

## L'influence des régimes à base d'aliments disponibles dans le commerce sur la croissance et la survie de *Holothuria scabra* var. *versicolor* (Conand, 1986), une espèce très prisée sur les marchés

Daniel Azari Beni Giraspy<sup>1</sup> et Grisilda Ivy<sup>1</sup>

### Résumé

L'élevage des holothuries tropicales d'importance commerciale présente un intérêt considérable pour les pays dont les populations de cet animal ont été surexploitées. La production de juvéniles d'holothuries en éclosérie dépend de la disponibilité d'aliments adaptés permettant d'obtenir les meilleurs taux de survie et de promouvoir la croissance somatique. Pourtant, bien que l'espèce *Holothuria scabra* var. *versicolor* (holothurie mouton) fasse l'objet d'une forte demande sur les marchés, l'efficacité relative des divers aliments disponibles dans le commerce à promouvoir la croissance somatique et la survie dans les élevages n'avait jamais été étudiée. Plusieurs expériences ont donc été conduites en éclosérie afin d'évaluer la croissance somatique de juvéniles de *H. scabra* var. *versicolor* récemment fixés et âgés de six semaines.

Dans les premiers temps de l'expérience, des juvéniles de six semaines, et d'une longueur moyenne de 1,7 mm, ont été nourris avec quatre aliments d'origine commerciale : *Algamac 2000*, *Algamac protein plus*, *Spirulina* et *Dunaliella gold*. Les juvéniles étaient nourris une fois par jour, à raison de 3 pour cent de leur masse corporelle initiale. La longueur totale du corps et le taux de survie ont été mesurés à la fin de chaque semaine. Des différences importantes de taux de croissance et de survie ont été constatées pour ces quatre aliments. Utilisé seul, l'*Algamac protein plus* a permis d'obtenir de bons taux de croissance avec les holothuries mouton, mais des taux de croissance et de survie supérieurs ont été enregistrés avec un aliment composé d'un mélange d'*Algamac 2000* et d'*Algamac protein* en proportions égales.

### Introduction

Les holothuries sont exploitées dans le monde entier pour leur tégument (bêche de mer) qui est principalement exporté vers les pays asiatiques. L'augmentation de la demande de bêche de mer sur les marchés de l'Asie a entraîné une forte pression de pêche sur les populations naturelles d'holothuries, qui s'est traduite par une grave surexploitation dans le monde entier (Hamel et al. 2001 ; Conand 2004 ; Lovatelli et al. 2004 ; Uthicke 2004). Ces dernières années ont vu un déclin important des populations naturelles d'holothuries dans presque tous les pays où elles sont pêchées (Conand 2004).

L'appauvrissement des stocks naturels d'espèces à haute valeur commerciale a encouragé la mise en place de programmes d'élevage d'holothuries tropicales (Battaglione et al. 1999 ; Conand 2004 ; Lovatelli et al. 2004 ; Pitt et Duy 2004 ; Giraspy et Ivy 2005 ; Ivy et Giraspy 2006 ; Agudo 2006). L'amélioration des stocks de concombres de mer par lâcher de juvéniles élevés en éclosérie a été suggérée comme solution envisageable pour reconstituer des populations appauvries (YSFRI 1991 ; Yanagisawa 1996 ; Battaglione et Seymour 1998).

Vendue sous l'appellation « golden sandfish » (fig. 1) et censée posséder des propriétés aphrodisiaques et médicinales, l'holothurie tropicale *Holothuria scabra* var. *versicolor* fait l'objet d'un commerce important sur les marchés

asiatiques (Conand 1990, 1997 ; Conand et Byrne 1993). Exploitée depuis longtemps, elle constitue une importante ressource halieutique pour l'Australie et les pays du Pacifique (Conand 1990, 1997, 2004). Le prix de vente de la bêche-de-mer de grande qualité obtenue à partir des holothuries mouton peut dépasser 175 dollars des États-Unis le kilo sur le marché de Singapour.



