

Nouvelles de l'aquaculture

la bêche-de-mer

Études préliminaires sur la croissance de l'holothurie de sable dans des bacs, des bassins et des cages au Vietnam

Rayner Pitt*¹, Nguyen Thi Xuan Thu*², Mai Duy Minh³ et Hua Ngoc Phuc*⁴

Résumé

La variation des quantités d'eau et de substrat ingéré contenues dans des holothuries de sable peut fausser les données issues des études de la croissance fondées sur le poids. On constate en moyenne une perte de poids de près de 4 pour cent après une mise au sec de quinze minutes et des modifications pondérales du même ordre liées à l'absorption ou à la perte de sable sur deux à trois jours. Néanmoins, les fluctuations pondérales individuelles sur de courtes périodes sont souvent beaucoup plus importantes.

Des holothuries de sable conservées dans des bacs vides ont été nourries à l'aide de granulés destinés à l'alimentation des crevettes ou ont été privées de nourriture. Elles ont toutes perdu du poids, celles ayant été nourries en perdant plus rapidement. Dans des bacs contenant du sable, les holothuries ont maintenu leur poids vif. On constate peu de différence entre les effets d'un régime à base d'aliments pour volailles ou de farine de blé mélangée à des granulés pour crevettes, d'algue *Gracillaria* ou d'autres algues. Toute une gamme de végétaux finement moulus ont été ingérés puis évacués sans modification apparente.

Dans les bassins, les holothuries de sable ont grossi d'environ 1 à 3 g par animal et par jour. Deux tentatives d'études menées à différentes densités et sur des substrats différents ont échoué en raison d'une mortalité élevée liée aux fortes pluies et à la stratification des eaux. On pense avoir décelé un effet de densité négative et un léger avantage du sable par rapport à un substrat dur ou vaseux.

Des enclos marins construits par des plongeurs ont permis de regrouper un petit nombre d'holothuries. La survie de ces dernières a été satisfaisante de manière générale alors que leur taux de croissance (0 à 1 g par animal et par jour) semblait dépendre de leur localisation ainsi que de la densité de stockage. Si des sites adaptés peuvent être trouvés, il semble possible de créer des enclos de ce type sur de grandes superficies.

Introduction

Les holothuries de l'espèce *Holothuria scabra* (holothurie de sable) font l'objet d'une certaine attention car leur utilisation semble prometteuse dans le domaine de l'aquaculture ou de l'amélioration des stocks (Battaglione et Bell 1999). On les trouve dans les eaux littorales et elles sont largement présentes dans les régions tropicales et subtropicales; utilisées pour préparer un produit séché et exporté de forte

valeur, elles sont, par conséquent, surexploitées (Conand 1998). Un certain nombre d'études sur le cycle de maturité de ces animaux dans leur milieu naturel ont été entreprises (Ong Che et Gomez 1985; Conand 1993; Tuwo 1999) et les méthodes de stimulation de la ponte chez l'adulte mature ont été décrites (James 1996; Battaglione 1999; Ramofafia comm. pers.). Il semble qu'il soit relativement aisé d'élever les larves jusqu'à la période de colonisation et même au-delà, du moins en petit nombre.

* RIA 3, 33 Dang Tat, Nha Trang, Khanh Hoa (Vietnam). Téléphone : 00 84 58 831136; télécopieur : 00 84 58 831846.

1. iclarm@dng.vnn.vn

2. thuabmm@dng.vnn.vn

3. Department of Biology, Marine Ecology, Finlandsgade 14, 8200 Aarhus University (Danemark). Télécopieur : 00 45 8942 4387; méil. : biominh@nf.au.dk

4. hngphuc@yahoo.com

Néanmoins, peu de travaux ont été publiés en ce qui concerne les taux de croissance à espérer des holothuries d'élevage ou dans leur milieu naturel.

Ces informations sont, bien entendu, indispensables pour connaître la viabilité d'éventuels programmes de grossissement ou d'amélioration des stocks à des fins commerciales. Elles sont aussi probablement d'importance là où les stocks d'holothuries de grande taille sont en voie d'épuisement et où les animaux récoltés doivent être élevés jusqu'à atteindre une taille suffisante avant de se reproduire.

Le projet d'élevage d'holothuries mené en collaboration entre le ministère de la Pêche du Vietnam et l'ICLARM a commencé à l'Institut de recherche aquacole n° 3 (RIA3), à Nha Trang, en juin 2000. Les holothuries récoltées localement pesaient le plus souvent 200 g ou moins. Malgré la présence de sperme ou d'ovocytes, les méthodes habituelles de stimulation (changements lents ou rapides de température, mise au sec, arrosage au jet d'eau, utilisation d'algues sèches, de gonades macérées, etc.) ont rarement provoqué le ponte chez ces animaux de petite taille. Ils ont donc été conservés dans des bassins ou des enclos en attendant qu'ils grossissent et deviennent plus matures.

Tous les mois, voire plus fréquemment, des groupes d'holothuries ont été retirés de leur bassin ou de leur enclos pour une tentative de ponte. La plupart d'entre elles ont été ensuite replacées au même endroit. En outre, plusieurs séries de petites expériences ont été menées en bac. On trouvera ci-dessous les résultats des travaux des dix premiers mois. Chaque expérience y est décrite succinctement, les résultats en sont résumés ou présentés sous forme de tableau, et les difficultés et conclusions analysées.

Expériences en bac

Modification pondérale du fait de la présence de sable et d'eau

On sait qu'il est difficile de peser (et de marquer) des holothuries de sable de façon homogène. Ces travaux constituent une première tentative pour quantifier trois types de modification pondérale chez les holothuries. Hors de l'eau pendant quelques minutes, elles éjectent une partie de l'eau contenue dans leur cavité abdominale. Déplacées entre divers récipients avec ou sans substrat, elles ingèrent ou excrètent du sable (contenu dans leur intestin). Au bout de quelques semaines, on peut également constater soit une croissance somatique soit une perte de poids. C'est cette évolution pondérale que les expériences sur la croissance doivent mesurer, indépendamment des premières sources de variations. Ce fait est particulièrement important s'il s'agit de périodes de croissance courtes.

