



Les bénitiers *Tridacna gigas* et *Hippopus hippopus* : biofiltres de choix d'un aquarium marin à eau recyclée

Richard D. Braley¹

Résumé

Deux aquariums de 1 000 litres en fibre de verre et en verre, dotés chacun de leur propre filtre de base et d'un réservoir, abritaient trois spécimens du bénitier *Tridacna gigas*, deux spécimens du bénitier *Hippopus hippopus* et un assortiment de poissons-demoiselles. Les *T. gigas* pesaient jusqu'à 40 kg. Aucun bénitier n'a reçu, pour alimenter ses zooxanthelles symbiotes, d'autres nutriments que les déchets organiques produits par les poissons et les invertébrés et l'excédent de nourriture donnée aux poissons. Ces aquariums ont fonctionné pendant plus de sept mois sans aucun problème. Certains poissons ont grossi pendant cette période, jusqu'à atteindre la taille de reproduction. Les *T. gigas* ont vu la longueur de leur coquille augmenter de 5,5 pour cent et leur poids humide total de 13,4 pour cent; pour *H. hippopus*, ces chiffres ont été de 4,3 pour cent et 20,4 pour cent, respectivement. Un système de plus grande dimension, d'un volume global de 20 000 litres, contenant seize *T. gigas*, trois *H. hippopus*, trente-cinq *T. crocea*, des coraux et une multitude de demoiselles et d'anémones, a été inauguré et ouvert au public; cet aquarium fonctionne depuis deux mois sans aucune difficulté. Le bénitier, notamment *T. gigas*, une espèce de grande taille, est un excellent biofiltre naturel pour les aquariums de grande dimension.

Introduction

Grâce aux améliorations techniques des aquariums d'eau de mer, on peut désormais conserver plus facilement un grand nombre d'espèces marines nouvelles. Une grande partie de ces améliorations concerne le recours au filtrage et au biofiltrage dans les systèmes à eau recyclée.

Il a été démontré que les bénitiers issus de l'aquaculture absorbent l'azote et le phosphate non organiques et croissent plus rapidement que des spécimens témoins qui reçoivent ces mêmes nutriments sous forme de supplément (Braley *et al.*, 1992; Fitt *et al.*, 1993). Par rapport aux individus témoins, dans un système à eau de mer recyclée, on a constaté une croissance de 75 pour cent chez des *Tridacna derasa* de petite taille ayant reçu 50 µm de NH₃ ou NO₃ (Fitt *et al.*, 1993) et une croissance de 88 pour cent chez des *Tridacna gigas* de petite taille ayant reçu 40 µm de NH₃ (Braley *et al.*, 1992).

Les espèces de bénitier de petite taille *Tridacna maxima* et *Tridacna crocea* sont certes très prisées par les aquariophiles depuis quelques années, mais l'espèce de grande dimension *T. gigas* n'avait jamais été utilisée dans un aquarium pour y faire office de système principal de biofiltrage. Cet article vise à démontrer l'efficacité de *T. gigas* et d'autres bénitiers à cet égard.

Méthode

Deux bacs de 1 000 litres chacun et deux cuves de forme circulaire en plastique de 250 litres faisant office à la fois

de cuve de biofiltrage et de réservoir ont été installés sur la pergola du siège d'*Aquasearch Pty Ltd*. L'avant des bacs était équipé d'une vitre de 1,8 cm d'épaisseur; les parois arrière et latérales en fibre de verre étaient semi-circulaires. Sous une toile à ombrer (transmission de 50% de la lumière) et un matériau plastique (SolarGro) très translucide (transmission de 82% de la lumière) installés en hauteur, seuls 41 pour cent environ de la lumière solaire filtrait. À midi sous les tropiques, cela correspond à 820 µ-einsteins/m²/s. Les bacs ont été installés de façon à recevoir la lumière solaire jusqu'à 14 heures, heure à laquelle le soleil disparaissait derrière un bâtiment. Une pompe centrifuge Eheim, modèle 1060 (240 v), a été installée dans chacun des réservoirs. Au rythme d'environ 25 litres par minute, l'eau était recyclée 36 fois en 24 heures dans les bacs principaux de 1 000 litres. L'eau se déversait par simple gravité d'un côté de ces bacs dans un casier à lait en plastique rempli de matériau de biofiltrage en plastique noir (volume : 48 litres environ; matériau de filtrage : 150 m²/m³ environ; ce qui représente près de 7,2 m² de matériau de biofiltrage par bac). Le reste de la cuve circulaire de plastique de 250 litres faisait office de réservoir d'où l'eau était pompée pour revenir dans le bac de 1 000 litres équipé d'un système d'aération. Au cours de cette étude qui a duré sept mois et demi, l'eau de mer n'a été renouvelée qu'une seule fois après qu'un orage eut détruit une partie de la protection SolarGro et que de l'eau douce eut inondé un des bacs et fait baisser la salinité. Les deux bacs ont immédiatement reçu de l'eau de mer nouvelle.