Figure 1. Trois couleurs différentes de *Holothuria scabra* var. *versicolor* – (Image : D.A.B. Giraspy)

1. Hatchery Manager, Bluefin Sea cucumber Hatchery, Hervey Bay 4655, Queensland, Australie.  
Courriel: beni.giraspy@optusnet.com.au

2. Biology Department, Urangan State High, Hervey Bay 4655, Queensland, Australie. Courriel: ivygrisilda@hotmail.com

Des méthodes rentables de production de masse de *H. scabra* var. *versicolor* ont été mises au point pour la première fois par l'écloserie Bluefin Sea Cucumber Hatchery (Ivy et Giraspy 2006). La réussite, en 2005, de la production de juvéniles de cette espèce a permis à son élevage commercial de se développer en Australie (Ivy et Giraspy 2006).

L'un des facteurs déterminants de la viabilité d'une opération de grossissement d'holothuries en écloserie est l'utilisation d'aliments spécialisés qui promeuvent la croissance somatique et la survie des juvéniles en nourricerie, avant leur lâcher dans des bassins de grossissement ou dans des installations de pacage en mer. L'absence de régime alimentaire spécifique pour les juvéniles de petite taille est l'un des problèmes qui ont entravé la mise en œuvre de cette méthode d'élevage.

Plusieurs études sur la nutrition et les régimes à base d'aliments artificiels ont été réalisées avec des larves et des juvéniles de *Stichopus japonicus*, une espèce qui fréquente les eaux tempérées (Sui et al. 1986 ; Sui 1988, 1989). Quelques études ont également été conduites sur les aliments transformés destinés au grossissement de juvéniles d'autres espèces tropicales d'holothuries (Battaglene et al. 1999 ; Rasolofonirina and Jangoux 2004 ; Purcell 2005 ; Asha et Muthiah 2007), mais aucune étude n'avait encore été effectuée en vue d'identifier les aliments les plus efficaces pour promouvoir le grossissement et la survie des juvéniles de *H. scabra* var. *versicolor*.

Dans le cadre d'une opération commerciale de grossissement de juvéniles d'holothuries de sable visant à les leur faire atteindre la taille à laquelle ils peuvent être lâchés dans des zones de pacage en mer, plusieurs essais de promotion de la croissance ont été réalisés avec des juvéniles fixés. La présente étude s'inscrit dans une série de recherches sur des méthodes de promotion de la croissance somatique et du taux de survie de juvéniles d'holothuries au moyen de régimes alimentaires basés sur des aliments transformés, et sur l'adaptation de ces régimes aux diverses espèces d'holothuries élevés dans l'écloserie. La présente étude a servi à examiner l'effet de quatre aliments proposés dans le commerce sur la croissance et la survie de juvéniles d'holothuries *H. scabra* var. *versicolor*.

## Matériel et méthodes

Les compositions immédiates, c'est-à-dire les teneurs totales en protéines, en lipides et en glucides, de quatre aliments proposés dans le commerce sont présentéee dans le tableau 1.

### Première expérience : Effet du type d'aliment sur la croissance et la survie des juvéniles d'holothuries

Afin de déterminer l'effet des aliments commerciaux sur la survie et la croissance de petits juvéniles, des juvéniles de *H. scabra* var. *versicolor* âgés de 6 semaines, sélectionnés de manière aléatoire, ont été répartis dans 12 bacs en plastique de 44 litres. Afin d'étudier les effets des 4 régimes alimentaires, 720 juvéniles tirés d'un même lot et choisis au hasard ont été répartis en nombres égaux dans les 12 bacs. L'aliment a été ajouté dans les bacs une fois par jour, à raison de 3 % de la masse corporelle initiale des juvéniles, chaque régime étant utilisé dans trois bacs. Au début de l'expérience, la longueur moyenne des juvéniles stockés dans les bacs était de 1,7 mm.

Pour chaque régime testé, un sous-échantillon de 15 juvéniles a été sélectionné. Leur longueur a été mesurée au début et à la fin de chaque semaine pendant toute la durée de l'expérience. La mortalité a également été mesurée pour les quatre régimes à la fin de chaque semaine, et les taux de survie correspondants ont été calculés.

### Deuxième expérience : Effets de la densité de stockage sur la croissance et la survie des juvéniles d'holothuries

Pour déterminer l'effet de la densité de stockage sur la survie et la croissance des juvéniles d'holothuries *H. scabra* var. *versicolor*, des juvéniles âgés de six semaines, sélectionnés au hasard et d'une longueur moyenne de 1,7 mm, ont été stockés à des densités différentes. Trois densités de stockage ont été utilisées : 60, 90 et 120 par bac de 44 litres. Les juvéniles ont été nourris quotidiennement avec un mélange composé de quantités égales d'*Algamac protein plus* et d'*Algamac 2000*, en proportion de 1:1 à raison de 3 pour cent de leur masse corporelle initiale. Ce régime a été utilisé sur trois bacs différents pour chaque densité,

Tableau 1. Composition des aliments proposés dans le commerce.

