C.L. 1995. Effect of two feed protein levels and feed rate combinations on water quality and production of intensive shrimp ponds operated without water exchange. J. of World Aquaculture Society 26: 93-95.
 Le Moullac G., Saulnier D., Rodriguez J., Bachere E., Barraco M., Cuellar-Anjel., Jiravanichpaisal P. 1998. Establishment of health criteria in reared penaeid shrimp and analysis of immune parameters under stress conditions. Shrimp immunity and disease control. Nov.8-11 - Chiang Mai. Thailand.
 Martinez-Cordova L.R., Pasten-Miranda N., Barraza-Guardado R. 1998. Effect of fertilization on growth, survival, food conversion ratio, and production of pacific white shrimp *Penaeus vannamei* in earthen ponds in Sonora, Mexico. The Progressive Fish Culturist 60: 101-108.
 Martinez-Cordova L.R., Campana-Torres.A, Porchas Cornejo M.A. 2003. Dietary protein level and natural food management in the culture of blue *L.stylostris* and white shrimp *L.vannamei* in microcosms. Aquaculture Nutrition 9(3): 155: 162.
 Robertson L., Lawrence A.L., Castille F.L. 1993. Effect of feeding frequency and feeding time on growth of *P.vannamei*. Aquaculture and Fisheries Management 24:1-6.
 Stafford C. 1999. A guide to Phytoplankton of aquaculture Ponds: collection analysis and identification. DPI Queensland. 60p.
 Teichert-Coddington D.R., Rodriguez R. 1995. Semi intensive grow out of *P.vannamei* fed diets containing differing levels of crude protein during wet and dry season in Honduras. Journal of World Aquaculture Society 26: 72-79.
 Villalon J.R. 1991. Practical manual for semi intensive commercial production of marine shrimp. Institutional Grant.TAMU SG.501.104p.