

Expériences d'élevage simultané en bac d'holothuries de sable (*Holothuria scabra*) et de crevettes (*Penaeus monodon*)

R. Pitt^{1,2}, N.D.Q. Duy^{1,3}, T.V. Duy¹ et H.T.C. Long¹

Résumé

Sept expériences ont été menées sur l'élevage simultané d'holothuries de sable et de crevettes dans des bacs à fond sablonneux. La taille des individus, les densités de stockage, l'alimentation et d'autres conditions ont servi de variables. Les résultats démontrent que le sargassum en poudre n'a pas favorisé la croissance des holothuries, mais les a peut-être empêchées de mourir de faim, les juvéniles n'ayant survécu que de trois à six semaines en l'absence de nourriture. Les holothuries ont affiché un bon taux de croissance lorsqu'elles ont été nourries d'aliments de démarrage commerciaux pour crevettes, atteignant des densités de 300 g m⁻² ou plus ; toutefois, des taux d'alimentation largement supérieurs à 1 g m⁻² jour⁻¹ (poids sec total) peuvent créer des conditions benthiques anaérobiques et entraîner la mort des holothuries. La croissance des holothuries était meilleure en présence de taux de renouvellement d'eau élevés plutôt que faibles. Des panneaux de toit semi-opaques ont légèrement ralenti la croissance des holothuries, mais ont semblé augmenter le taux de survie des petites crevettes.

Les holothuries n'ont jamais semblé avoir une incidence négative sur la croissance ou la survie des crevettes. Toutefois, les effets de la présence des crevettes sur les holothuries étaient plus complexes. Les taux de survie et de croissance des holothuries étaient aussi bons en présence de crevettes qu'en l'absence de celles-ci, et semblaient parfois même meilleurs. Cela pourrait être attribuable au fait que les crevettes ont amélioré les conditions benthiques en consommant la nourriture excédentaire, ou à d'autres raisons qui demeurent inexplicables. Dans plusieurs expériences, des crevettes semblent toutefois avoir causé la mort d'holothuries, hypothèse qui a pu être clairement vérifiée dans certains cas. Les combinaisons de tailles pour lesquelles aucune prédation n'a eu lieu sont indiquées.

Introduction

Le projet d'élevage d'holothuries (2000-2003) mené par The WorldFish Center (ex-ICLARM) en collaboration avec le Ministère de la pêche du Vietnam à l'Institut de recherche aquacole n° 3 (RIA3) avait pour objectif majeur de combiner l'élevage de l'holothurie de sable (*Holothuria scabra*) à celui de la crevette (*Penaeus monodon*). L'élevage de cette espèce de crevette est une activité importante dans la province de Khanh Hoa, qui compte plus d'un millier d'écloseries et de nombreux bassins d'eau salée et saumâtre. Comme ailleurs, des problèmes de maladie font de la crevetticulture une entreprise risquée qui peut générer de gros profits ou se solder par des pertes importantes. De nombreux bassins demeurent vides pendant au moins une partie du temps, et les producteurs sont à la recherche d'espèces ou de systèmes d'élevage supplémentaires ou de remplacement.

Les bassins vides, en particulier ceux qui se trouvent dans des zones généralement très salines (qui, selon de nombreux producteurs, sont moins favorables à la crevetticulture), constituent une ressource qui pourrait servir à l'élevage des holothuries de sable (en symbiose ou non avec des crevettes). Une telle approche pourrait donner lieu soit à l'élevage commercial d'holothuries produites en éclosion soit au repeuplement à grande échelle de zones marines surexploitées.

L'élevage simultané d'holothuries de sable et de crevettes offre des perspectives particulièrement intéressantes. En offrant une autre récolte à peu de frais (à part ceux liés aux juvéniles eux-mêmes) et en n'exigeant aucun apport de nourriture supplémentaire, les holothuries de sable pourraient rendre plus économiquement attrayant l'élevage des crevettes à des densités moins élevées, ce qui aiderait ainsi à réduire l'impact environnemental de cette activité. En effet, les holothuries de sable se nourriraient des matières organiques benthiques, et contribueraient ainsi dans une certaine mesure à nettoyer le fond des bassins.

Sept expériences d'élevage en bac d'holothuries de sable en symbiose avec des crevettes sont résumées en ordre chronologique dans ce rapport. À l'exception de l'expérience C, elles correspondent à la deuxième phase de nourricerie, et ont été menées au moyen de juvéniles d'holothuries de sable produites dans l'écloserie du projet. Ces juvéniles ont franchi la première phase de nourricerie dans des bacs extérieurs à fond nu. Lors des expériences, ils ont été placés sur un substrat de sable. Le sable a été prélevé sur une plage raisonnablement propre, mais n'a plus été nettoyé au cours des expériences. (Certaines expériences en bac et en bassin ont été menées par des chercheurs de l'Institut de recherche aquacole n°3 dans le cadre d'un projet distinct financé par la DANIDA, le plus souvent avec des juvéniles de la même éclosion et nourricerie. Elles ne sont pas décrites dans le présent article.)

1. WorldFish Center et Institut de recherche aquacole n° 3, 33 Dang Tat, Nha Trang, Viet Nam
 2. raynerpitt@yahoo.co.uk
 3. haisamduy@yahoo.com

Description des expériences

Expérience A : Deux densités de stockage, avec et sans crevettes et nourriture pour crevettes, et avec et sans poudre d'algues marines

Huit bacs en fibre de verre (1,5 m de diamètre, 65 cm d'eau, superficie de 1,76 m² et capacité de 1,15 m³) ont été installés à l'extérieur en deux rangées adjacentes (numérotés 1, 3, 5, 7 et 2, 4, 6, 8). Les bacs ont été recouverts d'une couche de filet de protection solaire (60 %). Du sable de plage fin préalablement lavé (30 litres) a été versé dans chaque bac de manière à en recouvrir le fond (couche d'environ 17 mm d'épaisseur). Les bacs ont été alimentés en eau de mer filtrée par le sable (2 fois) ; des buses de 2 mm ont été utilisées de manière à ce que l'écart de débit entre les bacs ne dépasse pas 15 %, même sous l'effet des variations de pression. De manière générale, le système d'alimentation en eau était en marche le jour pendant de 8 à 12 heures, ce qui correspond à un taux de renouvellement d'eau moyen d'environ 300 à 400 litres bac⁻¹ jour⁻¹ (soit à peu près un tiers de la capacité du bac). La température de l'eau à l'intérieur des bacs, mesurée occasionnellement, se situait généralement entre 29 et 31 °C.

Le 31 mai 2001, les huit bacs ont été stockés d'holothuries de sable de petite taille, d'un poids moyen de 0,94 g, à raison de 36 (faible densité) ou de 72 (forte densité) individus par bac (20 ou 40 individus m⁻²). Quatre des bacs ont également été stockés de post-larves de crevettes, à raison de 80 par bac. Après 20 et 39 jours, les holothuries ont été pesées, après avoir séché à l'ombre pendant environ cinq minutes. Les crevettes, quant à elles, ont été échantillonnées après 20 jours, et ont été entièrement récoltées et pesées après 39 jours.

