

Élevage en cages d'holothuries *Apostichopus japonicus* transférées en Chine méridionale (archipel de Shengsi)

Kun Xing,^{1,2,3} Shilin Liu,¹ Hongsheng Yang,^{1,*} Mingzhu Zhang¹ et Yi Zhou¹

Résumé

Des holothuries *Apostichopus japonicus* de trois gammes de tailles ont été mises en élevage dans des cages servant à l'aquaculture des ormeaux. Leur taux de survie et de croissance a été mesuré une à deux fois par mois entre décembre 2007 et mai 2008, et leur régime alimentaire s'est composé d'algues fermentées. Le taux de survie des holothuries s'est révélé élevé ($\geq 83\%$) dans les quatre sites étudiés. On a observé un ralentissement de la croissance des individus de grande taille (poids vif moyen d'environ 70 g) dès que la densité d'élevage atteignait environ cinq individus par compartiment. Une corrélation négative a été établie entre les taux de croissance et les densités d'élevage. Ainsi, les taux de croissance des grands juvéniles stockés à de fortes densités étaient identiques à ceux des juvéniles de taille moyenne (poids vif moyen d'environ 30 g) et des petits juvéniles (poids vif moyen de 50 g) sans retard de croissance causé par une forte densité de stockage. Les juvéniles des trois classes de tailles ont enregistré une croissance progressive, sauf après le mois d'avril où les températures de l'eau de mer ont grimpé. L'utilisation de cages pensées pour l'aquaculture d'ormeaux donne de bons résultats avec des spécimens *A. japonicus*, d'une masse corporelle de 40 g, stockés à des densités de 3 à 5 individus par compartiment. Le transfert des cages vers des sites situés plus au sud (où les eaux sont plus chaudes) devrait permettre d'allonger la période de croissance des holothuries et d'obtenir des individus commercialisables en une année. À la pointe nord de la mer de Chine orientale, les populations indigènes de *A. japonicus* enregistrent un faible taux de croissance en hiver. L'archipel de Shengsi (Chine méridionale) a été choisi pour la réalisation d'essais de grossissement sur le terrain en vue de développer l'élevage de l'espèce.

Introduction

En termes de valeur économique et d'exploitation commerciale, les holothuries, notamment l'espèce *Apostichopus japonicus*, figurent parmi les organismes vivants les plus importants de Chine. Les holothuries doivent ce statut à la très grande qualité de leur chair et à l'efficacité des techniques employées dans les écloséries commerciales (Liao 1997). Les techniques d'élevage permettent aujourd'hui de produire un très grand nombre de juvéniles (Sui 1988 ; Ito 1995), ce qui laisse entrevoir de belles perspectives pour les programmes de réensemencement, d'amélioration des stocks et d'aquaculture marine.

L'espèce *A. japonicus* est présente en Russie, en Chine septentrionale, au Japon, en Corée du Nord et en Corée du Sud (Sloan 1984). L'aquaculture marine des holothuries a vu le jour au Japon à la fin des années 30. Elle a été introduite en Chine en 1980 par l'Institut de recherche halieutique de la mer Jaune (Sui 1988), et, plus récemment, en Océanie (Battaglene et Bell 2004). Ces dernières années ont vu l'arrivée d'une multitude de techniques d'holothuriculture, avec notamment l'utilisation de bassins crevetticoles, de bassins au large et de batardeaux alimentés en eau de mer par gravité (Chen 2003). Actuellement, l'espèce *A. japonicus* est le plus souvent mise en élevage dans le nord de la Chine, dans des zones côtières d'une profondeur inférieure à 15 mètres.

Le problème fréquent de pollution des eaux côtières limite le nombre de sites adaptés à l'holothuriculture. L'installation de fermes dans des eaux plus profondes et dans le sud de la Chine permettrait de placer les holothuries dans un milieu plus favorable et de réduire le stress qu'elles subissent dans les fermes côtières.

Le choix de sites en Chine méridionale pour l'élevage de juvéniles produits en éclosérie permettrait de réduire le temps de grossissement avant commercialisation. Xiao et Gu (1981) ont transféré des holothuries adultes et juvéniles à Xiamen, en Chine méridionale, dans le cadre d'essais d'élevage et de reproduction. Sun et al. (2006) ont également transféré des juvéniles sur l'île de Nanji (27° 27' N, 121° 05' E), dans le sud de la Chine, et leurs résultats indiquent un bon taux de croissance. Les juvéniles d'holothuries ont été obtenus par reproduction induite et leur comportement observé était normal. Leur état de santé et leur taux de survie étaient très bons, même après leur période d'estivation, qui s'est étalée sur 160 jours entre début juin et la mi-novembre.