Quinze holothuries pouvant être distinguées individuellement du fait de leur différence de poids et de

couleur ont été utilisées dans cette expérience. Pesant entre 60 et 500 grammes, elles ont été sélectionnées dans un bac où elles avaient séjourné sans sable pendant trois jours. Une fois hors de l'eau, elles ont été pesées trois fois : immédiatement, puis après deux périodes de séchage de quinze et de trente minutes à l'ombre. Une fois transférées dans un bac de béton située à l'extérieur et à l'ombre contenant environ 10 cm de sable, elles n'ont pas été nourries. Pendant les trois jours suivants, elles ont été pesées une nouvelle fois dès leur sortie de l'eau, puis après deux périodes de séchage.

Les quinze holothuries sont restées sans nourriture dans le bac sablonneux pendant trente jours au total; elles ont ensuite été pesées (après avoir séché pendant vingt minutes) et placées dans un petit bac nu (en fibre de verre) en partie ombragé. Elles ont été pesées une nouvelle fois (une fois séchées à l'ombre) après un, deux, cinq, sept et onze jours passés sans alimentation dans le bac dépourvu de sable. Après un, deux et cinq jours, le sable excrété a été recueilli et pesé (humide). Il semble que certaines erreurs se soient glissées dans les poids enregistrés au cours de la première journée (le 14/10). Les trois autres ensembles de données étaient homogènes, en ce sens que chaque holothurie a toujours vu son poids diminuer après une période de séchage.

Les holothuries ont rejeté de l'eau de façon différente, certaines dès qu'elles ont été ramassées, d'autres au bout de quelques minutes. La perte de poids individuelle moyenne due à l'expulsion d'eau au cours des quinze premières minutes atteignait 4 pour cent. Au cours des quinze minutes suivantes, la perte de poids individuelle moyenne supplémentaire était de 1,9 pour cent. De manière globale, après trois jours sur le sable, le poids global n'a progressé que d'environ 1,2 pour cent. Au cours des vingt-six jours suivants passés sans alimentation (à une densité de 440 g par m²), la perte de poids moyenne correspondait à 0,48 kg par animal par jour.

Un jour après le transfert dans le bac de fibre de verre nu, 370 g de sable (poids humide) ont été recueillis, représentant 10,8 pour cent du poids global des animaux au moment du transfert. Une quantité semblable d'eau a sans doute été retenue, puisque la perte de poids individuelle moyenne (après la période de séchage habituelle) n'atteignait que 0,3 pour cent. Toutefois, ce chiffre moyen dissimule des différences importantes et inexplicables, allant de pertes de près de 12 pour cent à des gains de plus de 20 pour cent.

Le jour suivant, le sable recueilli ne représentait que 60 g (1,75% du poids total au moment du transfert) mais, ce même jour, la perte de poids individuelle moyenne atteignait 4,2 pour cent. Au cours des deux premiers jours, la perte de poids totale représentait 5,8 pour cent du poids global des animaux conservés dans le bac de fibre de verre. Le prochain ratissage du

Tableau 1 . Variations pondérales imputables au rejet d'eau par les holothuries séchées brièvement

Date	14/10/00			15/10/00			16/10/00			18/10/00		
Jours avec sable				1			2			3		
Jours sans sable	3											
Séchage (minutes)	11-18	31-35		14	27		16	31		15	30	
Poids total (g)	3600	3640	3570	3805	3650	3563	3835	3627	3554	3831	3716	3610
Poids moyen (g)	240	243	238	254	243,3	238	256	241,8	237	255	248	240,7
Var. pondérale moyenne (%)	2,2	-2,6		-4,3	-2,0		-5,0	-1,4		-2,6	-2,3	

Tableau 2. Variations pondérales chez les holothuries transférées dans un bac sans sable

Date	13/11/00	14/11/00	15/11/00	18/11/00	20/11/00	24/11/00
Jours avec sable	30					
Jours sans sable	1		2	5	7	11
Salinité (ppt)	-30	-30	-30	20	-25	18
Séchage (minutes)	20	20	20	20	30	22
Poids total (g)	3421	3346	3222	3879	3263	3138
Poids moyen (g)	228,1	223,1	214,8	258,6	217,5	209,2
Var. pondérale moy./ind. (%)	-5,6	-0,3	-4,2	20,9	-15,4	-5,7
Poids de sable (g)	370		60	50		

bac a eu lieu le cinquième jour; il a permis de recueillir 50 grammes de sable (1,46%). Cependant, la salinité a régressé pour atteindre 20 pour mille en raison des fortes pluies. On a constaté une prise de poids de près de 21 pour cent, imputable sans doute à l'absorption d'eau. Ce poids est ensuite redescendu, mais la salinité est restée faible. Au cours des neuf derniers jours passés sans alimentation dans le bac dépourvu de sable (à une densité de 180 g par m²), chaque animal a perdu en moyenne chaque jour 0,62 g.

Les holothuries ont absorbé ou rejeté de l'eau selon un schéma quelque peu imprévisible. Le stress semblait souvent entraîner de fortes prises de poids imputables à la rétention d'eau. La mesure du poids devrait, par conséquent, se faire dans toute la mesure du possible lorsque les conditions du milieu ont été stables. Avant la pesée, les animaux devraient être séchés à l'ombre pendant quinze minutes au moins.

Le sable contenu dans les intestins des animaux adultes représentait environ 14 pour cent du poids global, mais l'absorption ou le rejet de ce sable s'accompagne de variations pondérales qui ne sont que de 1,2 à 5,8 pour cent. Ces quantités sont apparemment en partie compensées par la quantité d'eau retenue quelque part dans le corps, même après séchage à l'ombre.

Lors des expériences décrites ci-après, le poids de départ des animaux sans sable qui ont été conservés sur un substrat sablonneux a été augmenté de 0,5 pour cent (chiffre moyen de la fourchette ci-dessus) lorsque l'on a calculé leur croissance (ce qui a bien sûr entraîné un recul du taux de croissance déjà calculé). Les don-

nées auxquelles ce coefficient de correction a été appliqué apparaissent ci-dessous en italiques.