Dans chacun des quatre bacs renfermant des crevettes, les animaux ont été nourris d'aliments pour juvéniles de crevettes (Betagro 501S), et ce, généralement trois fois par jour, en quantités égales. Après une erreur initiale de suralimentation durant les

deux premiers jours, les taux d'alimentation ont été réduits, puis ont été graduellement accrus à mesure que grandissaient les animaux. Au cours de la première période, ils représentaient en moyenne 1,5 g bac⁻¹ jour⁻¹ (0,9 g m⁻²) et, au cours de la deuxième, 2,4 g bac⁻¹ jour⁻¹ (1,4 g m⁻²).

Dans quatre bacs (deux avec crevettes et deux sans crevettes), on a nourri les animaux tous les deux jours avec une poudre finement broyée se composant d'algues marines séchées, principalement du sargassum. Les bacs ayant une faible densité d'holothuries ont reçu 1,7 g tous les deux jours pendant la première période et 4,6 g tous les deux jours pendant la seconde ; ces taux étaient deux fois plus élevés dans les bacs ayant une forte densité d'holothuries. Enfin, dans deux des bacs sans crevettes, les holothuries de sable n'ont pas été nourries.

Conclusions de l'expérience A

1. Une croissance rapide des holothuries n'a été observée que dans les bacs renfermant des crevettes et de la nourriture pour crevettes. La croissance des holothuries s'est poursuivie au fil de l'expérience, leur biomasse atteignant des densités de plus de 300 g m⁻². Dans ces bacs, un apport d'algues en poudre a eu peu d'effet.
2. Dans les deux bacs n'ayant obtenu aucune nourriture, la plupart des holothuries de sable sont mortes au cours de la deuxième période de l'expérience. Dans les autres bacs, le taux de survie moyen des holothuries était de près de 94 %.
3. Une alimentation composée uniquement d'algues marines semble avoir permis aux holothuries de survivre, mais n'a pas favorisé leur croissance.
4. De manière générale, de faibles densités de stockage ont donné lieu à de meilleurs taux de croissance individuels que de fortes densités de stockage.
5. Le taux de survie moyen des crevettes était supérieur à 60 %, du stade post-larvaire à un poids moyen de plus de 0,4 g.

Tableau 1. Variables et résultats de l'expérience A

bac		1	2	3	4	5	6	7	8
variables	densité des holothuries	élevée	faible	faible	élevée	élevée	faible	faible	élevée
	crevettes + nourriture	oui	non	oui	non	non	oui	non	oui
	algues	élevée	faible	non	non	élevée	faible	non	non
20 juin									
holothuries de sable	nombre	71	35	35	64	73	34	36	68
	poids moyen (g)	5,6	1,8	7,3	0,7	1,1	5,4	1,2	3,7
	densité (g m ⁻²)	227	36	144	27	46	103	25	143
	taux de croissance (g jour ⁻¹)	0,24	0,04	0,32	-0,01	0,01	0,22	0,01	0,14
crevettes	poids moyen (g)	0,12		0,09			0,10		0,11
10 juillet									
holothuries de sable	nombre	61	36	35	6	70	32	16	66
	poids moyen (g)	9,9	4,0	16,0	2,0	1,7	17,2	1,6	10,7
	densité (g m ⁻²)	342	81	317	7	67	311	14	401
	taux de croissance (g jour ⁻¹)	0,21	0,11	0,44	0,06	0,03	0,59	0,02	0,35
	taux de survie (%)	86	103	100	9	96	94	44	97
crevettes	nombre	48		33			58		54
	poids moyen (g)	0,41		0,48			0,41		0,43
	taux de survie (%)	60		41			73		68

Expérience B : Avec nourriture pour crevettes, avec et sans crevettes, avec et sans *Gracilaria* et fumier de poulet

Huit bacs de 1,5 m de diamètre ont été installés comme dans l'expérience A, chaque bac contenant toutefois légèrement moins de sable (24 L). Le 11 juillet 2001, des lots identiques de 36 juvéniles (poids moyen de 0,83 g) ont été placés dans chaque bac (soit une densité d'environ 20 m⁻²). La moitié des bacs ont également été stockés de 80 post-larves de crevettes (environ 45 m⁻²).

Dans tous les bacs, y compris ceux renfermant des crevettes, les animaux ont été nourris d'aliments pour juvéniles de crevettes (Betagro 501S), et ce, habituellement trois fois par jour, en quantités égales. Dans la moitié des bacs, on a également ajouté tous les deux jours du *Gracilaria* frais (haché et mélangé) ainsi que du fumier de poulet sec (moulu et mélangé). On a donc établi quatre protocoles d'alimentation, en répétant chacun d'entre eux une fois. Les taux d'alimentation ont été graduellement accrus avec le temps (tableau 2). Après 22 jours, toutes les holothuries et des échantillons de crevettes de chaque bac ont été pesés, et après 18 autres jours, le reste des animaux ont été comptés et pesés (sauf, les crevettes du bac n°1, qui n'ont fait l'objet que d'un échantillonnage).

Les crevettes ont affiché une bonne croissance, leur taux de survie variant entre 59 et 95 % dans les trois bacs où elles ont été comptées. Toutefois, dans la plupart des bacs, les holothuries de sable ont connu un taux de mortalité élevé pendant la deuxième période, comme en témoignait la présence de sable noir et malodorant. Leur taux de survie n'a été adéquat que dans les deux bacs renfermant des crevettes et n'ayant reçu aucun apport en *Gracilaria* ou en fumier.

L'expérience semble avoir échoué au cours de la deuxième période en raison du taux d'alimentation trop élevé, chacun des bacs ayant reçu un apport en nourriture pour crevettes de 1,36 g m⁻² jour⁻¹ au cours des 16 derniers jours. Ce problème a été aggravé dans les bacs auxquels on a ajouté d'importantes quantités de *Gracilaria* et de fumier.

Conclusions de l'expérience B

1. L'apport en nourriture pour crevettes semble avoir été trop élevé (1,36 g m⁻² jour⁻¹) au cours de la deuxième période. Le problème a été exacerbé dans les bacs auxquels on a également ajouté du *Gracilaria* et du fumier.
2. Les holothuries de sable sont plus vulnérables à de mauvaises conditions benthiques que ne le sont les crevettes.
3. Pour les holothuries, le principal effet bénéfique de la présence

des crevettes est probablement le fait qu'elles consomment l'excédent de nourriture.

Expérience C : Holothuries de sable de grande taille avec et sans crevettes, avec nourriture pour crevettes, et avec algues marines

Cette expérience vise à examiner de façon préliminaire les interactions entre les holothuries de sable (prélevées en milieu naturel) et les crevettes de grande taille, qui pourraient notamment se produire dans des bassins de grossissement.

On soupçonnait que la présence de crevettes pouvait avoir des effets bénéfiques directs sur les holothuries de sable, les excréments de crevettes constituant peut-être une meilleure source de nourriture que les aliments pour crevettes. En revanche, de grosses crevettes ont été aperçues sur des holothuries de sable de grande taille, et on l'on craignait qu'elles ne leur causent des lésions ou qu'elles n'empêchent leurs blessures de guérir.