La biomasse des bénitiers, des poissons, des anémones et des coraux représentait dans chaque bac près de

30 kg de tissu mou (coquilles exclues, donc). Les poids humides et la longueur des coquilles (en centimètres) des bénitiers ont été consignés au départ puis à trois mois et enfin à sept mois et demi. L'évolution de la taille des poissons a été évaluée par approximation au moment de leur introduction deux mois après le début de l'étude, puis à sept mois et demi.

Les algues filamenteuses ont été régulièrement supprimées de la paroi vitrée de l'aquarium et seulement de temps à autre des parois latérales en fibre de verre.

La température et la salinité ont été enregistrées lors de cette étude. Lorsque la salinité a atteint 37 ppm, de l'eau douce a été ajoutée au réservoir afin de la ramener à 35 ou 34 ppm. Pendant l'hiver austral (de mai à septembre), une serre complète a été construite autour des bacs en ajoutant, grâce à un système de fermetures éclair, des parois et une porte SolarGro au couvert du même type déjà en place. Ainsi, la température s'est maintenue entre 20 et 25° C au cours de l'hiver, même lorsque l'air ambiant a atteint 7° C pendant les nuits les plus froides.

La teneur en nutriments des aquariums a été enregistrée, à savoir celle en ammoniac, en nitrites et en nitrates. On a utilisé pour cela de simples tests de contrôle destinés aux aquariums (Aquasonic). Bien que ces tests où l'on compare des bandelettes colorées ne soient pas extrêmement précis, la qualité des résultats était acceptable dans le cadre de cette étude.

Voici ce que renfermaient les aquariums (nom de l'espèce et nombre d'individus) :

Bac 1 : 10 *Dascyllus trimaculatus* (dascyllus à taches blanches); 2 *Chrysiptera cyanea* (demoiselle étincelle); 6 *Acanthochromis polyacanthus* (demoiselle épineuse); 2 *Pomacentrus amboinensis* (demoiselle pâle); *Goniastrea* sp. (corail); *Turbinaria* sp. (corail); *Caulerpa sertularioides* (macroalgue verte); *Padina* sp. (microalgue brune); algues brunes filamenteuses; algues vertes filamenteuses.

N.B. : La taille initiale de tous les poissons allait de 2,5 à 3,5 cm.

Bac 2 : 10 *Dascyllus aruanus* (dascyllus noir et blanc); 6 *Acanthochromis polyacanthus* (demoiselle épineuse); 2 *Pomacentrus ambionensis* (demoiselle pâle); 2 *Amphiprion melanopus* (amphiprion à tache noire); *Turbinaria* sp. (corail); *Catalaphyllia jardinei* (corail); *Sarcophyton* sp. (corail mou); *Entacmaea quadricolor* (anénone de mer); *Caulerpa sertularioides* (macroalgue verte); *Padina* sp. (macroalgue brune); algues brunes filamenteuses; algues vertes filamenteuses.

N.B. : Tous les poissons mesuraient initialement de 2,5 à 3,5 cm, sauf les deux amphiprions à tache noire, qui atteignaient 5 et 8 cm.

Les poissons étaient nourris deux fois par jour à 8 heures et 17 heures environ, leur alimentation consistant principalement en paillettes du commerce (*Total Marine Flakes* de Wardley). Toutefois, tous les trois jours, une

ration spéciale de sardines-appâts et de petites crevettes-appâts était donnée aux poissons, à l'anémone et aux coraux charnus à tentacules.

Résultats

Les taux de croissance des bénitiers figurent au tableau 1. Pour *T. gigas* (dans les deux cuves), la croissance moyenne globale de la longueur des coquilles a été de 5,5 pour cent et celle du poids humide de 13,4 pour cent. Pour *H. hippopus* (dans les deux cuves), la croissance moyenne globale de la longueur de la coquille a atteint 4,3 pour cent et celle du poids humide 20,4 pour cent. Si l'on compare la croissance des bénitiers des deux cuves, on obtient :

Tridacna gigas

Dans le bac 2, le pourcentage cumulé de croissance était supérieur de 68 pour cent pour ce qui est de la longueur de la coquille et de 111,6 pour cent pour ce qui est du poids humide, et ce par rapport au bac 1. Un test (analyse de variance à un critère de classification) portant sur la croissance incrémentielle a montré que seule la progression du poids humide était significative ($p = 0,028$) dans le bac 2 par rapport au bac 1. La longueur de la coquille n'était pas significative ($p > 0,05$).