Aliment	Ingrédients	Composition (%)				
		Protéines	Lipides	Glucides	Minéraux (cendre)	Humidité
Algamac 2000	Cellules d'algues Schizochytrium séchées par atomisation	39,0	32,0	13,0	12,0	3,0
Algamac Protein plus	Cellules d'algues, de moisissures et de levure produites par des méthodes hétérotrophiques et phototrophiques	42,9	21,0	-	12,4	6,0
<i>Spirulina</i> (poudre)	Algues bleu-vert hautement nutritives	57,0	8,0	24,0	6,2	2,1
<i>Dunaliella</i> gold	Microalgues marines à parois cellulaires molles riches en éléments nutritifs	7,4	7,0	29,7	49,0	3,0

et le taux d'alimentation a été maintenu pendant toute la durée de l'expérience.

### Conditions d'élevage des juvéniles.

Les conditions d'élevage des juvéniles ont été les mêmes dans tous les bacs d'essai et n'ont fait l'objet d'aucune régulation artificielle. L'eau de mer utilisée était filtrée à un micron et stérilisée aux UV. L'eau était renouvelée à 50 % chaque jour, et les bacs nettoyés toutes les semaines en dérangeant les animaux le moins possible. L'eau était aérée en permanence, avec un niveau d'oxygène supérieur à 5,5 mg L<sup>-1</sup>. La plage de températures se situait entre 24° C et 27° C, et la salinité variait entre 34 et 35,5 ppm. La valeur du pH est restée constante pendant toute la durée de l'expérience et la photopériode maintenue à 14 heures de lumière et 10 heures d'obscurité.

## Résultats

### Croissance des juvéniles

Au début de l'expérience, il n'y avait aucune différence de longueur entre les juvéniles nourris avec les 4 régimes alimentaires (tableau 2). Cependant, les différents régimes alimentaires avaient induit des différences significatives à la fin de l'expérience (figures 2 et 3). Les taux de mortalité ont été élevés pendant les trois premières semaines dans les quatre groupes.

Parmi les juvéniles nourris avec un seul aliment, les taux de croissance les plus élevés ont été obtenus dans les bacs nourris avec l'*Algamac protein plus*, les animaux atteignant une longueur moyenne de 46,8 mm ± 3,6 mm (fig. 2). Les juvéniles nourris avec de l'*Algamac 2000* et du *Dunaliella gold* ont respectivement atteint 34,7 ± 2,6 et 33 ± 4,1 mm. Les juvéniles nourris avec de la *Spirulina* ont atteint une longueur moyenne de 18,6 ± 2,9 mm (tableau 2).

Les taux de croissance journaliers des holothuries ont varié selon les régimes alimentaires, dans l'ordre décroissant suivant : *Algamac protein plus* > *Algamac 2000* > *Dunaliella gold* > Poudre de *Spirulina*. Avec l'*Algamac protein plus*, le taux de croissance des juvéniles était de 0,65 mm jour<sup>-1</sup>, alors qu'il n'était que de 0,24 mm jour<sup>-1</sup> avec la poudre de *Spirulina*.