Dans le nord de la Chine, les températures de l'eau de mer chutent sous la barre des 5 °C pendant la période hivernale, ce qui inhibe la croissance des holothuries, et compromet par là même tant leur croissance générale que leur survie. La perspective d'installer des fermes en Chine méridionale, où les eaux sont plus chaudes, pour le grossissement en cages des holothuries permettrait

¹ Institut d'océanologie, Académie chinoise des sciences, 7 route de Nanhai, Qingdao, Shandong 266071, Chine.

² École des hautes études, Académie chinoise des sciences, Beijing, Chine.

³ Université d'océanographie de Dalian, Chine.

* Auteur correspondant : H. Yang. Tél. / fax : +86 532 82898582. Courriel : hshyang@ms.qdio.ac.cn

de multiplier le nombre de sites d'élevage et de réduire la durée du grossissement avant la récolte. Cela permettrait de poursuivre l'élevage pendant la période hivernale.

L'archipel de Shengsi (30° 72' N, 122° 45' E), situé en Chine méridionale, comprend quelque 200 îles où l'aquaculture marine est pratiquée de longue date. Toutefois, les substrats nécessaires à l'holothuriculture, composés de débris et de roches, sont rares dans ces îles dominées par des fonds sablonneux et vaseux, dont la profondeur oscille entre 5 et 20 mètres. Il est possible de simuler artificiellement l'habitat de prédilection des holothuries en rajoutant des substrats durs, mais cette opération est coûteuse. Par ailleurs, plus la profondeur est élevée, moins la lumière pénètre dans l'eau, ce qui limite la croissance des algues qui tapissent les substrats et nourrissent les animaux d'élevage. D'un autre côté, le recours à des paniers suspendus en nylon, pensés pour l'élevage des coquilles Saint-Jacques, est une cause habituelle d'ulcères et de mortalité chez les holothuries. En revanche, les cages à ormeaux, suspendues à des radeaux utilisés dans les installations aquacoles, sont faciles d'accès.

On ne peut que constater l'intérêt croissant que suscite la possibilité de combiner l'élevage de coquilles Saint-Jacques et d'holothuries détritivores, qui consommeraient les sédiments des cages ou des paniers utilisés pour le grossissement des coquilles et réduiraient ainsi les effets négatifs de cette filière aquacole sur l'environnement benthique, voire constitueraient un produit accessoire à valoriser. D'après les résultats d'une étude réalisée en Chine septentrionale (Zhou et al. 2006), lorsqu'elle est introduite dans un système d'aquaculture intégrée, *A. japonicus* affiche une bonne croissance et réduit la quantité de déchets organiques produits dans des filets lanternes accueillant des coquilles Saint-Jacques. Quant à Paltzat et al. (2008), ils ont utilisé des claies ostréicoles, conçues pour retenir les biodépôts et empêcher la fuite des holothuries, pour la production de *Parastichopus californicus* Stimpson.

Les holothuries détritivores ingèrent des sédiments contenant des matières organiques, notamment des bactéries, des protozoaires, des diatomées et des matières rejetées par les plantes et les animaux (Yingst 1976 ; Moriarty 1982 ; Zhang et al. 1995). Depuis quelques années, les fermes holothuricoles implantées en Chine utilisent des algues fermentées, en particulier *Laminaria japonica* Aresch et *Ulva pinnatifida*, pour nourrir les animaux d'élevage (Sui 1988). Les holothuries peuvent alors trouver leur principale source de nutriments organiques dans ces algues fermentées, associées à des déchets, comme la vase, les algues mortes et les excréments mêmes des animaux, qui se fixent sur la structure interne des cages. Les holothuries nourries à l'aide d'algues fermentées ou d'un régime mixte affichent un bon taux de croissance, ce qui indique que ce type d'alimentation pourrait très bien leur convenir (Yuan et al. 2006).