Cinq bacs en béton extérieurs d'une capacité de 6 m³ ont été utilisés. Une couche de sable de plage préalablement lavé de 10 mm d'épaisseur recouvrait le fond

Tableau 2. Taux d'alimentation de l'expérience B

tous les bacs (g bac ⁻¹ jour ⁻¹)		bacs 1, 3, 6, 8 (g bac ⁻¹ 2 jours ⁻¹)		
dates	aliment pour crevettes	dates	<i>Gracilaria</i> (fraîche)	fumier (sec)
12/7	1,50	14/7-24/7	12,50	5,0
13/7-24/7	0,90	26/7-3/8	18,75	7,5
25/7-3/8	1,50	5/8-19/8	30,00	12,0
4/8-19/8	2,40			
moy. (g jour⁻¹)	1,64		9,75	3,9

Tableau 3. Variables et résultats de l'expérience B

bac		1	2	3	4	5	6	7	8
crevettes		oui	non	non	oui	oui	non	non	oui
<i>Gracilaria</i> + fumier		oui	non	oui	non	non	oui	non	oui
2 août									
holothuries	nombre	34	31	21	34	30	36	35	32
	pds. moy. (g)	1,8	2,5	1,7	2,4	2,1	2,5	2,7	3,5
	survie (%)	94	86	58	94	83	100	97	89
crevettes	pds. moy. (g)	0,062			0,043	0,046			0,088
20 août									
holothuries	nombre	0	0	13	32	26	2	0	4
	pds. moy. (g)			5,4	10,1	3,2	1,2		5,4
	survie (%)			36	89	72	6		11
crevettes	pds. moy. (g)	0,48			0,37	0,26			0,43
	nombre	?			76	62			47
	survie (%)	?			95	78			59

de chacun des bacs, à l'exception du deuxième, où elle mesurait environ 25 mm d'épaisseur. Cette quantité de sable supplémentaire visait à permettre aux holothuries de s'y enfouir de manière à se protéger contre les crevettes. Les bacs ont été alimentés en eau (de 500 à 1 000 litres jour⁻¹) à partir d'un réservoir et d'un bassin de fixation au moyen de buses. Un procédé de filtration par le sable a tout d'abord été utilisé, mais a été abandonné par la suite.

Le 6 septembre 2001, les holothuries ont été réparties en groupes de sept animaux chacun. Les spécimens pesaient entre 40 et 440 g, mais les groupes ont été constitués de manière à ce que, dans chacun d'entre eux, leur poids moyen individuel se situe entre 160 et 170 g. L'utilisation de spécimens de tailles diverses a permis d'en suivre le poids tout au long de l'expérience. Pour nourrir les animaux, on a utilisé soit des aliments commerciaux pour crevettes (Betagro 503), soit des algues marines (principalement du sargassum), broyées à l'état sec, puis tamisées (< 250 µm) pour produire une poudre fine.

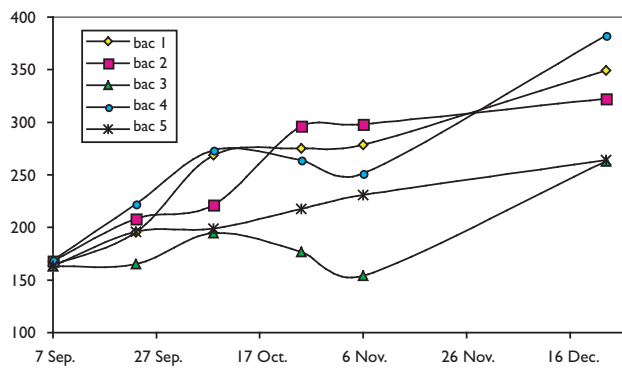


Figure 1. Évolution du poids moyen (g) des holothuries de sable (expérience C)

Tableau 4. Variables, taux de survie, densités de stockage et taux de croissance des holothuries de sable (en ordre croissant) (expérience C)

bac	sable (mm)	crevette	type d'aliment	aliment (g jour ⁻¹)	survie (%)	densité initiale (g m ⁻²)	densité finale (g m ⁻²)	croissance moyenne (g jour ⁻¹)
1	10	non	crevettes	3	100	187	399	1,700
2	25	oui	crevettes	6	100	192	369	1,410
4	10	oui	crevettes	6	43	193	219	*1,100
5	10	non	aucun	-	100	187	302	0,920
3	10	non	algues	3	100	186	301	0,916

* pour l'ensemble des animaux (1,65 pour les trois plus grandes holothuries ayant survécu jusqu'à la fin de l'expérience)

Tableau 5. Données relatives au stockage et à la récolte de crevettes (expérience C)

	stockage (6/9/01)		récolte (15/12/01)		
	nombre	poids moyen (g)	nombre	poids moyen (g)	survie (%)
bac 2	107	1,56	21	9,67	19,6
bac 4	102	1,64	67	5,66	65,7

Cinq combinaisons de variables différentes ont été utilisées, les holothuries de sable identifiables représentant le seul élément de répétition. Dans le bac n°1, qui ne renfermait aucune crevette, les holothuries ont reçu 3 g d'aliments pour crevettes par jour. Les bacs n°2 (sable supplémentaire) et 4 ont été stockés d'une quantité à peu près équivalente de crevettes (~ 17.4 m⁻²), tant sur le plan du nombre que du poids (moyenne de 1,6 g). L'apport en nourriture pour crevettes était d'environ 6 g par jour. Le bac n°3, qui ne renfermait aucune crevette, a obtenu 3 g d'algues en poudre par jour, alors que le bac n°5, lui aussi sans crevettes, n'a pas reçu de nourriture. Les holothuries de sable ont été recueillies et pesées à six reprises, sur une période de 107 jours. Les crevettes n'ont été comptées et pesées qu'au début et à la fin de l'expérience.

Toutes les holothuries ont survécu et semblaient être en bonne santé dans les bacs sans crevettes. Dans le bac n°2, une holothurie de sable s'est éviscérée au moment de la dernière manipulation (elle a été pesée avec ses viscères), ce qui laisse supposer qu'elle était faible. Dans le bac n°4, des lésions dermiques ont été observées sur une holothurie le 24 octobre, et sur deux d'entre elles le 5 novembre. Le 22 décembre, dans ce même bac, seules les trois plus grandes holothuries ont été trouvées.

Conclusions de l'expérience C

1. Les holothuries de sable ont affiché des taux de croissance raisonnables à des densités atteignant près de 400 g m⁻².
2. La présence des crevettes n'était pas nécessaire, la nourriture pour crevettes étant suffisante à elle seule, semble-t-il, pour soutenir ces taux de croissance.
3. Le fait de nourrir les holothuries avec des algues en poudre n'a pas semblé produire de meilleurs résultats que de ne pas les nourrir du tout.
4. Dans le bac n°4, des crevettes ayant un poids moyen inférieur à 6 g ont peut-être causé la mort d'holothuries dont le poids se situait entre 70 à 190 g.
5. Dans le bac n°2, les holothuries ont peut-être survécu grâce à la quantité supplémentaire de sable ou à d'autres facteurs.
6. Il n'est pas clair pourquoi le taux de survie des crevettes était faible dans le bac n°2.