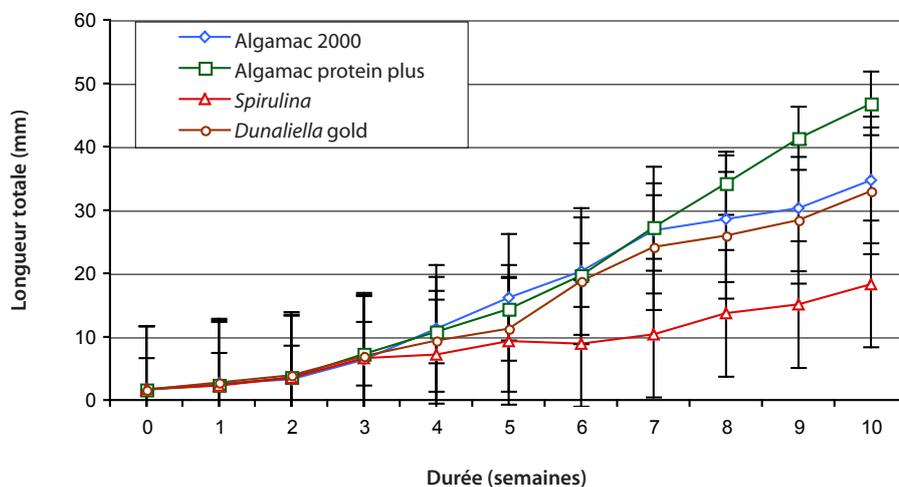
### Densité de stockage

L'effet de la densité de stockage sur la croissance et la survie des juvéniles d'holothuries versicolores a été particulièrement marqué lors de cette étude. Les juvéniles stockés à une densité plus faible ont en effet atteint une longueur de 41,7 mm ± 4.2 mm en deux mois.

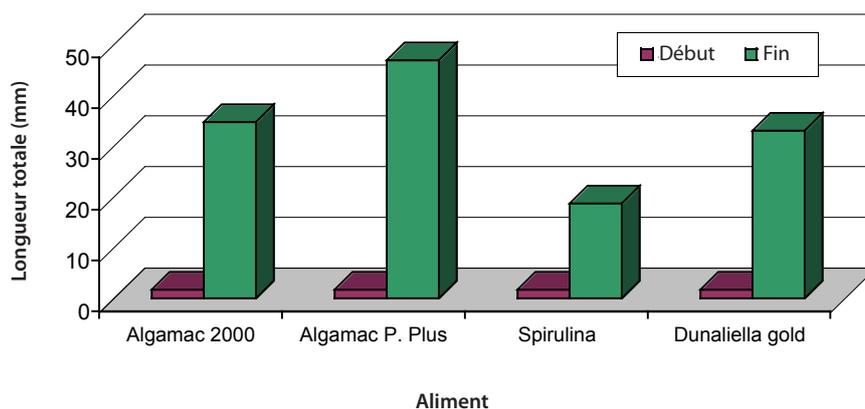
Cette longueur est supérieure de 12,6 mm à celle des juvéniles stockés à densité moyenne, et de 23,1 mm à celle des juvéniles stockés à densité plus élevée pendant huit semaines (fig. 4). La croissance journalière des juvéniles stockés à faible densité était de 0,71 mm jour<sup>-1</sup>, alors que celle des juvéniles stockés à moyenne et fortes densités était respectivement de 0,49 mm and 0,30 mm (fig. 5).

**Tableau 2.** *H. scabra* var. *versicolor* - Données initiales et finales de croissance de petits juvéniles nourris avec quatre aliments commerciaux différents

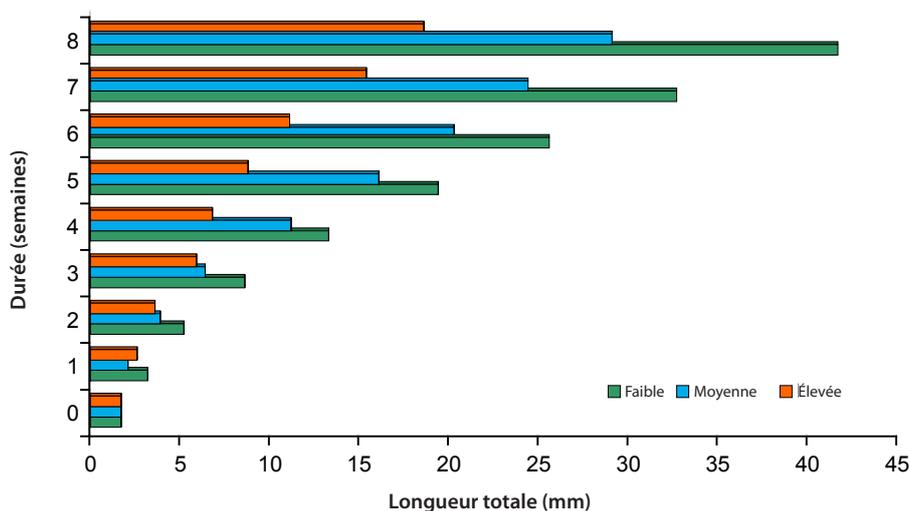
Aliment	Nbre de répliques	Longueur totale	
		Début (± é.t.)	Fin (± é.t.)
Algamac 2000	3	1,7 ± 0,4	34,7 ± 2,6
Algamac protein plus	3	1,7 ± 0,3	46,8 ± 3,6
<i>Spirulina</i> powder	3	1,7 ± 0,3	18,3 ± 2,9
<i>Dunaliella gold</i>	3	1,7 ± 0,4	33,0 ± 4,1