Effets des granulés pour crevettes sur les holothuries placées dans des bacs sans sable

Des holothuries de sable récemment pêchées ont été déposées dans des bacs de fibre de verre ou de béton pendant une semaine puis réparties en six groupes identiques de douze animaux, pesés et conservés dans des bacs de béton sans sable (d'un diamètre de 1,20 mètre, dans 60 cm d'eau, situées à l'extérieur et en partie à l'ombre). Au début de l'expérience, le poids moyen des animaux était de 157 g, et la densité moyenne du stock pendant le déroulement de l'expérience était de 1 390 g par m².

Les holothuries de trois bacs ont été nourries tous les deux jours avec 10 g par bac de Betagro 503 (constitué à 50% de nourriture protéinée destinée aux juvéniles de crevettes), alors que celles des trois autres bacs n'ont reçu aucune nourriture. Tous les bacs ont été nettoyés tous les deux jours et une partie de leur eau (50% environ) a été changée de la même manière, avant que la nourriture soit distribuée. Tous les animaux ont été pesés trois fois de suite en trente-trois jours.

Les petits granulés alimentaires se sont ramollis mais sont restés visibles au fond des bacs. Aucun signe ne permettait de penser que la nourriture était consommée, si ce n'est une probable légère augmentation des petites quantités d'excréments produites. Le poids moyen dans les bacs recevant une nourriture est passé de 157 g à 97 g (densité moyenne 1 300 g par m²), tandis que, dans les bacs ne recevant aucune

nourriture, il est passé de 158 g à 113 g (densité moyenne de 1 400 g par m²). La perte de poids a été nettement plus rapide dans les bacs recevant une alimentation (1,81 g par animal et par jour) que dans les bacs sans nourriture (1,38 g par animal et par jour), avec $0.1 > P > 0.05$ (test t bilatéral).

Bien évidemment, élever des holothuries de cette façon ne serait pas très rentable. Malgré un rythme d'alimentation très faible (aliments secs par jour : 0,3% de la biomasse animale), cette nourriture, conçue à l'origine pour une espèce carnivore de grande taille, semble avoir eu un effet néfaste. Par ailleurs, bien qu'aucune holothurie n'ait péri, onze des animaux nourris et huit des animaux non nourris sont tombés malades avant la fin de l'expérience, présentant des lésions dermiques exsudant un mucus blanc.

Effets de quatre régimes alimentaires différents sur des holothuries conservées dans des bacs avec du sable

Dix holothuries issues d'un bac sans sable, réparties en quatre groupes identiques, ont été pesées (après avoir séché pendant vingt minutes à l'ombre) le 9 novembre 2000. Elles ont été conservées dans des bacs de 250 litres en fibre de verre à fond plat (de 80 cm de diamètre et 50 cm de profondeur) garnis d'une couche de sable blanc fin d'environ 5 cm.

Tous les deux jours, l'eau a été en partie renouvelée, et 10 g de granulés humides correspondant à un des quatre régimes alimentaires retenus ont été répartis sur le sable (sous forme de petites particules molles). Les déchets et les excréments ont été en général laissés dans les bacs. Trois fois seulement, le sable a été remué et un tourbillon créé afin d'aspirer les déchets en son centre. Les régimes alimentaires utilisés se composaient comme suit :

- 1) aliments broyés pour poussins (18% de protéines), mélangés à de l'eau et à du colorant alimentaire rouge, mis en granules, congelés pour conservation;
- 2) aliments pour crevettes Betagro 503 (50% de protéines), mélangés au même poids de farine de blé, broyés, mélangés à de l'eau et à un colorant alimentaire violet, mis en granules, congelés pour conservation;
- 3) mélange de trois parts de *Gracillaria verrucosa* presque sèche mélangées à deux parts de farine de blé, le tout haché et mélangé à de l'eau et à un colorant alimentaire bleu, pétri pour en faire une pâte, congelé pour conservation;
- 4) une part de feuilles d'herbier marin mixées et partiellement égouttées, mélangées à deux parts de farine de blé et à un colorant alimentaire vert, le tout pétri jusqu'à former une pâte dure, congelé pour conservation.

Les bacs ont été conservés à l'extérieur et en partie à l'ombre jusqu'au 24 novembre. En raison des fortes pluies, elles ont ensuite été placées à l'abri à l'inté-

rieur jusqu'à la fin de l'expérience. Pendant les deux dernières semaines, du 5 au 19 décembre, les holothuries n'ont reçu aucune nourriture.

Les poids de départ ont été augmentés de 3,5 pour cent pour corriger l'absence de sable dans les animaux au début de l'expérience. Les résultats sont présentés à la figure 1. De manière générale, il n'y avait pas beaucoup de différence entre les régimes 1, 2 et 4. Les animaux de toutes les bacs ont perdu du poids au cours de la première semaine de décembre avant de le regagner au cours des deux semaines suivantes, bien qu'ils aient été placés à l'intérieur et n'aient pas reçu de nourriture pendant cette période.

L'absence d'une perte de poids globale, malgré la forte densité moyenne de stockage (1580 g/m²) peut s'expliquer en partie par la présence de sable, à la différence des résultats de l'expérience 2. Toutefois, dans l'expérience 1, les holothuries non nourries dans un bac avec sable à une densité beaucoup plus faible ont perdu un peu de poids.

Cette expérience qui n'a pas été reproduite ne peut être qu'une ébauche de travaux plus rigoureux. Cependant, il semble que ce type d'expérience en bac, où les modifications de poids sont enregistrées pendant une courte période, ne soit pas très fiable. Dans le cas des holothuries de sable, des fluctuations imprévisibles de courte durée tendent à couvrir tout effet éventuel et sous-jacent des différents protocoles.

Observations sur l'alimentation

Lors des nombreuses tentatives de stimulation de la ponte, des groupes d'holothuries ont été conservés dans des bacs de fibre de verre sans sable pendant plusieurs jours et à forte densité (en général plus de 4 kg/m²). Entre autres agents stimulants, on a utilisé un mélange d'algues hachées et mixées qui a été laissé toute la nuit dans le bac. Le jour suivant, ces algues sont apparues comme composante principale des excréments, selon toute évidence non digérés. Cependant, les algues hachées à la main sans être mixées ne sont pas, quant à elles, excrétées en quantités perceptibles. Par la suite, un certain nombre d'autres aliments potentiels ont été mis à l'essai, dont de la nourriture pour bétail que l'on trouve dans le commerce, des algues, des herbes marines et des légumes cultivés à terre.