Expérience D : Essais basés sur plusieurs facteurs (taille des juvéniles, présence de crevettes, utilisation d'un système de couverture et débit d'eau)

Seize bacs en fibre de verre (1,5 m de diamètre, profondeur de 65 cm jusqu'à la sortie d'eau) ont été installés à l'extérieur en deux rangées adjacentes. À part la rangée de cocotiers située à proximité, le site était exposé au soleil. Du sable de plage a été lavé et filtré au moyen d'un tamis à mailles mesurant 400 x 800 µm. Un échantillon de ce sable a été filtré à l'état humide, au moyen des tamis disponibles, puis a été séché et pesé. La répartition des tailles était la suivante : > 250 µm : 9,6 %, > 140 µm : 78,9 %, > 100 µm : 6,3 %, et > 50 µm : 5,3 %. Huit litres de sable ont été versés dans chacun des bacs. Les quatre facteurs ci-après ont été évalués, en seize combinaisons différentes, assignés de manière aléatoire.

a) Taille

Des juvéniles prélevés dans des bacs de nourricerie à fond nu ont été triés en groupes identiques, puis répartis en groupes de 24 animaux de grande taille ou de 36 animaux de petite taille. On les a ensuite fait sécher pendant de trois à cinq minutes, puis pesés, après avoir enlevé toute l'eau excédentaire au moyen d'une serviette. En ce qui concerne le poids total des juvéniles, l'écart maximal entre les divers groupes était de 7 % dans le cas des grands spécimens et de 20 % dans le cas des petits. Le poids moyen des grands juvéniles était de 0,53 g et celui des petits, de 0,12 g.

b) Crevettes

Quatre-vingt crevettes (*P. monodon*) au stade post-larvaire, nouvellement produites par une éclosérie, ont été mises dans chacun des huit bacs.

c) Système de couverture

Deux panneaux de toit en PVC semi-translucide de couleur bleue (2 m x 80 cm) ont été placés sur huit des bacs, de manière à se chevaucher quelque peu. Une pièce de bois a été utilisée pour donner une légère inclinaison aux panneaux, et une petite ouverture a été laissée d'un côté pour faciliter l'alimentation et l'inspection des animaux. Les panneaux ont non seulement permis de réduire les variations de la température de l'eau et de protéger les bacs contre la pluie et les saletés (principalement les débris de cocotiers), mais ont aussi considérablement réduit les niveaux d'intensité lumineuse, et, par conséquent, la photosynthèse, qui pourrait jouer un rôle important dans l'alimentation des holothuries de sable.

d) Débit

Les bacs ont été alimentés par de l'eau de mer non filtrée à partir d'un bac collecteur/de fixation, dont le niveau d'eau variait tout au long de la journée ; deux buses de taille différente ont été utilisées. (L'eau était pompée de la mer, presque toujours pendant le jour). À mi-niveau, le débit d'alimentation était respectivement d'environ 1 800 et 600 ml min⁻¹ pour les deux tailles de buse, ce qui se traduisait par une durée de rétention d'eau d'à peu près un et trois jours dans chaque cas.

Tableau 6. Variables et résultats de l'expérience D

bac	variables				15 déc.		14 janvier			7 février				28 février						
	taille	crev.	couv.	débit	nb.	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)	nb.	pds moy. (g)	survie (%)
1	petite	-	oui	faible	36	0,12	32	2,73	0,09		37	10,1	0,31		37	14,1	0,19			
2	grande	-	non	fort	24	0,52	23	5,76	0,17		24	17,6	0,49		24	19,8	0,10			
3	petite	-	non	fort	36	0,11	35	3,03	0,10		36	12,6	0,40		36	20,2	0,36			
4	petite	+	oui	faible	36	0,12	23	7,52	0,25	0,07	23	33,7	1,09	0,27	23	36,7	0,14	60	0,68	75
5	grande	+	non	fort	24	0,55	24	12,67	0,40	0,13	24	41,8	1,21	0,22	24	50,6	0,42	45	0,69	56
6	grande	+	non	faible	24	0,55	24	12,04	0,38	0,13	24	20,8	0,37	0,32	22	32,0	0,53	38	0,82	48
7	grande	-	non	faible	24	0,54	23	6,83	0,21		24	15,4	0,36		23	12,7	-0,13			
8	grande	+	oui	fort	24	0,55	22	14,68	0,47	0,13	22	41,4	1,11	0,29	20	40,5	-0,04	75	0,66	94
9	petite	-	non	faible	36	0,12	34	2,88	0,09		36	10,8	0,33		36	10,9	0,00			
10	grande	+	oui	faible	24	0,54	23	14,26	0,46	0,10	23	36,3	0,92	0,39	20	30,0	-0,30	60	0,65	75
11	grande	-	oui	fort	24	0,54	21	10,14	0,32		24	18,7	0,36		24	28,0	0,44			
12	petite	+	oui	fort	36	0,12	36	7,31	0,24	0,15	36	24,3	0,71	0,37	31	23,7	-0,03	71	0,61	89
13	petite	+	non	faible	36	0,11	33	5,42	0,18	0,10	36	16,3	0,45	0,27	30	12,0	-0,20	52	0,71	65
14	petite	-	oui	fort	36	0,11	28	4,46	0,15		35	12,1	0,32		35	8,3	-0,18			
15	grande	-	oui	faible	24	0,54	24	8,83	0,28		24	17,2	0,35		24	19,4	0,11			
16	petite	+	non	fort	36	0,13	30	8,00	0,26	0,14	31	29,6	0,90	0,41	30	27,9	-0,08	44	0,79	55

Le stockage des bacs a eu lieu 15 décembre 2001. Les bacs ne renfermant que des holothuries ont reçu un apport quotidien d'algues en poudre. Dans les bacs contenant des juvéniles de grande taille, la quantité d'algues fournie était initialement de 1,5 g jour⁻¹, alors que dans ceux contenant des juvéniles de petite taille, elle était de 0,75 g jour⁻¹. À compter du 1^{er} janvier 2002, cette quantité est passée à 2 g jour⁻¹ pour tous les bacs. Dans les bacs renfermant des crevettes, on a également nourri les animaux à l'aide d'aliments commerciaux (Betagro 501S ou Betagro 501), à raison de 1,5 g jour⁻¹. Pendant environ deux semaines, cette quantité a été divisée en trois rations quotidiennes, nombre qui a ensuite été réduit à deux. Le taux d'alimentation n'a pas été augmenté pendant l'expérience pour éviter la surconsommation. Les animaux ont fait l'objet d'un suivi au cours de trois périodes de croissance : ils ont été pesés le 14 janvier, le 7 février et le 28 février.

Pour chaque facteur, on comptait huit paires de bacs qui ne différaient que par rapport à cette variable, tout en faisant l'objet d'un traitement semblable pour ce qui est des trois autres facteurs. Bien que le manque de répétition ait empêché l'analyse statistique des résultats (selon les meilleures données disponibles), le taux de croissance des holothuries dans ces paires de bacs pouvait être classé en ordre d'importance pour chaque période de croissance, et par rapport à la durée totale de l'expérience. Le taux de mortalité précoce dans le bac n°4 a mené à un taux de croissance plus élevé que prévu parmi les holothuries restantes, et la paire de bacs correspondante n'a donc pas été prise en compte dans les comparaisons portant sur les périodes de croissance ultérieures et la durée totale de l'expérience. Le tableau 7 indique le nombre de paires de bacs pour lesquelles les holothuries de sable ont connu un taux de croissance plus élevé en fonction de diverses variables.

Conclusions de l'expérience D

1. Dans certains bacs renfermant des crevettes, les holothuries ont atteint des densités étonnamment élevées, soit jusqu'à 690 g m⁻².
2. De manière générale, les juvéniles ayant un poids plus élevé au début de l'expérience avaient également un poids plus élevé au terme de celle-ci, prin-

cipalement en raison de leur densité de stockage plus faible (résultat évident).