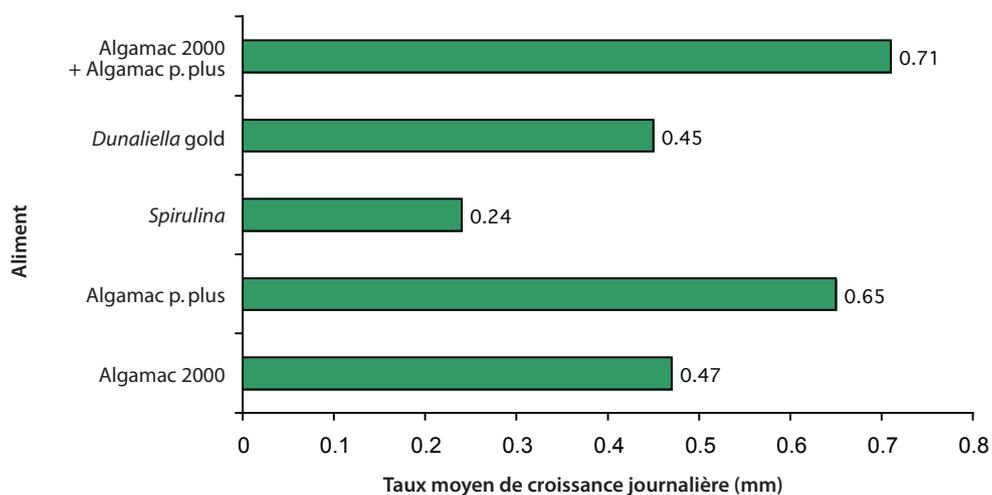
**Figure 2.** Croissance moyenne de juvéniles de *H. scabra* var. *versicolor* nourris avec des aliments commerciaux.



**Figure 3.** Longueurs de juvéniles *H. scabra* var. *versicolor* nourris avec quatre aliments commerciaux différents, au début et à la fin de l'expérience.



**Figure 4.** Croissance moyenne de juvéniles *H. scabra* var. *versicolor* à trois densités de stockage différentes.



**Figure 5.** Taux moyen de croissance journalière de juvéniles *H. scabra* var. *versicolor* pour cinq régimes alimentaires différents.

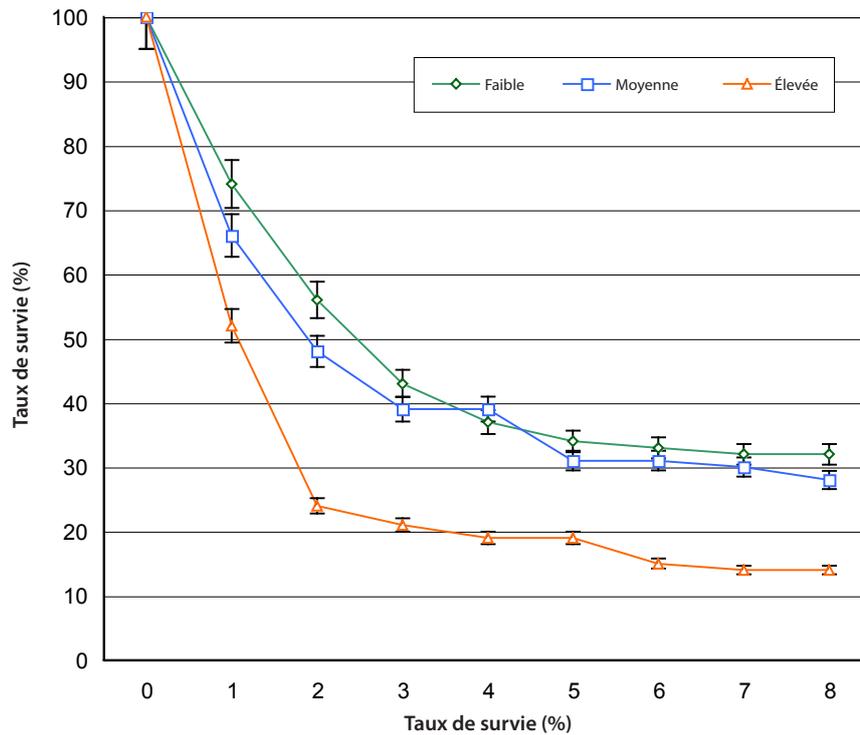


Figure 6. Taux de survie (en %) de juvéniles *H. scabra* var. *versicolor* pour trois densités de stockage différentes : faible, moyenne et élevée.