Les excréments des holothuries de sable ressemblent typiquement à un collier de perles. Le liant ou la membrane qui les retient semblent concentrés dans la couche externe. Une fois que cette dernière est ouverte, le contenu perd toute cohésion et peut être facilement examiné.

La nourriture donnée à des holothuries dont l'intestin ne contenait pas de sable est devenue leur principale composante fécale dans les huit à douze heures. La taille et la couleur des particules ne sem-

blaient généralement pas avoir subi de changement; ainsi, les excréments issus d'algues vertes ou de feuilles de chou étaient vert vif, et ceux issus de carotte ou de potiron orange. La couleur des excréments est un indicateur de la durée du transit digestif, du moins dans des conditions aussi peu naturelles. Il serait intéressant de préciser les quantités digérées et assimilées, ce qui pourrait donner lieu à l'élaboration d'aliments appropriés destinés aux holothuries et issus des déchets des filières de production agricole ou de transformation des aliments.

Expériences en bassin

Des bassins (et des enclos) ont été utilisés pour conserver les holothuries de sable et les élever jusqu'à ce qu'elles soient prêtes à pondre. Dans le cadre d'expériences de croissance, il n'est pas souhaitable de déplacer fréquemment le stock pour le placer dans les bassins et l'en ressortir; néanmoins, tous les transferts effectués ont été consignés. Les conditions de la pesée ont été normalisées dans toute la mesure du possible, celle-ci étant effectuée avant toute situation stressante (transport, par exemple) et après un séchage à l'ombre d'au moins quinze minutes. Dans le calcul des taux de croissance, on a ajouté 3,5 pour cent au poids des holothuries qui avaient été conservées pendant quelques jours dans des bacs sans sable. (Les chiffres corrigés apparaissent en italiques.) On a établi la croissance ou l'augmentation de la biomasse et additionné pour l'ensemble des animaux le nombre de jours où cette croissance a eu lieu, avant de calculer la progression de la biomasse par animal conservé ou taux de croissance journalier moyen.

Croissance dans des bassins à crevettes avec substrat de sable

Deux bassins situés aux alentours de Cam Ranh Bay, à environ une heure et demie par la route au sud de RIA3, ont été loués à un éleveur de crevettes, de mérous et de *Babylonia areolata*; cette personne a assuré la gestion des bassins lors des expériences conduites sur les holothuries de sable.

Le bassin n° 1, de 250 m², venait d'être vidé après une récolte de *Babylonia aerolata* et semblait être très eutrophique au départ, avec une importante présence de phytoplancton et un fond en partie anaérobie. Aucune nourriture n'a été distribuée au départ, mais des petites quantités d'aliments pour crevettes ont été données quotidiennement par la suite atteignant un total de 20 kg pendant toute la durée de l'expérience. L'eau était renouvelée par les marées uniquement.

Une fois pesés le 12 septembre, les animaux ont été conservés pendant environ une heure dans des paniers déposés dans le bassin. Les animaux se sont gonflés d'eau, leur poids augmentant sans doute de près de 50 pour cent. Ils ont été rapidement comptés

et répartis entre le bassin 1 et le bassin 2 adjacent (370 m²). Une autre pesée a eu lieu le 2 octobre, lorsque de nouvelles holothuries ont été ajoutées au bassin 2.

Le 11 octobre, après quatre jours de fortes pluies, un problème est apparu chez les animaux de ces bassins. Dans le bassin 1, la salinité avait atteint 4 pour mille à la surface et entre 11 et 17 pour mille au fond. Toutes les holothuries avaient péri. Dans le bassin 2, la salinité atteignait 8 pour mille à la surface et entre 20 et 30 pour mille au fond. Trente et un pour cent des holothuries avaient péri.

Bien que l'expérience n'ait été menée que pendant une période relativement courte de vingt jours, les résultats obtenus dans les deux bassins concordent entre eux et avec le taux de croissance obtenu lors de la première période. Jusqu'à l'arrivée des fortes pluies, la survie et la croissance étaient satisfaisantes en dépit d'un développement dense du phytoplancton, des températures élevées et des échanges hydriques limités. La récolte (effectuée au toucher de la main et du pied) s'est trouvée facilitée par la présence de sable au fond du bassin.

Les holothuries survivent normalement à une salinité voisine de 2 pour mille, mais il se peut que les valeurs minimales atteintes au cours des fortes pluies aient été inférieures à celles relevées le 11 octobre. Du fait de la stratification, les températures au-dessous de l'halocline ont peut-être progressé et la teneur en oxygène reculé. C'est sans doute la combinaison de ces facteurs qui a été fatal aux animaux.

Croissance des holothuries en enclos à l'intérieur d'un bassin, sur trois substrats et à trois densités

À Van Ninh, à 80 minutes environ au nord de RIA3, on trouve une vaste zone d'aquaculture de crevettes. Dans le cadre de cette expérience, un bassin à crevettes de 6 000 m², où la récolte venait d'avoir lieu, a été loué. Le substrat était constitué principalement de corail brisé, avec un peu de sable. Une partie du bassin a été divisée en douze enclos de grillage fin. Le pied du grillage a été enterré, fixé par des piquets puis recouvert d'un petit monticule d'une hauteur de 10 à 20 cm au-dessus du fond du bassin.

Neuf enclos d'essai de 100 m² ont ainsi été créés ainsi que trois enclos d'attente de 200 m² chacun. La vase molle a été retirée de six des enclos d'essai (ainsi que des enclos d'attente et du reste du bassin entourant les enclos). Du sable (à raison de 50 kg/m²) a été réparti sur le fond des trois enclos de 100 m² qui avaient été nettoyés.

Les neuf enclos d'essai étaient donc répartis en trois catégories de substrats, à savoir meuble (laissé intact après pêche des crevettes), dur (après raclage de la vase molle) et sablonneux (apport de sable après retrait de la vase).