En polyculture, les holothuries juvéniles ne contribueront à l'économie locale que si elles survivent suffisamment



Figure 1. Sites d'élevage d'*Apostichopus japonicus*.
G1, G2 : île de Gouqi (sites 1 et 2) ; H1 : île d'Huaniao ;
SI : île de Shenshan.

longtemps pour atteindre une taille commercialisable. La présente étude porte donc sur la croissance et la survie des holothuries *A. japonicus* après leur transfert dans les îles Shengsi, en Chine méridionale. Les spécimens ont été placés dans des cages à ormeaux et nourris à l'aide d'algues fermentées, afin d'évaluer les possibilités de développement holothuricole dans cette partie de la Chine.

Matériel et méthodes

Spécimens

Les spécimens ont été obtenus à partir de larves produites en mars 2007 dans une éclosure de Yantai, dans la province de Shandong, en Chine septentrionale. Leur taille moyenne de départ était de $40,72 \pm 17,18$ g ($n = 330$). Le poids a été relevé sur les juvéniles étendus tout du long. En l'espace de six heures, les holothuries ont été conditionnées dans des caisses isothermes et transportées par avion jusqu'à la ferme choisie. Avant les essais en mer, tous les spécimens sont d'abord passés par une phase d'acclimatation d'au moins une semaine à terre dans un bassin en béton d'une contenance de 10 m³, exposé à la lumière naturelle et dont le fond a été tapissé de sable composite.

Sites choisis

L'étude s'est déroulée entre décembre 2007 et mai 2008 dans une zone située à l'est des îles Shengsi, dans la province de Zhejiang, dans la mer de Chine orientale. Situés au milieu d'un parc à moules, les sites d'étude avaient une profondeur de 5 à 20 mètres. L'eau était propre, sans signe de pollution apparente. Les mouvements des marées et les courants balayant la zone sont réguliers et peu intenses. Quatre sites ont été choisis pour le grossissement des juvéniles d'holothuries : deux sur l'île de Gouqi (G1 : 122° 38' E, 30° 42' N et

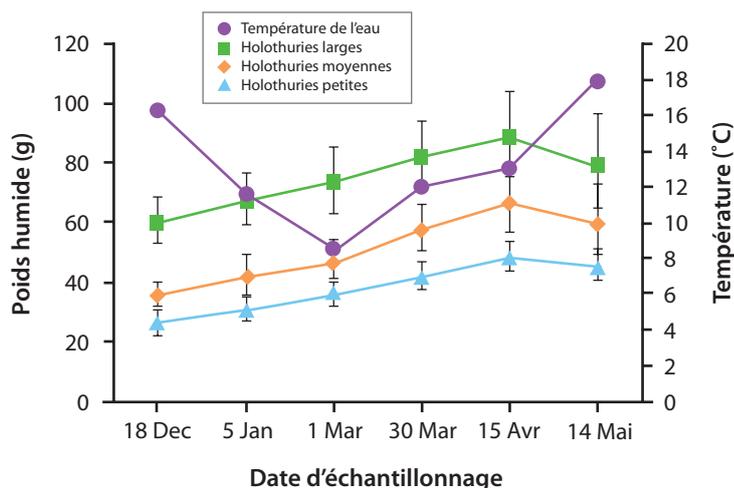


Figure 2. Température de l'eau et croissance moyenne des spécimens *Apostichopus japonicus* de grande, moyenne et petite taille sur le site G1. Les barres verticales représentent l'écart-type (n = 20).

G2 : 122° 50' E, 30° 39' N), un sur l'île de Huaniao (HI : 122° 44' E, 30° 52' N), et un dernier sur l'île de Shenshan (SI : 122° 24' E, 30° 43' N) (figure 1).

Paramètres écologiques

La température de l'eau a fluctué entre 7,5 °C en février 2008 et 17,2 °C en décembre 2007 (figure 2), soit une fourchette comprise dans la gamme des températures optimales pour la croissance de *A. japonicus* (10–17 °C). La transparence de l'eau a été mesurée à environ 2 mètres, avec un bon brassage des eaux et un maintien du taux de saturation en oxygène dissous. Le pH a été mesuré à 7,8–8,2 et la salinité à 30–32 ppm.