3. La croissance apparente des juvéniles due à la présence des crevettes peut très bien avoir été attribuable (en partie ou entièrement) à une meilleure alimentation (aliments pour crevettes et algues en poudre).
4. Les quatre bacs stockés de petites holothuries et de crevettes ont affiché des taux de survie légèrement moins élevés dans le cas des holothuries. Les premières holothuries sont mortes lorsque le poids moyen de celles-ci se situait entre 0,12 et 0,26 g et celui des crevettes, entre 0,07 et 0,15 g. Il n'est pas clair si la prédation par les crevettes était à blâmer.
5. La croissance des holothuries était légèrement plus élevée dans les bacs non couverts que dans ceux qui l'étaient.
6. Un taux élevé de renouvellement d'eau a eu un effet bénéfique sur la croissance des holothuries.
7. Les crevettes ont affiché un taux de survie moyen plus élevé dans les bacs couverts (83,1 %) que dans les bacs non couverts (44,8 %), mais un taux de croissance légèrement moins élevé.

Expérience E : Présence d'holothuries (2 tailles différentes), absence d'holothuries et présence de crevettes

Seize bacs non couverts de 1,5 m de diamètre ont été installés. Le taux moyen de renouvellement d'eau était d'environ 300 à 400 litres bac⁻¹ jour⁻¹, soit un tiers du volume du bac. Le 15 mars 2002, les bacs ont été stockés selon huit combinaisons différentes (une répétition dans chaque cas) en fonction des critères suivants : présence de juvéniles d'holothuries de grande taille, présence de juvéniles d'holothuries de petite taille, absence de juvéniles d'holothuries, présence de grosses crevettes, présence de petites crevettes au stade post-larvaire et absence de crevettes (en omettant l'absence simultanée de crevettes et d'holothuries).

Les bacs ont été stockés de manière à ce que la biomasse des holothuries soit la même. Ainsi, des groupes de 12 gros juvéniles ou d'environ 168 petits juvéniles ont été formés (poids total d'environ 170 g par groupe) ; on a fait en sorte que l'éventail de poids des individus soit semblable dans chaque cas. Quant aux crevettes, elles ont été réparties en fonction de leur nombre pour former des groupes de 54 individus au stade post-larvaire (30 m⁻²) ou de 27 juvéniles (15 m⁻²).

Dans les bacs renfermant des crevettes, les animaux ont été nourris au moyen d'un aliment de démarrage (Betagro 501S). Dans les autres bacs, on a utilisé un mélange qui sert actuellement de nourriture de base pour les holothuries de sable dans la deuxième phase de nourricerie, lequel se compose de deux parts de poudre de spirulina sèche, une part de Betagro 501S et une part d'algues sèches broyées. Cette dernière était principalement composée de sargassum — une algue récoltée localement, séchée au soleil, broyée et filtrée à travers un tamis à mailles de 250 µm. Dans

Tableau 7. Sommaire de l'incidence de divers facteurs sur la croissance des holothuries de sable (expérience D)

facteur	période 1	période 2	période 3	sur la durée totale	rapport entre les taux de croiss. moy.
grands spécimens >petits spécimens	8/8	6/7	3/7	6/7	1,53
avec crevettes >sans crevettes	8/8	7/7	3/7	7/7	1,91
sans couv. >avec couv.	6/8	6/7	3/7	4/7	1,15
fort débit >faible débit	6/8	7/7	5/7	6/7	1,87

chaque cas, deux rations quotidiennes de 1 g bac⁻¹ ont été fournies.

Résultats de l'expérience E

Le 25 mars, de nombreux animaux morts ou malades/mourants ont été observés dans les bacs renfermant de grosses crevettes et de petites holothuries. Ils ont été laissés dans les bacs, et l'on a continué à nourrir les animaux encore vivants. Le 10 avril, tous les bacs ont été vidés. Les holothuries du groupe formé de gros spécimens ont été pesés individuellement, puis les crevettes et les holothuries du groupe se composant de petits spécimens ont été comptés. Leur poids total a ensuite été mesuré.

Les pertes d'holothuries étaient négligeables dans la plupart des bacs et les taux de croissance étaient bons, s'élevant en moyenne à plus de 1 g jour⁻¹ dans le cas des gros juvéniles et à 0,1 g jour⁻¹ dans le cas des petits. En ce qui concerne la biomasse, la densité des holothuries a atteint environ 300 g m⁻². Les crevettes ont également affiché un bon taux de survie, se situant entre 70 et 80 % tant pour les juvéniles que pour les post-larves. Le taux de croissance des crevettes était d'environ 0,03 g jour⁻¹ dans le cas des juvéniles et de 0,007 g jour⁻¹ dans le cas des post-larves.

Des holothuries mortes ont toutefois été observées à partir du dixième jour dans les deux bacs stockés de petites holothuries et de grosses crevettes. Dans ces deux bacs, le taux de survie des holothuries n'était que de 9 %, et leur poids moyen a accusé une légère baisse. En supposant que la croissance des crevettes est demeurée plus ou moins linéaire, au moment où les holothuries ont commencé à mourir, le poids moyen des crevettes contenus dans ces bacs aurait été d'environ 0,95 g, ce qui est semblable au poids de départ des holothuries.

Conclusions de l'expérience E

1. Les crevettes d'environ 1 g ont causé la mort d'holothuries de taille semblable.
2. Les aliments pour crevettes peuvent assurer un bon taux de croissance chez les holothuries, et ce, en l'absence de crevettes.
3. Le taux de survie des petites crevettes était le plus élevé en présence d'holothuries de grande taille ; autrement, la présence ou l'absence d'holothuries a eu peu d'effet sur les taux de croissance et de survie des crevettes.

Expérience F : Quatre tailles d'holothuries, trois tailles de crevettes et absence de crevettes

Seize bacs mesurant 1,5 m de diamètre ont été installés (dans un lieu exposé au soleil) comme précédemment ; toutefois, seuls six litres de sable (profondeur de 3,5 mm) y ont été déversés. Le remplissage des bacs a commencé le 26 juillet 2002, et, trois jours plus

Tableau 8. Résultats de l'expérience E

variables			15 mars				10 avril						
bac	holoth.	crev.	holothuries		crevettes		holothuries				crevettes		
			poids moy. (g)	no.	poids moy. (g)	nb.	poids moy. (g)	nb.	croiss. (g jour ⁻¹)	survie (%)	poids moy. (g)	nb.	survie (%)
12	grandes	grandes	14,40	12	0,580	27	44,5	12	1,16	100,0	1,25	20	74,1
13	grandes	grandes	14,30	12	0,620	27	37,2	12	0,88	100,0	1,44	18	66,7
2	grandes	petites	14,30	12	0,008	54	42,0	12	1,06	100,0	0,23	47	87,0
14	grandes	petites	14,50	12	0,008	54	37,7	12	0,89	100,0	0,18	52	96,3
3	grandes	aucune	14,20	12			47,6	12	1,29	100,0			
16	grandes	aucune	14,30	12			43,2	12	1,11	100,0			
7	petites	grandes	0,98	168	0,560	27	0,24	13	-0,03	7,7	1,44	21	77,8
15	petites	grandes	0,98	167	0,600	27	0,33	17	-0,02	10,2	1,66	16	59,3
4	petites	petites	0,99	168	0,008	54	3,36	169	0,09	100,6	0,20	45	83,3
10	petites	petites	0,99	163	0,008	54	3,40	163	0,09	100,0	0,19	47	87,0
6	petites	aucune	0,98	166			4,69	166	0,14	100,0			
9	petites	aucune	0,96	170			3,12	169	0,08	99,4			
5	aucune	grandes			0,610	27					1,31	16	59,3
11	aucune	grandes			0,610	27					1,23	26	96,3
1	aucune	petites			0,008	54					0,25	34	63,0
8	aucune	petites			0,008	54					0,19	42	77,8