Le taux de survie moyen des juvéniles d'holothuries *H. scabra* var. *versicolor* a varié considérablement en fonction des densités de stockage (faible, moyenne et élevée) (fig. 6). À la fin de la période expérimentale, ces taux étaient de 32 % à faible densité, 28 % à densité moyenne, et 18 % à densité élevée. Plus de 50 % de la mortalité s'est produite pendant les trois premières semaines de la période expérimentale. Des différences au niveau de la croissance ont été constatées entre tous les juvéniles, quels que soient la densité et le type d'aliment (fig. 7).

### Discussion

L'élevage des petits juvéniles revêt une importance capitale pour les écloseries commerciales où l'on élève des holothuries, en raison de la vulnérabilité des juvéniles (Ramofafia et al. 1997; Battaglione et al. 1999). Les aliments proposés dans le commerce utilisés pour la présente étude ont permis de prouver que certains aliments à base de microalgues sont efficaces pour promouvoir les taux de croissance et de survie des holothuries versicolores (*H. scabra* var. *versicolor*) au stade de la nourricerie. Les aliments transformés testés lors de l'étude ont été sélectionnés en fonction de leur adaptation à l'élevage en nourricerie et de leur disponibilité dans le commerce. Précédemment utilisés en écloserie, ces aliments avaient permis d'obtenir de meilleurs taux de grossissement et de survie (Giraspy and Ivy 2005; Ivy and Giraspy 2006).

La taille est un important facteur de survie lorsque des juvéniles sont transférés entre différentes installations d'élevage, et le taux de survie des plus gros ju-



Figure 7. Différences de croissance observées chez les juvéniles *H. scabra* var. *versicolor*.

véniles est relativement plus élevé que celui des plus petits (Battaglione et al 1999; Purcell 2005). Dans tous les groupes de l'étude, le taux de mortalité a été plus élevé pendant les trois premières semaines de l'étude

que pendant les semaines suivantes. Ce taux plus élevé au début de la période expérimentale est peut-être imputable à la taille, plus petite, des juvéniles sélectionnés (1,7 mm). Le taux de survie de *Stichopus japonicus*, stocké à une taille moyenne de 4 mm, a dépassé 60 % pendant plus de 30 jours (Ito 1995). Battaglène et al. (1999) ont constaté que les taux de mortalité des juvéniles de *H. scabra* d'une longueur moyenne de 1,5 mm étaient plus élevés pendant les deux premières semaines de leur étude.

Les algues en poudre sont utilisées comme aliment pour la production en éclosérie de juvéniles d'holothuries en Chine, au Japon et en Inde depuis la fin des années 80 (Sui 1988; James et al. 1994 ; Battaglène et al. 1999). Battaglène et al. (1999) ont constaté que les juvéniles de *H. scabra* nourris avec du Livic atteignaient des longueurs nettement supérieures à celle des juvéniles nourris à l'Algamac, au bout de quatre semaines. Ils n'ont cependant pas constaté de différence notable au niveau des taux de survie, de la croissance ou du poids à la fin de leur étude. Chez la plupart des holothuries dépositivores, la cellulose est peu active dans l'intestin et il semblait qu'elles n'assimilent pas les microalgues qui n'ont pas été décomposées par les bactéries et les moisissures (Yingst 1976).

La présente étude révèle clairement des taux de croissance différents dans les groupes de juvéniles. Battaglène et al. (1999) ont suggéré qu'un ajout d'algues en poudre aurait des effets bénéfiques pour le stockage à haute densité. Les taux de survie de *Stichopus japonicus* récemment fixés sont liés à la densité de stockage et à la disponibilité d'aliment (Ito 1995 ; Hatanaka 1996 ; Yanagisawa 1996 ; Ito et Kitamura 1997). Pour James et al. (1994), il serait possible d'améliorer le taux de survie de *H. scabra* récemment fixés en éliminant les organismes concurrents par filtration et en dispensant l'aliment sur des plaques de conditionnement.