Installation aquacole

Les essais ont été menés dans des cages à six compartiments utilisées en halioticulture (0,4 m de long × 0,3 m de large × 0,8 m de haut, 1 250 cm² par compartiment) (figure 3). Dans chacun des compartiments des cages en plastique rigide, six plaques de 10 centimètres de large ont été placées perpendiculairement afin de piéger les sédiments et d'agrandir l'habitat des holothuries. Le bas

est resté libre, pour qu'il n'y ait aucune interférence entre les compartiments. Une trappe a été fixée sur chaque compartiment pour permettre l'accès aux animaux et le nourrissage. Les cages ont été fixées à des filières suspendues à des profondeurs de 3 à 6 mètres et rattachées à un radeau ancré sur des fonds sablonneux.

Dispositif expérimental

Dans chaque site, des holothuries de trois gammes de tailles ont été stockées dans des cages à ormeaux fixes, à une densité de 6 individus par compartiment. Les densités d'élevage étaient les suivantes : 3, 5 et 7 individus par compartiment pour les grands spécimens ; 4, 6 et 8 individus par compartiment pour les spécimens de taille moyenne ; et 6, 8 et 10 individus par compartiment pour les petits spécimens. Les poids

humides (moyenne ± écart-type) relevés à G1 au début de l'expérience étaient respectivement de 60,18 ± 14,74 g, de 35,73 ± 4,90 g et de 26,25 ± 5,43 g pour les grands spécimens (n = 90), les spécimens de taille moyenne (n = 109), et les petits spécimens (n = 131). Leur évolution a été mesurée une à deux fois par mois pendant six mois.

Des algues fermentées (*Laminaria japonica* Aresch et *Undaria pinnatifida*) broyées, d'un poids équivalent au poids humide des holothuries, ont été introduites dans les cages deux fois par semaine. En tout, environ 13 500 kg de juvéniles d'holothuries (poids individuel d'au moins 40 g) ont été chargés dans les quatre sites, le site SI accueillant le plus grand nombre de juvéniles (7 500 kg).

Entretien de la zone d'élevage et mesure de la survie et de la croissance

Le taux de survie et la croissance ont été quantifiés par comptage et pesée des juvéniles présents dans chaque cage et dans l'ensemble des sites expérimentaux. Toutes les holothuries ont été mesurées tous les 15 jours ou tous les mois, puis replacées dans leur compartiment jusqu'à l'échantillonnage suivant. L'indice de survie



Figure 3. Cage utilisée pour le grossissement d'*Apostichopus japonicus* au cours de la présente étude (0,4 m de long × 0,3 m de large × 0,8 m de haut, 1 250 cm² par compartiment) et cage composée de six compartiments. La flèche indique un spécimen d'*A. japonicus* introduit dans une cage à ormeaux.

était la présence ou l'absence des différents spécimens dans leurs cages respectives. Le poids a été relevé sur les spécimens étendus tout du long.

La température, la salinité, le pH et la quantité de biosalissures ont été relevés quotidiennement ou tous les deux à trois jours. Les filières, les bouées et les cages ont été inspectées tous les jours. Les cages à ormeaux ont été nettoyées toutes les semaines pour éliminer les biosalissures.

Le taux de croissance spécifique (TCS) et le taux de croissance (TC) ont été calculés comme suit :

$$TCS (\% d^{-1}) = 100 (\ln W_2 - \ln W_1) T^{-1}$$

$$TC (mg d^{-1}) = 1\ 000 (W_2 - W_1) T^{-1}$$

Si W_1 équivaut au poids humide (g) précédemment mesuré et W_2 correspond au poids humide (g) mesuré pendant l'échantillonnage considéré. La température a été relevée tout au long des essais.

Analyse des données

L'analyse statistique des données a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS 11.0. Une analyse de la variance à deux facteurs (ANOVA) (densité d'élevage – taille) a permis de déterminer les écarts significatifs entre la survie et la croissance des juvéniles de *A. japonicus* élevés dans les différents habitats. Les données présentées correspondent aux moyennes ± écart-type. Nous avons analysé la croissance des holothuries pour trois densités de stockage à G1, et comparé la différence entre le TCS et le TC pour chaque classe de tailles et chaque densité de stockage, dans les quatre sites. Nous avons appliqué le test de Cochran pour déterminer l'homogénéité des variances ; toutes les données ont pu être analysées sans transformation. Nous avons procédé à une analyse de la variance à un facteur, couplée à un test de comparaisons multiples de Duncan, pour tester les différences entre les conditions expérimentales. Les différences entre les données d'échantillonnage ont été jugées significatives ($P < 0,05$).