Tableau 9. Résultats de l'expérience E – Moyennes établies par paires

bacs	variables		holothuries			crevettes		
	holothur.	crevettes	survie (%)	densité finale (g m ⁻²)	croissance (g jour ⁻¹)	survie (%)	densité finale (g m ⁻²)	croissance (g day ⁻¹)
12 et 13	grandes	grandes	100,0	277,3	1,02	70,4	14,4	0,028
2 et 14	grandes	petites	100,0	270,7	0,98	91,7	5,7	0,007
3 et 16	grandes	aucune	100,0	308,4	1,20			
7 et 15	petites	grandes	9,0	2,5	-0,03	68,5	16,0	0,037
4 et 10	petites	petites	100,0	317,5	0,09	85,2	5,1	0,007
6 et 9	petites	aucune	99,7	369,6	0,11			
5 et 11	aucune	grandes				77,8	15,0	0,025
1 et 8	aucune	petites				70,4	4,7	0,008

tard, quatre groupes d'holothuries de tailles différentes produites à l'Institut de recherche aquacole n°3 y ont été déposés. Certains spécimens avaient passé deux mois dans des cages marines destinées à l'élevage de *Babylonia areolata*, avec ou sans ce gastéropode, alors que les holothuries de petite taille provenaient directement des bacs de nourricerie terrestres de l'Institut de recherche aquacole n°3.

Les bacs ont été stockés avec 12 juvéniles chacun pour les deux plus grandes tailles d'holothuries et de 18 juvéniles chacun pour les deux plus petites tailles. Dans les bacs renfermant des crevettes (produites en éclosure et élevées en bassin), le nombre de juvéniles d'holothuries était également de 18 (densité d'environ 10 m⁻²). On s'est efforcé de former des groupes d'holothuries équilibrés, aussi bien pour le poids moyen que pour la répartition par tailles, et de minimiser ainsi les écarts. Les 16 combinaisons de variables ont été assignées au hasard (par tirage au sort). Tous les bacs ont reçu un gramme d'aliments de démarrage pour crevettes (Betagro 501S) deux fois par jour. Au cours des premiers jours, les grosses crevettes qui sont mortes ont été remplacées (en général, par de plus petits spécimens, les seuls animaux disponibles).

Lors de la deuxième pesée (le 12 août), toutes les holothuries ont été recueillies, mais seul le poids total a été mesuré. Leur taux de survie était alors de 100 %, mais deux jours plus tard, certaines holothuries du bac n°6 étaient malades. Celles qui sont mortes n'ont pas été retirées. Dix crevettes de chaque bac ont également été capturées et pesées. Lors de la troisième pesée (le 26 août), tous les animaux survivants ont été recueillis. Les holothuries ont été pesées indivi-

duellement, tandis que les crevettes ont été comptées, puis pesées en groupe.

Dans les bacs renfermant des crevettes de petite ou de moyenne taille, ou sans crevettes, le taux de survie moyen des holothuries s'élevait à 99 %, alors qu'en présence de crevettes de grande taille, il n'était que de 69 %. (Il est regrettable que l'on n'ait pas continué l'expérience pendant une période plus longue pour voir si les pertes allaient se poursuivre.) Les holothuries ont enregistré le meilleur taux de croissance dans les bacs comptant de petites crevettes. Le taux de survie moyen des crevettes, quant à lui, était raisonnable (79,6 %). La taille des petites crevettes a presque doublé au cours de l'expérience, alors que celle des grandes n'a pratiquement pas augmenté. (Ces dernières étaient peut-être sous-alimentées, ou incapables d'utiliser efficacement les petites particules de nourriture.)

Conclusions de l'expérience F

1. La taille des holothuries ne semble avoir eu aucun effet sur les taux de croissance ou de survie des crevettes.
2. La présence de crevettes de grande taille (poids moyen d'environ 5 g) pourrait avoir réduit le taux de survie des holothuries au cours de la deuxième période de l'expérience, dans le cas des holothuries de petite, de moyenne et de grande taille (poids moyen se situant entre 7,6 et 28,1 g).
3. Le présence de petites crevettes (poids moyen allant jusqu'à environ 1,5 g) pourrait avoir légèrement fait augmenter le taux de croissance des holothuries.

Tableau 10. Résultats de l'expérience F

variables			29 juillet			12 août				26 août							
bac	holoth.	crevettes	holothuries		crev.	holothuries		croiss. 1ère période (g jour ⁻¹)	pds. moy. (g)	holothuries				crevettes			
			nb.	pds. moy. (g)		nb.	pds. moy. (g)			nb.	pds. moy. (g)	croiss. 2nde période (g jour ⁻¹)	croiss. totale (g jour ⁻¹)	survie (%)	nb.	pds. moy. (g)	survie (%)
12	XL	aucune	12	30,8		12	46,3	1,11		12	41,3	-0,36	0,38	100			
3	XL	petites	12	30,9	0,8	12	42,3	0,82	1,1	12	47,9	0,40	0,61	100	15	1,5	83
13	XL	moy.	12	30,9	2,1	12	37,2	0,45	3	12	38,4	0,09	0,27	100	14	2,7	78
9	XL	grandes	12	29,8	5,0	12	36,7	0,49	5,7	11	42,5	0,41	0,45	92	12	5,1	67
6	grandes	aucune	12	10,3		12	23,8	0,97		11	24,4	0,04	0,50	92			
10	grandes	petites	12	10,2	0,9	12	25,4	1,09	1,1	12	34,3	0,63	0,86	100	14	1,8	78
5	grandes	moy.	12	9,4	2,1	12	24,3	1,06	2,6	12	27,7	0,24	0,65	100	14	3,1	78
4	grandes	grandes	12	9,5	4,5	12	23,4	1,00	4,6	8	28,1	0,34	0,67	67	16	4,8	89
16	moy.	aucune	20	3,2		20	15,0	0,84		20	20,4	0,38	0,61	100			
7	moy.	petites	20	3,6	0,9	20	12,1	0,61	1,1	20	19,0	0,49	0,55	100	13	1,5	72
14	moy.	moy.	20	3,3	2,3	20	9,5	0,44	2,3	20	13,3	0,28	0,36	100	14	2,6	78
1	moy.	grandes	20	3,1	4,7	20	13,4	0,73	5,4	15	17,1	0,27	0,50	75	16	5,8	89
2	petites	aucune	20	1,1		20	7,9	0,49		20	7,3	-0,04	0,22	100			
8	petites	petites	20	1,0	0,9	20	7,6	0,47	1,1	20	18,1	0,75	0,61	100	13	1,5	72
11	petites	moy.	20	1,1	2,2	20	8,5	0,53	2,8	19	15,4	0,49	0,51	95	14	3,0	78
15	petites	grandes	20	1,0	4,9	20	7,6	0,47	4,6	10	9,2	0,12	0,29	50	17	4,8	94

Expérience G : Deux tailles d'holothuries et deux tailles de crevettes (bacs et aquariums)**Bacs**