Les neuf enclos de 100 m² ont été garnis selon trois densités (20, 40 et 80 holothuries par enclos), le 27 septembre 2000. L'aire principale du bassin a été peuplée de *Babylonia aerolata* et ces derniers ont été nourris de poissons morts. Le renouvellement de l'eau était assuré par les marées; aucun système d'aération n'a été installé. Le 12 octobre, au bout de quatre jours de fortes pluies, on a constaté que toutes les holothuries

avaient péri et étaient en décomposition. À la surface, la salinité était de 12 pour mille, et de 35 pour mille au fond; la température atteignait 34° C (temps couvert). Il est probable que la stratification de l'eau, avec de faibles teneurs en oxygène et des températures élevées dans la couche inférieure, a été à l'origine de la mort des animaux et non la faible salinité.

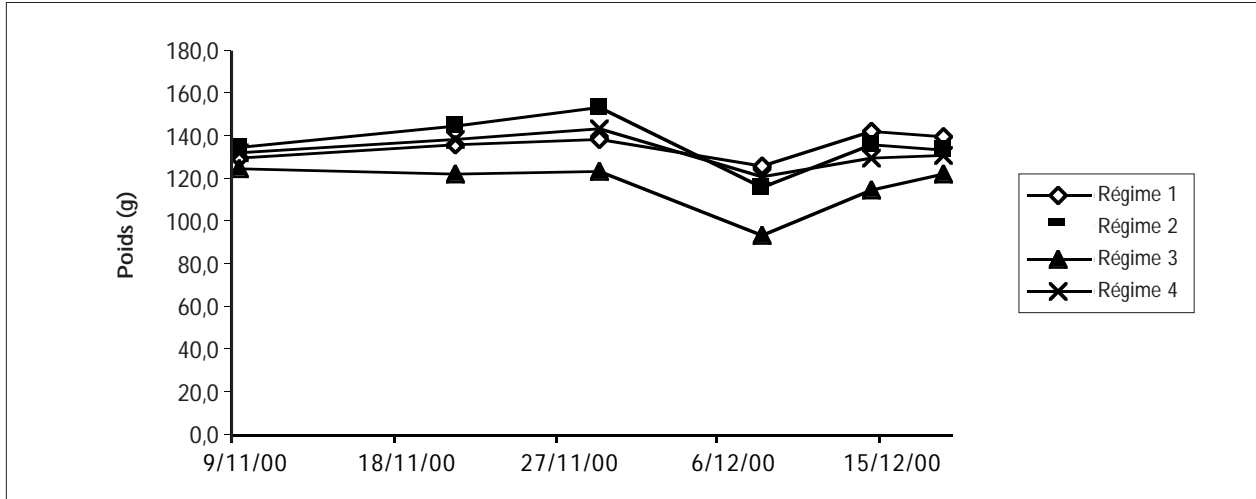


Figure 1. Poids moyen des holothuries soumises à quatre régimes alimentaires différents.

Tableau 3. Aliments consommés et excrétés par les holothuries conservées dans un bac vide (“+” dénote que l'aliment donné constitue la principale composante fécale, d'après la couleur et la forme)

Aliments	Résultats
Algues vertes filamenteuses hachées et mixées (<i>Enteromorpha</i> sp.)	+
Algues marines rouges ou brunes hachées et mixées (<i>Sargassum</i> sp. et autres)	+
Algues mélangées hachées	-
Granulés destinés aux juvéniles de crevette (Betagro 503)	-
Pâte faite de feuilles d'algues marines hachées et mixées (1 part) avec farine de blé (2 parts) (régime 4, expérience 2)	-
Feuilles de chou chinois hachées et mixées	+
Carottes hachées et mixées	+
Potiron haché et mixé	+
Herbe hachée et mixée	+ probablement

Tableau 4. Poids des holothuries placées dans le bassin sablonneux de 250 m² ou retirées

	Placées	Placées	Placées	Pesées	Retirées	Placées	Vidées
Date	17/07/00	20/07/00	26/07/00	09/08/00	09/08/00	09/08/00	12/09/00
Nombre	18	93	89	165	7	100	256
Poids moyen (g)	147,8	123,8	140,0	152,1	298,6	134,6	260,9
Croissance moy./animal/jour (g)				1,08			3,35

Nombre d'animaux placés	300
Nombre d'animaux retirés	263
Taux de survie (%)	88
Densité approx. (g/m ²)	170
Gain de biomasse/animal/jour (g)	2,11

Une pompe à eau et un aérateur (à aubes) ont été installés et d'autres holothuries pêchées. Les neuf enclos d'essai ont été compartimentés en espaces de 40 et 60 m² pour conduire les expériences sur un nombre restreint d'animaux (pendant la saison humide, il est difficile de se procurer de grandes quantités d'holothuries). Le 20 décembre, la salinité du bassin ayant atteint 25 pour mille (après plusieurs semaines à moins ou autour de 20‰), l'expérience a été relancée dans les neuf enclos de 40 m², peuplés selon trois densités avec trente, seize ou dix animaux par enclos.

Le contenu des enclos a été récolté au toucher. Son poids avait triplé. A commencé alors, à la fin du mois de mars, une période de fortes pluies, anormale pour la saison. L'aérateur à aubes avait été en partie démonté et n'avait pas été utilisé pendant plusieurs jours. Une nouvelle fois, un problème de stratification est apparu, avec une température élevée et des conditions bourbeuses au fond du bassin, avec beaucoup d'algues en décomposition. La circulation de l'eau ne s'est pas trouvée facilitée par la présence des petits monticules entourant les enclos à l'intérieur du bassin ni par la mauvaise qualité de la "nouvelle" eau du chenal d'arrivée qui desservait un grand nombre d'autres bassins. Là aussi, la mortalité a été très élevée, mettant prématurément un terme à cette expérience.

L'échantillon prélevé semblait relativement complet, mais aucune vérification définitive n'a pu être faite. En raison de la diminution apparente et précoce du nombre d'animaux dans les enclos 1 et 6 très peuplés et de l'échec prématuré de l'ensemble de cette expérience, la densité n'a pas pu réellement dépasser 200 g par m². Des décomptes anormaux ont également été relevés dans les enclos 3 et 9. On peut en retenir quelques indications (sans signification après une analyse de variance à double facteur) selon lesquelles les taux de croissance journaliers sont plus élevés à faible densité et sur du sable.