Résultats

Survie des holothuries

Dans l'ensemble, le taux de survie était élevé dans tous les sites d'étude et pour toute la durée des essais,

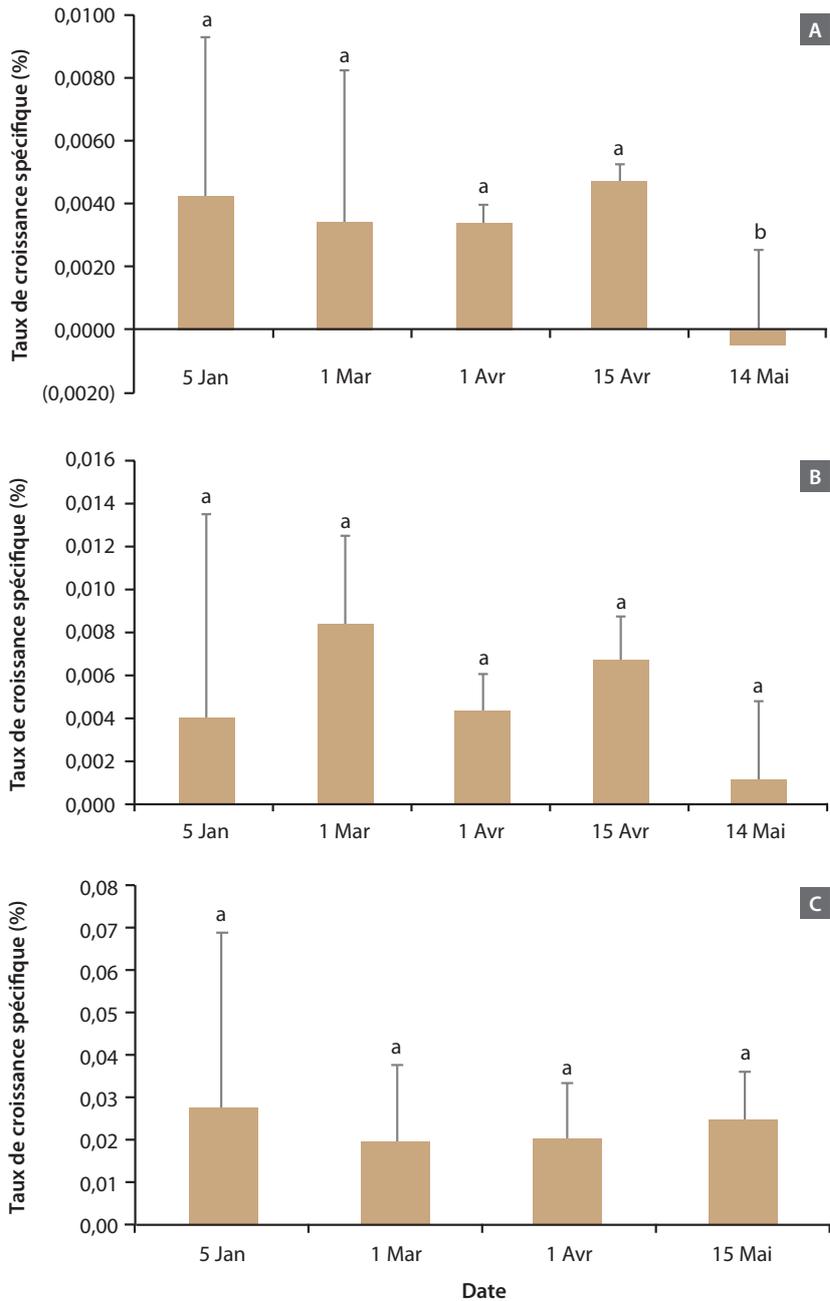


Figure 4.

Taux de croissance spécifiques des individus *A. japonicus* de grande taille (A), de moyenne taille (B) et de petite taille (C) au cours d'un essai de grossissement de six mois, mené à l'est de Shengsi, en Chine méridionale. Les moyennes (lettres) indiquent les différences significatives ($P < 0,05$), tandis que les barres verticales représentent l'écart-type (n = 4 sites).

atteignant jusqu'à 100 % chez les grands juvéniles, 93 % chez les juvéniles de taille moyenne et 83 % chez les petits juvéniles. Une corrélation positive a pu être établie entre la taille et la survie des juvéniles d'holothuries.