Quinze petits bacs en fibre de verre (diamètre interne de 85 cm (0,57 m²) et profondeur de 46 cm (280 litres)) ont été disposés en trois rangées dans un lieu partiellement ombragé (60 %). Ils ont été alimentés en eau non filtrée à partir d'un bac de fixation (débit d'alimentation et pression variables) à l'aide de buses uniformes, pendant environ 10 heures par jour. Cela s'est traduit par une durée moyenne de rétention d'eau d'environ 24 heures. Une mince couche de sable de plage filtré tapissait le fond des bacs qui ont été recouverts d'un léger filet (mailles d'environ 4,5 mm) destiné à éviter que les crevettes ne sautent à l'extérieur. (Les filtres de sortie des bacs avec crevettes étaient également grillagés.) Les bacs ont reçu une ration quotidienne de 0,5 g d'aliments de démarrage pour crevettes à texture fine (CP 9000), à compter du premier jour de l'expérience. La fréquence d'alimentation et la quantité de nourriture dispensée ont été maintenues à des niveaux très faibles pour évaluer la façon dont se comportent les crevettes à l'égard des holothuries, lorsqu'elles ont faim.

Le 6 juin 2003, les bacs ont été stockés selon cinq combinaisons de variables différentes. Les petites crevettes avaient été élevées dans un bac à partir du stade postlavraire, et les grandes, dans le bassin d'un producteur. Chaque combinaison de variables a été répétée trois fois (les combinaisons ont été réparties de manière aléatoire de manière à être toutes présentes dans chacune des rangées). Les combinaisons étaient les suivantes :

- 12 holothuries de taille moyenne (poids moyen de 3,6 g, densité de 21 m⁻²) et 18 crevettes de taille moyenne (poids moyen de 1,4 g, densité de 32 m⁻²)
- 12 holothuries de taille moyenne (poids moyen de 3,6 g, densité de 21 m⁻²) sans crevettes
- 18 petites holothuries (poids moyen de 0,5 g, densité de 32 m⁻²) et 18 crevettes de taille moyenne (poids moyen de 1,4 g, densité de 32 m⁻²)
- 18 petites holothuries (poids moyen de 0,5 g, densité de 32 m⁻²) et 24 petites crevettes (poids moyen de 0,02 g, densité de 42 m⁻²)
- 18 petites holothuries (poids moyen de 0,5 g, densité de 32 m⁻²), sans crevettes

Aquariums

Six petits aquariums en verre (30 cm x 20 cm x 30 cm) ont été installés et stockés en holothuries et en crevettes de tailles semblables. Les combinaisons de variables sans crevettes ont été omises. Les aquariums n'avaient qu'un dixième de la superficie des bacs en fibre de verre, et leur densité de stockage était environ 3,3 fois plus élevée. Quant à la densité de stockage volumétrique, elle était environ 4,4 fois plus élevée dans les aquariums que dans les bacs. Les aquariums ont obtenu une ration quotidienne de 20 mg de nourriture de démarrage pour crevettes à texture fine, à compter du deuxième jour. L'eau n'a été renouvelée de temps à autre.

Résultats de l'expérience G

Quelques jours après le stockage, une petite holothurie a été trouvée à moitié dévorée dans l'aquarium n°6 (qui renfermait des crevettes de taille moyenne). Le 14 juin, d'autres petites holothuries semblaient

Tableau 11. Résultats présentés par bac (expérience G)

bac	combinaison		06 juin				16 juin						
			holothuries		crevettes		holothuries				crevettes		
	holoth.	crevettes	nb.	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	croiss (g jour ⁻¹)	survie (%)	nb.	pds moy. (g)	croiss (g jour ⁻¹)
2	moy.	moy.	12	3,7	18	1,40	3	5,7	0,20	25	18	1,390	-0,010
8	moy.	moy.	12	3,6	18	1,40	0			0	17	1,820	0,040
14	moy.	moy.	12	3,5	18	1,40	1	3,0	-0,05	8	18	1,560	0,010
3	moy.	aucune	12	3,5			12	7,9	0,44	100			
6	moy.	aucune	12	3,6			12	8,6	0,50	100			
12	moy.	aucune	12	3,7			12	9,6	0,59	100			
4	petites	moy.	18	0,5	18	1,40	0			0	18	1,610	0,020
7	petites	moy.	18	0,5	18	1,40	0			0	18	1,500	0,010
11	petites	moy.	18	0,5	18	1,40	0			0	18	1,560	0,010
5	petites	small	18	0,5	24	0,02	18	2,7	0,21	100		0,064	0,004
10	petites	small	18	0,5	24	0,02	17	1,6	0,11	94			
13	petites	small	18	0,5	24	0,02	18	2,5	0,20	100			
1	petites	aucune	18	0,5			18	2,8	0,23	100			
9	petites	aucune	18	0,5			18	2,3	0,18	100			
15	petites	aucune	18	0,5			18	2,6	0,21	100			

avoir été attaquées par des crevettes de taille moyenne : certaines d'entre elles s'étaient fait éviscérer, et d'autres étaient mortes (et à moitié mangées).

Le 16 juin, des holothuries des deux tailles, ainsi que des crevettes de taille moyenne, ont été recueillies, comptées et pesées. Dans les bacs renfermant des crevettes de taille moyenne, la plupart des holothuries étaient soit entièrement plates et flasques, soit mortes ou avaient disparu. Des restes de viscères ont été trouvés. Dans les six bacs sans crevettes (ou comportant de petites crevettes), pratiquement toutes les holothuries avaient survécu et grossi. Dans le bac n°10 (petites holothuries, petites crevettes), les holothuries ont affiché un faible taux de croissance, mais ne semblaient pas autrement avoir été perturbées par la présence des crevettes. Malheureusement, les petites crevettes n'ont pas été comptées, et seul un échantillon prélevé dans le bac n°5 a été pesé ; ainsi, les données sur la survie des crevettes et la plupart des données relatives à leur croissance ont été perdues. Malgré leur faible taux de croissance, presque toutes les crevettes de taille moyenne dans les bacs ont survécu.

Toutes les holothuries en présence de crevettes de taille moyenne sont mortes, sauf celles se trouvant dans l'aquarium n°4, qui ont perdu du poids. Les holothuries élevées avec de petites crevettes ont toutes survécu. Six crevettes sont mortes dans ces conditions plutôt difficiles (températures et densités élevées, peu de renouvellement d'eau).

Conclusions de l'expérience G

1. Les crevettes ayant un poids moyen d'environ 1,5 g ont causé la mort de juvéniles d'holothuries dont le poids se situait entre 2,8 et 3,7 g.
2. Les crevettes ayant un poids moyen de 0,02 g n'ont pas attaqué les holothuries de 0,5 g.
3. La présence de petites crevettes ne semble pas avoir eu d'incidence sur la croissance des holothuries.

Discussion

Collectivement, ces sept expériences démontrent que l'élevage simultané des espèces *Holothuria scabra* et *Penaeus monodon* devrait être possible dans de nom-

breuses situations, et que toute interaction néfaste entre ces espèces est susceptible de se produire au détriment des holothuries et non des crevettes. En outre, les chercheurs de l'Institut de recherche aquacole n°3 ont élevé des holothuries de sable en symbiose avec des crevettes en bassin (jusqu'à une taille commercialisable) à au moins deux reprises (Thu, 2003). Lors de ces essais à plus grande échelle, on a obtenu un taux de survie raisonnable à la récolte, aussi bien dans le cas des crevettes que dans celui des holothuries de sable, dans deux bassins sur quatre stockés d'holothuries de sable recueillies en milieu naturel, et dans un bassin sur deux stockés de juvéniles produits en éclosion.