Problèmes de gestion des bassins

Manifestement, le site d'implantation du bassin et une gestion vigilante revêtent une importance primordiale. Une salinité d'environ 20 pour mille peut être tolérée, et même des niveaux inférieurs ne sont apparemment pas immédiatement mortels en eux-mêmes. Néanmoins, l'eau douce et l'eau saumâtre flottent

à la surface de l'eau plus salée. La couche inférieure se réchauffe alors et devient anoxique, surtout s'il y a beaucoup d'aliments ou d'algues en décomposition au fond du bassin. Pour l'instant, il n'a pas été établi si la mise en place rapide d'un aérateur à aubes peut prévenir ce problème ou s'il convient d'utiliser de l'air pulsé ou tout autre système de mélange vertical. L'eau de surface de faible salinité peut être vidée à marée basse, mais il est plus difficile de modifier la couche d'eau en contact avec le fond du bassin occupé par les holothuries. Si la profondeur reste insuffisante en attendant la prochaine marée haute, le réchauffement solaire peut être encore plus rapide. L'eau de remplacement, qu'elle soit pompée ou apportée par la marée, peut également être trop chaude, de mauvaise qualité ou d'une salinité insuffisante, selon le lieu d'implantation du bassin.

Expériences en enclos

Il était prévu, à l'origine, d'installer des enclos dans des eaux peu profondes où la construction et l'entretien pourraient s'effectuer sans avoir à travailler sous l'eau. Toutefois, des zones peu profondes offrant un substrat et une salinité adéquats et qui soient protégées de la houle et de la présence humaine n'ont pu être localisées. Près des parcs d'élevage de langoustes ou de poissons, les conditions du milieu sont mieux connues tout au long de l'année, et les éleveurs préviennent les larcins en vivant à proximité ou au-dessus des parcs. En outre, de nombreux petits bateaux de pêche utilisent leur moteur diesel pour alimenter leur compresseur; ces pêcheurs et ces éleveurs ont, qui plus est, l'expérience du travail sous-marin. C'est pourquoi des enclos ont été installés sur deux de ces sites.

Tableau 5. Croissance des holothuries de sable dans un bassin de 250 m²

	Placées	Pesées
Date	12/09/00	02/10/00
Nombre	120	117
Poids moyen (g)	260,9	316,3
Densité moyenne (g/m ²)		137
Croissance moy./animal/jour (g)		2,77

Tableau 6. Variations de poids des holothuries de sable dans un bassin de 370 m²

	Placées	Pesées	Placées	Retirées
Date	12/09/00	02/10/00	02/10/00	11/10/00
Nombre	136	132	37	119
Poids moyen (g)	260,9	324,8	177,8	266,3
Densité moyenne (g/m ²)		106		
Croissance moy./animal/jour (g)		3,20		-2,93

Essais en enclos dans une zone littorale fertile

Le village de pêcheurs de Duong De est situé dans la même baie que RIA3, à près de 3 km plus au nord. On y trouve quelques parcs d'élevage de langoustes surmontés de petites huttes, dans des eaux dont la profondeur varie entre 3 et 4 mètres. Les juvéniles de langoustes sont récoltés directement en face du village, et des essais en enclos d'élevage de *Babylonia areolata* y ont également été conduits.

On constate une fertilisation anthropique très importante; des ruisseaux drainent en outre les collines environnantes qui sont en partie cultivées. Le littoral abrite quelques sargasses et, plus loin, un récif immergé offre une protection partielle. Ce site semble particulièrement propice pendant neuf mois de l'année. Néanmoins, il était jugé trop exposé à la haute mer pendant la saison humide pour l'élevage de langoustes.

Tableau 7. Poids des holothuries dans neuf enclos de 40 m² à l'intérieur d'un bassin, sur trois substrats et selon trois taux de densité

Substrat	1 Vase				2 Dur				3 Sable						
	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03
Nombre	30	12	13	15	16	11	15	13	10	8	10	11			
Moyenne (g)	160,5	180,4	239,5	292,4	176,1	208,2	253,7	286,0	168,4	215,4	267,9	308,9			
Croissance/jour (g)		0,83	2,19	1,71		1,34	1,69	1,04		1,96	1,95	1,32			

Substrat	4 Vase				5 Dur				6 Sable						
	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03
Nombre	16	11	12	15	10	9	9	9	30	17	16	21			
Moyenne (g)	173,6	217,1	257,7	279,5	163,9	205,7	264,4	321,1	171,0	216,0	264,5	314,3			
Croissance/jour (g)		1,81	1,50	0,70		1,74	2,18	1,83		1,87	1,80	1,61			

Substrat	7 Vase				8 Dur				9 Sable						
	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03
Nombre	10	6	10	10	30	15	26	24	16	20	11	12			
Moyenne (g)	160,7	165,2	277,0	312,2	168,4	196,5	244,0	255,2	166,8	246,4	283,0	310,3			
Croissance/jour (g)		0,19	4,14	1,14		1,17	1,76	0,36		3,32	1,36	0,88			

Tableau 8. Densités moyennes et taux de croissance globaux

Enclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	(vase)	(dur)	(sable)	(vase)	(dur)	(sable)	(vase)	(dur)	(sable)
Densité moyenne observée (g/m ²)	90,5	78,9	59,3	77,8	54,8	122,7	53,1	127,9	90,2
Taux de croissance global (g/jour)	1,61	1,34	1,71	1,29	1,92	1,75	1,85	1,06	1,75

Tableau 9. Rapprochement des densités et des taux de croissance moyens

Densité	113,7 g/m ² (élevé)	82,4 g/m ² (moyen)	55,7 g/m ² (faible)
	1,47 g/jour	1,46 g/jour	1,83 g/jour
Substrat	Vase	Dur	Sable
	1,58 g/jour	1,44 g/jour	1,74 g/jour

Les deux premiers enclos y ont été construits à une profondeur de 3 mètres (marée basse), leurs parois émergées faites de grillage (maille étirée de 25 mm) étant soutenues par un cadre extérieur de bambou. En l'absence de grillage au fond (à la différence des enclos destinés aux langoustes ou à *Babylonia*), les holothuries sont censées d'avoir accès au substrat, constitué essentiellement de sable et d'un peu de limon. Le pied du grillage a été enterré sur 20 cm et maintenu par des piquets de bambou de 40 à 60 cm, disposés à 75 cm d'intervalle. Sur la face intérieure du grillage, des sacs de sable ont été placés sur les piquets. Les deux enclos ont été retirés de Duong De à la fin de septembre 2000.