Effet de la taille sur le taux de croissance spécifique de *A. japonicus*

Sur le site G1, le poids humide (moyenne ± écart-type) des petits spécimens de *A. japonicus* est passé en six mois de $26,25 \pm 5,43$ g ind.⁻¹ à $45,48 \pm 7,95$ g ind.⁻¹ (figure 2). Quant aux spécimens de tailles moyenne et grande, leur poids est passé respectivement de $35,73 \pm 4,90$ g ind.⁻¹ à

$60,57 \pm 15,29$ g ind.⁻¹, et de $60,18 \pm 14,74$ g ind.⁻¹ à $79,87 \pm 20,81$ g ind.⁻¹.

Quelles que soient la classe de tailles et la période envisagées, le TCS des juvéniles a progressivement grimpé, à l'exception du mois de mai où les grands juvéniles ont enregistré leur plus bas TCS (figure 4A), peut-être en raison du réchauffement des températures. Après analyse de la variance à un facteur, aucune différence significative ($P < 0,05$) n'a pu être établie entre les TCS des spécimens de taille petite et moyenne (figures 4B et 4C).

Effet de la densité d'élevage sur les taux de croissance de *A. japonicus*

Le test de comparaisons multiples de Duncan a montré que le TC mesuré pour les différentes densités d'élevage et périodes expérimentales était variable et densité-dépendant (figure 5). Une corrélation négative a été établie entre le TC et la densité d'élevage ($P < 0,05$). Ainsi, les taux de croissance absolus journaliers calculés pour les grands juvéniles stockés à différentes densités étaient en moyenne de $0,18 \pm 0,10$ g j⁻¹ à une densité de 3 individus par compartiment pour l'ensemble de l'étude, contre $0,13 \pm 0,04$ g j⁻¹ pour une densité de 5 individus par compartiment, et $0,09 \pm 0,06$ g j⁻¹ à une densité de 7 individus par compartiment. Le TC quotidien baisse lorsque la densité d'élevage augmente.

Discussion

Pour les besoins de l'étude, les auteurs ont eu recours à une méthode d'élevage en cages, qui pourrait être appliquée pour l'élevage commercial de *A. japonicus* en Chine méridionale. Les essais d'élevage de *A. japonicus* réalisés jusqu'alors en Chine méridionale étaient essentiellement axés sur la production en écloserie et l'élevage en bassins (Xiao et Gu 1981), et impliquaient de petits échantillons (Sun et al. 2006). Le présent projet d'étude a permis d'installer des holothuries juvéniles de trois classes de tailles dans 900 cages pour un poids total d'environ 13 500 kg, ce qui en fait la plus grande expérience de transplantation d'animaux jamais effectuée dans cette région. Le taux élevé de survie qu'affichent les animaux à toutes les densités d'élevage montre que le transport en masse de petites holothuries est faisable sur le plan logistique.

Concernant l'entretien du matériel aquacole, l'élimination périodique des bioalissures de la surface extérieure des cages à ormeaux permet de maximiser les échanges d'eau et l'apport de sédiments organiques, et donc les taux de croissance et de survie des holothuries d'élevage. Il est important de protéger les habitats et les installations aquacoles des fortes tempêtes.

Le principal facteur inhibitif semble être la température, trop élevée après avril. L'étude a révélé que la gamme de températures optimales pour la croissance des holothuries était de 10 à 17 °C. Le TC a reculé dès que les températures ont dépassé la barre des 17 °C après avril.

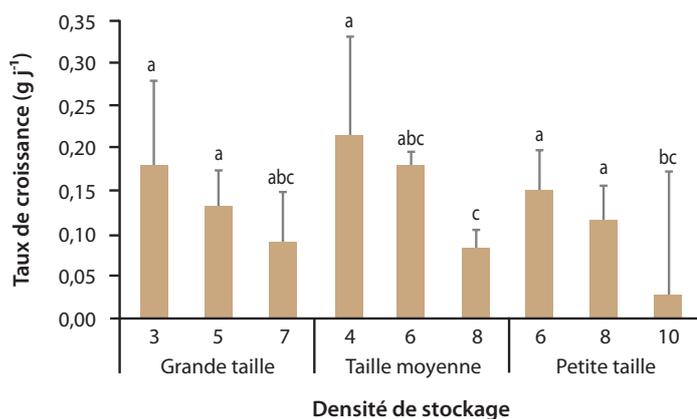


Figure 5. Effet de la densité de stockage sur le taux de croissance d'*Apostichopus japonicus* au cours d'un essai de grossissement de six mois, mené à l'est de Shengsi, dans la province de Zhejiang, en Chine méridionale. Les différentes lettres désignent les différences moyennes significatives ($P < 0,05$), tandis que les barres verticales représentent l'écart-type (n = 4 sites).