Malgré ces résultats prometteurs dans l'ensemble, la prédation des holothuries de sable par l'espèce *P. monodon* était un phénomène rapide et réel dans certaines conditions. Thu et ses collaborateurs (comm. pers.) ont effectué des essais en bac qui semblent indiquer que les crevettes sont susceptibles d'attaquer les holothuries lorsque la densité de stockage est élevée, mais que ce n'est pas le cas lorsqu'elle est faible. La prédation de juvéniles d'holothuries de sable par les Siganidae et les jeunes crabes de la famille Portunidae a également été observée (Pitt et Duy, 2004).

Il est possible que les holothuries de sable ne constituent pas une proie naturelle ou de prédilection pour les crevettes, mais plutôt une source de nourriture que celles-ci peuvent apprendre à exploiter lorsqu'elles ont faim. Les crevettes seraient peut-être même capables de provoquer l'éviscération des holothuries de manière à pouvoir se nourrir de leurs viscères. Cette hypothèse est corroborée par la présence de juvéniles d'holothuries au corps aplati, d'apparence vide et au tégument intact, observée dans certains bacs.

La figure 2 présente un sommaire des cas dans lesquels il y a eu ou non prédation des holothuries par les crevettes. Il est clair que la mort d'holothuries n'est survenue que dans une minorité de cas, et qu'elle ne se limitait pas simplement aux bacs renfermant une combinaison d'holothuries et de crevettes de taille relativement petite. Il semble plutôt que certaines conditions d'élevage sont susceptibles de rendre les crevettes plus agressives à l'endroit des holothuries de sable.

Tableau 12. Résultats présentés par aquarium (expérience G)

aquarium	combinaison		06 juin				16 juin						
			holothuries		crevettes		holothuries				crevettes		
			nb.	poids moy. (g)	nb.	poids moy. (g)	nb.	poids moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)	survie	nb.	poids moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)
1	moy.	moy.	4	3,0	6	1,40	0			0	5	1,6	0,016
6	moy.	moy.	4	2,8	6	1,40	0			0	3	2,0	0,056
4	petites	moy.	6	0,5	6	1,40	6	0,3	-0,017	100	5	2,6	0,116
5	petites	moy.	6	0,5	6	1,40	0			0	5	1,8	0,036
2	petites	petites	6	0,5	8	0,02	6	1,2	0,067	100	8	0,063	0,004
3	petites	petites	6	0,5	8	0,02	6	0,8	0,033	100	8	0,063	0,004

Il convient de signaler que les résultats présentés ici doivent être interprétés avec prudence. Bien que les résultats obtenus couvrent l'éventail des interactions attendues entre *H. scabra* et *P. monodon*, la plupart des expériences ne comptaient peu ou pas de répétitions. Ainsi, on ne peut savoir avec certitude si les résultats d'expériences individuelles étaient ou non le fruit du hasard. On encourage fortement la conduite de recherches supplémentaires d'une plus grande rigueur à ce sujet, comportant suffisamment de répétitions, pour étudier les effets de l'élevage simultané d'holothuries de sable et de crevettes de différentes tailles, à différentes densités, sous différents régimes d'alimentation, etc. Les résultats de telles expériences pourraient ainsi servir de point de départ à l'élaboration d'un guide à l'intention des producteurs concernant les combinaisons de tailles à privilégier dans l'élevage simultané des deux espèces.

Bibliographie

Pitt R. and Duy N.D.Q. 2004. Sandfish breeding and rearing in Vietnam. 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. T463.

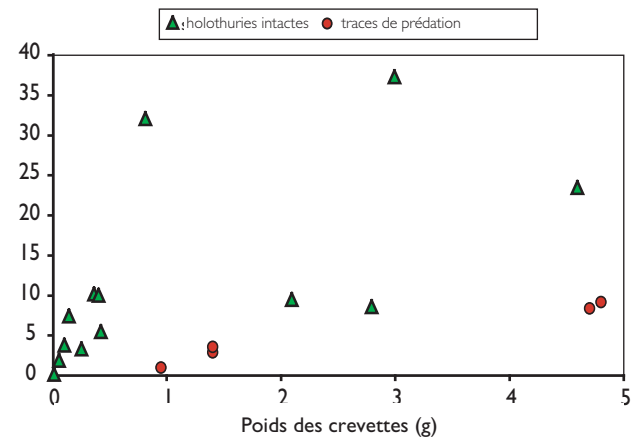


Figure 2. Tailles moyennes des holothurians et des crevettes dans les bacs où les holothurians sont restées indemnes et où elles semblent avoir été tuées par des crevettes

Thu N.T.X. 2003. Project report. Shrimp culture in combination with sea-cucumbers (*Holothuria scabra*) to improve the environment in pond. Ministry of Fisheries Research Institute for Aquaculture No.3, FSPS Programme, SUMA component. 43 p.

Suivi de la population scissipare de *Holothuria atra* d'un récif frangeant de l'île de La Réunion (océan Indien)

Chantal Conand¹

Introduction

Holothuria atra est l'espèce la plus fréquente et la plus abondante sur les récifs frangeants de l'île de La Réunion, comme généralement sur les récifs indo-pacifiques (Conand 1996; Conand et Mangion 2002; Jaquemet *et al.* 1999; Uthicke 2001). À La Réunion, sa densité est variable suivant les sites et la zone récifale considérée, et les populations y présentent des structures différentes (Conand 1996). Le rôle de cette espèce dans l'écologie des substrats meubles des récifs de La Réunion est aussi appréhendé actuellement. Son importance pour le remaniement des sédiments est grande, la population étudiée ingérant 78 kg m⁻² an⁻¹ (Mangion *et al.* sous presse).

C'est l'une des espèces d'holothurians qui peuvent se reproduire de manière asexuée par scission, avec des modalités différentes suivant les sites étudiés (Chao *et al.* 1993; Conand 1996; Jaquemet *et al.* 1999; Uthicke 2001). L'importance de la multiplication asexuée est essentielle pour comprendre la génétique des popu-

lations. En effet, des études de génétique sur cette espèce ont aussi démontré que malgré l'importance de la multiplication asexuée, la reproduction sexuée restait essentielle pour la dispersion à grande échelle des larves (Uthicke *et al.* 2001). Cependant, la multiplication asexuée est un mécanisme très répandu chez cette espèce et son influence sur l'abondance des populations et la taille des individus a été étudiée en plusieurs sites, sur la Grande barrière australienne (Uthicke 1997, 2001), à Taiwan (Chao *et al.* 1994), en Nouvelle Calédonie (Conand 1989) et à La Réunion (Conand 1996; Jaquemet *et al.* 1999).

Les résultats présentés ici se rapportent à la poursuite en 1998, 1999 et 2000, de l'échantillonnage réalisé entre novembre 1993 et novembre 1997 qui avait montré la relative stabilité de la densité et des poids moyens des individus (Jaquemet *et al.* 1999). Il s'agit de suivre l'influence de la multiplication asexuée par scission sur la dynamique des populations, en particulier sur la densité et sur la taille (poids) des individus.