L'enclos 1 couvrait une zone de 6 m x 6 m au fond. Il a été garni trois fois d'animaux qui avaient été utilisés lors de tentatives de stimulation de la ponte et se trouvaient donc sans sable. La densité globale de stockage est restée élevée la plupart du temps, bien que des animaux aient été transférés de l'enclos 1 à l'enclos 2 une fois ce dernier prêt. Leur survie s'est révélée excellente, mais leurs poids moyens ont légèrement diminué après l'ajustement effectué pour tenir compte du sable absorbé. Cela s'explique sans doute par le nombre élevé d'holothuries qui dépassait la capacité de production alimentaire naturelle de la petite superficie de l'enclos (tableau 10).

L'enclos 2 couvrait une surface adjacente de 6 m x 11 m au fond. Il a été garni d'animaux prélevés dans l'enclos 1, puis par deux fois d'animaux qui venaient d'être achetés. Des holothuries ont été retirées pour mener des tentatives de ponte puis replacées dans

l'enclos, en compagnie de quelques nouveaux animaux. Là aussi, la survie a été bonne et on a constaté une certaine croissance dans des conditions de moindre densité de stockage (tableau 11).

Croissance des holothuries dans des enclos au bord d'une île

Tri Nguyen (également appelée Hon Mieu) est une petite île située à environ vingt minutes par bateau (3 km) du port de Nha Trang. Le site retenu est une plage de galets au sud-est, bordée d'herbiers et de quelques coraux. L'eau douce ne semble pas y avoir un grand impact, même lors de la saison humide. À partir de la sonde des deux mètres (marée basse), le substrat est constitué principalement de sable. Les seuls habitants du voisinage sont les employés d'un petit restaurant situé sur la plage et d'une écloserie de *Babylonia* récemment construite. On y trouve également, tout au long de l'année, des cages à poissons sous un radeau et des cages d'élevage de *Babylonia* installées sur le fond.

Les enclos destinés aux holothuries, de forme dodécagonale et d'une surface de 40 m², ont été construits à environ 4 mètres de profondeur (à marée basse). Ils ont été construits avec le grillage de l'enclos 1 de Duong De : une fois nettoyé et réparé, ce grillage a été découpé en deux dans la longueur pour obtenir deux "tubes" de 43 mètres de circonférence et 1,7 m de hauteur. Pour chaque enclos, douze pieux ont été enfoncés dans le fond sablonneux autour d'un cercle de 7,2 m de diamètre.

Tableau 10. Croissance des holothuries dans l'enclos littoral 1

	Placées	Placées	Retirées	Placées	Retirées	Vidées
Date	24/07/00	28/07/00	07/08/00	12/08/00	21/09/00	25/09/00
Nombre	50	65	60	61	15	98
Moyenne (g)	223,1	243,8	243,8	198,7	263,3	204,2

Nombre d'animaux placés	176	Densité approx. (g/m ²)	530
Nombre d'animaux retirés	173	Gain de biomasse/animal/jour (g)	-0,08
Taux de survie (%)	98		

Tableau 11. Croissance des holothuries dans l'enclos littoral 2

	Placées	Placées	Placées	Retirées	Replacées	Retirées	Vidées
Date	07/08/00	01/09/00	07/09/00	07/09/00	11/09/00	21/09/00	25/09/00
Nombre	60	104	112	44	70	33	238
Moyenne (g)	243,8	178,0	149,9	450,5	335,5	380,9	239,9

Nombre d'animaux placés	302	Densité approx. (g/m ²)	390
Nombre d'animaux retirés	271	Gain de biomasse/animal/jour (g)	1,56
Taux de survie (%)	90		

Pour l'enclos 1, des pieux de bois d'une longueur de 3 mètres avaient été enfoncés à partir d'un bateau de pêche. Pour l'enclos 2, des plongeurs ont enfoncé à coups de marteau des tuyaux d'acier galvanisé de 34 mm de diamètre et de 2 m de longueur. Le grillage a été attaché au poteau en trois ou quatre points jusqu'à 1 m de hauteur à partir du fond. À l'aide d'une ficelle passée dans les mailles du haut du grillage, la partie supérieure de ce dernier a été resserrée vers le centre. (Du fait de cette forme cintrée, les enclos ont aussi fait office, dans une certaine mesure, de pièges à poissons.) Une fois enterré, le pied du grillage a été maintenu en place par des piquets en bambou et recouvert de sacs de cailloux le long du bord intérieur du grillage.

Les enclos ont été garnis principalement d'holothuries récoltées en pleine eau. Toutefois, trente-cinq animaux de l'enclos 1 ont été utilisés pendant quelques jours lors d'une tentative de ponte (une injection de KCl a été administrée à cinq de ces animaux pour provoquer l'éviscération). Certains animaux sont encore conservés en vue de futurs essais de ponte.

En mai 2001, certains poteaux de bois se sont effondrés en raison d'une forte tempête; ils ont été remplacés par des tuyaux d'acier galvanisé de 27 mm de diamètre et 1,5 m de longueur. La houle et le courant ont causé quelques dégâts en déchirant le grillage là où il était attaché aux poteaux (d'acier ou de bois).

La survie des holothuries s'est révélée bonne, surtout dans l'enclos 1, mais leur croissance a été décevante, peut-être du fait de la faible productivité de cette zone. L'action des vagues, qui est parfois très forte même à 4 mètres de profondeur, peut avoir un effet néfaste sur le comportement alimentaire des animaux, ou accroître leurs besoins énergétiques (voir tableaux 12 et 13).

Les parois des enclos pourraient probablement rester inférieures à un mètre tout en maintenant parfaitement en lieu sûr les holothuries. Cela permettrait de réduire tant le coût de ces installations que les tensions exercées sur ces structures.

Lorsqu'il n'y a pas de risques de vol, de grands enclos de faible hauteur peuvent sans doute être construits en tout endroit où le milieu se révèle favorable. À de plus grandes profondeurs, l'effet d'éventuels écoulements de faible salinité et celui de la houle s'amenuise. Mais le recours à l'air comprimé pour plonger n'en deviendrait que d'autant plus nécessaire.