Au cours de l'étude, la taille des juvéniles introduits en mer a eu une incidence non négligeable sur leur survie à long terme, mais aucune densité-dépendance n'a été observée pour ce facteur (Purcell et Simutoga 2008). Les spécimens *A. japonicus* ont enregistré un taux de survie élevé, et ce, indépendamment de leur classe de tailles et de la densité d'élevage. D'autres études récentes corroborent ces résultats : taux de survie élevé pour des spécimens *A. japonicus* introduits dans un élevage mixte de bivalves en filets lanternes (Zhou et al. 2006) ; taux de survie élevé pour des spécimens *Australostichopus mollis* placés sous un parc à moules pour toutes les densités de stockage en cages (Slater et Carlton 2007) ; et taux de survie de 100 % pour des spécimens *Parastichopus californicus* élevés dans des claies ostréicoles (Paltzat et al. 2008).

L'espèce *A. japonicus* a une préférence pour les fonds riches en macroalgues et en matières détritiques, où elle puise sa principale nourriture (Li et Wang 1994 ; Zhang et al. 1995). En écloserie, juste après leur fixation, les larves reçoivent généralement une alimentation à base de diatomées, tandis que les juvéniles placés dans des bacs de nurserie sont nourris avec des algues en poudre. En Chine, au Japon, en Inde et en Indonésie, la poudre d'algue est utilisée pour nourrir les juvéniles de *A. japonicus* et d'*Holothuria scabra* produits en écloserie (Sui 1988 ; Battaglione et al. 1999), et les individus atteignent un poids moyen de 40 grammes en se nourrissant d'algues présentes dans le milieu naturel. Par conséquent, l'utilisation d'algues est indiquée pour alimenter les holothuries. Chez des individus *H. scabra* placés dans des bacs de nurserie à terre non supplémentés en algues, un ralentissement de la croissance a été observé dès que les individus atteignaient environ 40 grammes (Battaglione et al. 1999). Une fois ce seuil atteint, il est donc nécessaire d'ajouter des aliments artificiels pour stimuler la croissance de cette espèce d'intérêt commercial.

D'après nos résultats, une alimentation à base d'algues fermentées et de débris organiques suffit à assurer une bonne croissance de *A. japonicus*, sachant que l'ajout d'algues fermentées améliore la survie et la croissance des juvéniles.

Une corrélation a été établie entre le TC et la densité des holothuries. Les juvéniles dont la croissance a été retardée en raison de densités de stockage excessives (5–7 individus par compartiment) ont ensuite grossi au même rythme que les juvéniles sans retard de croissance, stockés à une densité de 3 individus par compartiment. Nous estimons que la densité d'élevage optimale est de 3 à 5 individus par compartiment. Dès 40 grammes, les spécimens *A. japonicus* peuvent être mis en élevage et atteindre 100 grammes (taille commercialisable) en l'espace de six mois.

Les travaux de Kang et al. (2003) ont démontré que, dans un système de cages suspendues, *A. japonicus* cohabite harmonieusement avec *Haliotis discus hannai* : le taux de survie des holothuries est élevé tandis que les ormeaux placés en élevage mixte affichent un bien meilleur taux de croissance que leurs congénères en monoculture. D'après les travaux de Zhou et al. (2006), *A. japonicus* se développe bien lorsqu'elle se nourrit des biodépôts générés par des bivalves filtreurs, si bien que l'élevage mixte d'holothuries et de bivalves dans des filets lanternes suspendus est envisageable. L'introduction d'holothuries dans des élevages en cages de coquilles Saint-Jacques et l'extension de la nouvelle installation aquacole sont la prochaine étape à franchir pour produire des holothuries d'élevage en masse. De nouvelles études sont également nécessaires pour déterminer les effets de l'élevage en cages d'holothuries et d'autres espèces.