Le pourcentage moyen de survie des juvéniles de *H. scabra* a varié considérablement en fonction des différences de densité. Le taux de survie s'est par ailleurs amélioré à mesure que les juvéniles devenaient plus âgés et plus longs. L'holothurie *S. japonicus* a atteint une longueur moyenne de 4,7 à 27 mm au bout de trois mois, selon la densité de stockage initiale et les conditions d'élevage, pour une longueur moyenne globale de 11 mm (Ito 1995). Les juvéniles de *H. scabra versicolor* qui ont fait l'objet de la présente étude ont grandi plus vite que les juvéniles de *S. japonicus*, atteignant une longueur moyenne de 46,8 mm en 70 jours (tableau 2). Leur croissance est notablement plus rapide lorsque leur densité de stockage est faible que lorsqu'elle est élevée (Battaglène et al. 1999). Des taux de survie plus élevés (61,1 à 72,8 %) ont également été enregistrés pour des *S. japonicus* de longueur moyenne de 4,3 à 4,7 mm sur une période de 30 jours. (Ito 1995). Battaglène et al. (1999) ont également constaté que les juvéniles stockés à une longueur de 20 à 31 mm grandissaient de 0,2 à 0,8 mm par jour, la croissance moyenne étant de 0,8 mm par jour. Muliani (1993) a enregistré des taux de croissance de 0,4 g par jour avec des juvéniles de *H. scabra* plus grands, pour des densités de stockage en enclos initiales de 134 à 186 g m<sup>-2</sup>, sans ajout d'aliment.

## Conclusion

La présente étude a permis de comparer, pour la première fois, l'efficacité d'aliments disponibles dans le commerce sur la promotion des taux de croissance et de survie en vue de leur utilisation à grande échelle dans l'éclosérie. Les résultats de l'étude valident l'utilisation d'aliments commerciaux adaptés pour nourrir des juvéniles de *H. scabra* var. *versicolor* au stade de la nourricerie. La croissance des juvéniles nourris avec un mélange d'Algamac 2000 et d'Algamac protein plus s'est avérée supérieure à celle des animaux nourris avec un aliment unique, ce qui suggère que cette formulation serait préférable pour l'élevage intensif de juvéniles de *H. scabra* var. *versicolor* en nourricerie. L'utilisation d'aliment disponible dans le commerce, soit comme régime exclusif, soit comme composant d'un régime comprenant également des algues ou de l'extrait d'algues, devrait être envisagée, tant comme moyen de réduire les coûts de production commerciale, que d'améliorer les taux de survie et de croissance des juvéniles d'holothuries.

## Remerciements

La présente étude s'inscrit dans le programme permanent de recherche et développement de la société *Bluefin Sea Cucumber Hatchery*. Nous remercions les responsables de cette société du soutien et des encouragements qu'ils nous ont prodigués pendant la conduite de l'étude. Nous tenons à remercier le professeur Conand de ses excellentes suggestions scientifiques et de son aide au moment de la rédaction de cet article.

## Bibliographie

- Agudo N. 2006. Sandfish hatchery techniques. Australian Centre for International Agricultural Research, Secretariat of the Pacific Community and the WorldFish Center, Noumea. 44 p.
- Asha P.S. and Muthiah P. 2007 Growth of the hatchery-produced juveniles of commercial sea cucumber *Holothuria* (Theelothuria) *spinifera* Theel. *Aquaculture Research* 38:1082-1087.
- Battaglène S.C. and Seymour E.J. 1998. Detachment and grading of the tropical sea cucumber sandfish, *Holothuria scabra*, juveniles from settlement substrates. *Aquaculture* 159:263-274.
- Battaglène S.C., Seymour J.E. and Ramofafia C. 1999 Survival and growth of cultured sea cucumbers, *Holothuria scabra*. *Aquaculture* 78:293-322.
- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific island countries. Part 2. Holothurians, FAO Fisheries Technical Paper. Food and Agriculture Organization, United Nations. 143 p.
- Conand C. 1997. Are holothurian fisheries for export sustainable? p. 2021-2026. In: Lessios H.A. and Macintyre I.G. (eds). Proceedings of the 8th International Coral Reef Congress, June 24-29 1996, Panama, Vol. 2. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa.
- Conand C. 2004. Present status of world sea cucumber resources and utilization: an international overview. p. 13-23. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell

- S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO, Rome.
- Conand C. and Byrne M. 1993. A review of recent developments in the world sea cucumber fisheries. *Marine Fisheries Review* 55:1–13.
- Giraspy D.A. and Ivy G. 2005. Le projet commercial d'élevage et de mariculture d'holothuries à Hervey Bay, au Queensland: une première pour l'Australie. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 21:29–31.
- Hamel J.F., Conand C., Pawson D.L. and Mercier A. (2001). The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata): Its biology and exploitation as Bêche-de-Mer. *Advances in Marine Biology* 41:129–223.
- Hatanaka H., 1996. Density effects on growth of artificially propagated sea cucumber, *Stichopus japonicus* juveniles. *Suisanzoshoku* 44:141–146.
- Ito S. 1995. Studies on the technical development of the mass production for sea cucumber juvenile, *Stichopus japonicus*, Hatchery Manual. Saga Prefectural Sea Farming Center. 87 p.
- Ito S. and Kitamura H. 1997. Induction of larval metamorphosis in the sea cucumber *Stichopus japonicus* by periphitic diatoms. *Hydrobiologia* 358:281–284.
- Ivy G. and Giraspy D.A. 2006. Dans le Queensland (Australie), élaboration de techniques de production en écloserie à grande échelle de *Holothuria scabra* var. *versicolor* (Conand, 1986), espèce très prisée sur les marchés. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 24:28–34.
- James D.B., Gandhi A.D., Palaniswamy N. and Rodrigo J.X. 1994. Hatchery techniques and culture of the sea-cucumber *Holothuria scabra*. *Bulletin of the Central Marine Fisheries Research Institute* 57:1–47.
- Muliani 1993. Effect of different supplemental feeds and stocking densities on the growth rate and survival of sea cucumber, *Holothuria scabra* in Tallo river mouth, South Sulawesi. *Journal Penelitian Budidaya Pantai* 9:15–22.
- Pitt R. and Duy N.D.Q. 2004. Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Viet Nam. p. 333–346. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO Fisheries Technical Paper No. 463.
- Purcell S. 2005. Mise au point de techniques de repeuplement des stocks d'holothuries: nouvelles du projet Worldfish Center-CPS en Nouvelle-Calédonie. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 22:30–33.
- Ramofafia C., Foyle T.P. and Bell J.D. 1997. Growth of juvenile *Actinopyga mauritiana* (Holothuroidea) in captivity. *Aquaculture* 152:119–128.
- Rasolofonirina R. and Jangoux M. 2004. Sea cucumber fishery and mariculture in Madagascar. A case study of Toliara, south-west of Madagascar. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO Fisheries Technical Paper No. 463.
- Sui X. 1988. Culture and enhance of sea cucumber. Agriculture press, Beijing, China. p. 54–55.
- Sui X. 1989. The main factors influencing the larval development and survival rate of the sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Oceanologia et Limnologia Sinica* 20:314–321 (in Chinese with English abstract).
- Sui X., Hu Q., Chen Y. 1986. A study on technology for rearing of postlarvae and juvenile of sea cucumber *Apostichopus japonicus* in high density tanks. *Oceanologia et Limnologia Sinica* 17:513–520 (in Chinese, with English abstract).
- Uthicke S. 2004. Overfishing of holothurians: lessons from the Great Barrier Reef. p. 163–171. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO Fisheries Technical Paper No. 463.
- Yanagisawa T. 1996. Sea-cucumber ranching in Japan and some suggestions for the South Pacific. p. 387–411. In: Koloa T. and Udagawa K. (eds). *Present and future of aquaculture research and development in the Pacific Island countries*. Proceedings of the International Workshop, 20–24 November 1995, Tonga. Japan International Cooperation Agency.
- Yingst J.Y. 1976. The utilization of organic matter in shallow marine sediments by an epibenthic deposit feeding holothurian. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 23:55–69.
- YSFRI. 1991. Training manual on breeding and culture of scallop and sea cucumber in China. Training Manual 9, Regional Sea farming Development and Demonstration Project. Yellow Sea Fisheries Research Institute in Qingdao, China. p. 47–79.