Conclusions

La croissance des holothuries en bac doit être étudiée avec le plus grand soin sur de longues périodes pour aplanir les fluctuations imputables aux variations des quantités de sable et d'eau absorbées. L'utilisation dans de petits bacs d'holothuries issues du milieu na-

Tableau 12. Croissance des holothuries de sable dans l'enclos 1 au bord d'une île

	Placé	Placé	Retiré	Replacé	Pesé	Pesé
Date	03/11/00	09/11/00	30/01/01	05/02/01	23/03/01	07/05/01
Nombre	25	25	35	35	45	45
Poids moyen (g)	250,6	207,1	270,4	238,8	273,7	267,6
Croissance/animal/jour (g)			0,49		0,07	-0,11

Taux de survie (%)	90
Densité moyenne approx. (g/m ²)	275
Croissance globale/animal/jour (g)	0,21

Tableau 13. Croissance des holothuries de sable dans l'enclos 2 au bord d'une île

	Placé	Pesé	Pesé	Pesé
Date	09/11/00	30/01/01	23/03/01	07/05/01
Nombre	50	36	37	38
Poids moyen (g)	203,3	277,4	263,4	286,4
Croissance/animal/jour (g)		0,90	-0,27	0,51

Taux de survie (%)	76
Densité moyenne (g/m ²)	255
Croissance globale/animal/jour (g)	0,46

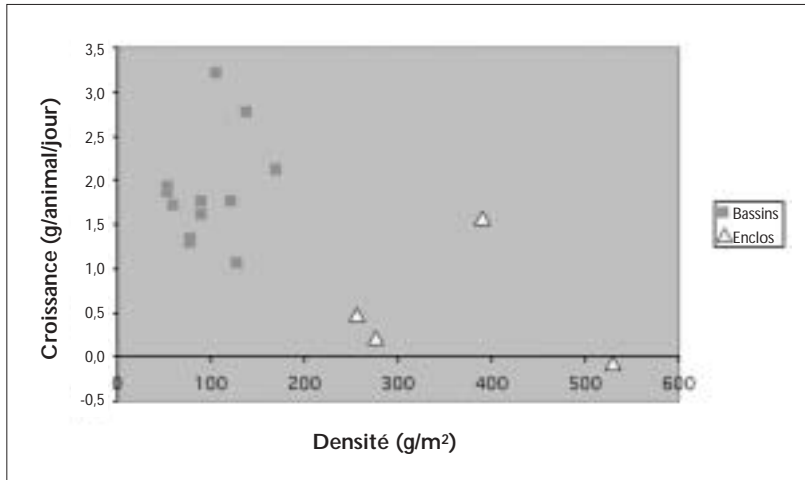


Figure 2. Densité et croissance de l'holothurie de sable en bassin et en enclos

turel fait que les densités de stockage seront vraisemblablement élevées. À moins de disposer d'un régime alimentaire approprié, les animaux en bac perdront plus facilement du poids qu'ils n'en gagneront. Il conviendrait vraisemblablement de pouvoir s'approvisionner en juvéniles ou en adultes de très petite taille pour pouvoir entreprendre des expériences comparatives et rigoureuses en bac.

Une croissance d'environ 2 g par animal et par jour semble être envisageable en bassin pendant la plus grosse partie de l'année sous les tropiques, et ce sur toute une catégorie de substrats, bien que le sable semble être le plus adapté.

Les fortes pluies semblent avoir été les principales responsables des problèmes de mortalité car elles créent des conditions chaudes anoxiques en dessous de l'halocline, précipitant la perte de l'ensemble des stocks. Le problème apparaît souvent dès que le beau temps revient après la pluie. Si l'on parvient à éviter ce problème, en aérant ou en mélangeant les eaux, voire même en renouvelant la couche inférieure ainsi que la couche supérieure d'eau, les holothuries semblent tolérer une large fourchette de conditions hydriques.

Les holothuries peuvent vivre pendant des semaines dans des eaux dont la salinité avoisine les 20 pour mille; elles peuvent sans doute survivre à un niveau inférieur de salinité pendant de plus courtes périodes. Les températures élevées du milieu de la journée dans des bassins de faible profondeur ou dont les eaux ont été en partie évacuées ne semblent pas poser de problème.

Les enclos ont également fait la preuve de leur efficacité pour le stockage et l'élevage des holothuries de sable. Si les pêcheurs locaux et les spécialistes de l'aquaculture peuvent travailler sous l'eau grâce à un narguilé, les problèmes que posent des sites plus

profonds peuvent être compensés par des conditions plus stables et une plus grande sécurité.

Dans les bassins et les enclos, les taux de croissance varient pour la plupart entre 1 et 3 grammes par animal et par jour. La figure 2 met en évidence une relation inverse entre la densité et la croissance, bien que cela n'ait pas encore été testé dans le cas de bassins à densités élevées, du fait du manque d'animaux. L'incidence des caractéristiques d'un site, dans le cas des enclos, doit faire l'objet de travaux complémentaires.

Bibliographie

- Battaglione, S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. Naga, The ICLARM Quarterly (Vol 22, No.4) October-December 1999.
- Battaglione, S.C. and J.D. Bell. 1999. Potential of the tropical Indo-Pacific sea cucumber, *Holothuria scabra*, for stock enhancement. In: E.S. Moksness et al. (eds). 'Proceedings of the First International Symposium on Stock Enhancement and Sea Ranching', Blackwell Science. 478-490.
- Conand, C. 1993. Reproductive biology of the holothurians from the major communities of the New Caledonian lagoon. Marine Biology 116:439-450.
- Conand, C. 1998. Overexploitation in the present world sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. In: R. Mooi and M. Telford (eds). Echinoderms: San Francisco. A.A. Balkema, Rotterdam: 449-454.
- James, D.B. 1996. Culture of sea-cucumber. Bull. Cent. Mar. Fish. Inst. 48:120-126.
- Ong Che, R.G. and E.D. Gomez. 1985. Reproductive Periodicity of *Holothuria scabra* Jaeger at Calatagan, Batangas, Philippines. Asian Mar. Biol. 2:21-29.
- Tuwo, A. 1999. Le cycle de reproduction de *Holothuria scabra* de l'île de Saugi, dans l'archipel de Spermonde, au sud-ouest de Sulawesi (Indonésie). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS n°11. 9-12.