L'élevage en cages présente au moins trois avantages pour le développement de l'holothuriculture en Chine méridionale :

- les cages sont faciles d'accès et rentables ;
- les dispositifs d'élevage offrent une protection relative contre les tempêtes et les prédateurs ; et
- le système de cages est beaucoup moins coûteux que l'aquaculture en bassins qui nécessite l'installation de blocs de pierre sur des fonds marins vaseux ou sablonneux.

L'élevage mixte d'holothuries et d'ormeaux permet aux aquaculteurs de valoriser sensiblement leur production. Toutefois, nous avons encore beaucoup à apprendre sur la croissance et la survie des holothuries et il nous faut mettre en place des régimes de gestion adaptés avant d'envisager une production en masse.

Bibliographie

- Battaglione S.C. and Bell J.D. 2004. The restocking of sea cucumbers in the Pacific Islands. p. 109–132. In: D.M. Bartley and K.M. Leber (eds). Case studies in marine ranching. FAO Fishery technical paper, FAO, Rome.
- Battaglione S.C., Seymour J.E. and Ramofafia C. 1999. Survival and growth of cultured juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra*. *Aquaculture* 178:293–322.
- Chen J.X. 2003. Aperçu des méthodes d'aquaculture et de mariculture d'holothuries en Chine. *La Bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 18:18–23.
- Ito S. 1995. Studies on the technological development of the mass production of sea cucumber juvenile, *Stichopus japonicus*. *Bulletin of Saga Prefectural Sea Farming Center* 4:1–87.
- Kang K.H., Kwon J.Y. and Kim Y.M. 2003. A beneficial coculture: charm abalone *Haliotis discus hannai* and sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Aquaculture* 216:87–93.
- Li Y.S. and Wang Y.L. 1994. Studies on the living environment and the selection of sea area for *Stichopus japonicus*. *Transactions of Oceanology and Limnology* 3:42–47.
- Liao Y.L. 1997. *Fauna Sinica*, Phylum Echinodermata, Class Holothuroidea. Science Press, Beijing, China. 334 p.
- Moriarty D.J.W. 1982. Feeding of *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus* on bacteria, organic-carbon and organic nitrogen in sediments of the Great Barrier Reef. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 33:255–263.
- Paltzat D.L., Pearce C.M., Barnes P.A. and McKinley R.S. 2008. Growth and production of California sea cucumbers (*Parastichopus californicus* Stimpson) co-cultured with suspended Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg). *Aquaculture* 275:124–137.
- Purcell S.W. and Simutoga M. 2008. Spatio-temporal and size-dependent variation in the success of releasing cultured sea cucumbers in the wild. *Reviews in Fisheries Science* 16:204–214.
- Slater M.J. and Carton A.G. 2007. Survivorship and growth of the sea cucumber *Australostichopus (Stichopus) mollis* (Hutton 1872) in polyculture trials with green-lipped mussel farms. *Aquaculture* 272:389–398.
- Sloan N.A. 1984. Echinoderm fisheries of the world: a review. Echinodermata (Proceedings of the Fifth International Echinoderm Conference). A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands. 109–124 p.
- Sui X. 1988. Culture and stock enhancement of *Apostichopus japonicus*. Agriculture Press, Beijing, China. p. 54–55. (in Chinese)
- Sun J.Z., Zhuang D.G. and Chen L.T. 2006. Cultivation of *Apostichopus japonicus* in the sub-tropical Nanji Island. *Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science)* 25:148–153. (in Chinese with English abstract)
- Xiao S.X. and Gu G.C. 1981. Experiments on southward transplantation and artificial breeding of the sea cucumber *Apostichopus japonicus*. *Journal of Fisheries of China* 2:147–153. (in Chinese with English abstract)
- 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.
- Yuan X.T., Yang H.S., Zhou Y., Mao Y.Z., Zhang T. and Liu Y. 2006. The influence of diets containing dried bivalve feces and/or powdered algae on growth and energy distribution in sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka) (Echinodermata: Holothuroidea). *Aquaculture* 256:457–467.
- Zhang B.L., Sun D.Y. and Wu Y.Q. 1995. Preliminary study on the feeding habit of *Apostichopus japonicus* in the rocky coast waters along Lingshan Island. *Marine Science* 3:11–13. (in Chinese with English abstract)
- Zhou Y., Yang H.S., Liu S.L., Yuan X.T., Mao Y.Z. and Liu Y. 2006. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder *Apostichopus japonicus* Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. *Aquaculture* 256:510–520.