Hippopus hippopus

Dans le bac 2, le pourcentage cumulé de croissance était supérieur de 110,9 pour cent pour ce qui est de la longueur de la coquille et de 97,8 pour cent en ce qui concerne le poids humide, et ce par rapport au bac 1. Une analyse de variance à un critère de classification appliquée à la croissance incrémentielle n'a mis en évidence aucune différence significative entre le bac 1 et le bac 2, et ce pour aucun des paramètres.

Au tableau 2 figure la température à l'intérieur des bacs pendant la durée de cette étude, à des intervalles hebdomadaires. La température hebdomadaire moyenne a oscillé entre 21,1 et 30,3° C. C'est à la fin du mois de juillet que les températures ont été les plus basses.

La teneur en nutriments (ammoniac, nitrites et nitrates) et son évolution dans les bacs figurent au tableau 3. Deux semaines et demie environ après le début des travaux, l'ammoniac n'atteignait que 0,1 ppm. À compter du deuxième mois, la teneur en ammoniac est restée inférieure à 0,1 ppm. La teneur en nitrites des bacs était de 1 ppm pendant les deux premiers mois et nulle par la suite. Au cours des deux premiers mois de cette étude, la teneur en nitrates était de 5 ppm puis inférieure à ce chiffre le troisième mois.

À partir du quatrième mois, la teneur en nitrates était soit voisine de zéro soit nulle. Un système à eau recyclée d'un volume plus important (20 000 litres) doté de sept gros aquariums et cuves fonctionne désormais depuis un mois et demi; pour la teneur en nutriments, il semble donner les mêmes résultats que les deux bacs décrits ci-dessus.

Tableau 1. Taux de croissance des bécitiers (*Tridacna gigas* (Tg) et *Hippopus hippopus* (Hh)) dans deux aquariums à eau recyclée, pendant sept mois et demi.

Espèce/bac/ numéro	Date	Taille coquille (cm)/ % cumulé de croissance	Poids humide (kg)/ % cumulé de croissance
Tg / 1 / 1	27.12.97	50,3	30,1
	04.04.98	51,0 / 1,4	32,3 / 7,3
	15.08.98	51,5 / 2,4	33,0 / 9,6
Tg / 1 / 2	27.12.98	47,9	31,2
	04.04.98	49,6 / 3,5	33,0 / 5,8
	15.08.98	50,6 / 5,6	33,5 / 7,4
Tg / 1 / 3	27.12.98	50,4	35,8
	04.04.98	51,7 / 2,6	37,5 / 4,7
	15.8.98	52,5 / 4,2	39,0 / 8,9
Hh / 1 / 1	27.12.98	26,5	6
	04.04.98	27,0 / 1,9	6,8 / 13,3
	15.08.98	27,3 / 3,0	7,0 / 16,6
Hh / 1 / 2	27.12.98	28,1	7,4
	04.04.98	28,9 / 2,8	8,0 / 8,1
	15.08.98	29,3 / 4,3	8,2 / 10,8
Tg / 2 / Liz	27.12.98	54,2	38,2
	04.04.98	55,7 / 2,7	40,0 / 2,1
	15.08.98	56,0 / 3,3	43,0 / 12,6
Tg / 2 / 4	27.12.98	45,9	27,6
	04.04.98	47,5 / 3,5	29,7 / 7,6
	15.08.98	51,8 / 12,8	35,0 / 26,8
Tg / 2 / 5	27.12.98	50,6	33
	04.04.98	51,0 / 0,8	33,8 / 2,4
	15.08.98	53,0 / 4,7	38,0 / 15,1
Hh / 2 / 3	27.12.98	28,1	7,1
	04.04.98	28,7 / 2,1	7,8 / 9,8
	15.08.98	31,0 / 10,3	9,8 / 38,0
Hh / 2 / 4	27.12.98	28,9	9,2
	04.04.98	29,8 / 3,1	9,9 / 7,6
	15.08.98	30,4 / 5,2	10,7 / 16,3

Tableau 2. Moyenne hebdomadaire de la température de l'eau dans les bacs pendant l'étude. N.B. : la température a été relevée à partir de février 1998, et non pas de fin décembre 1997.

Dates	Bac 1	Bac 2
1-7.2.98	29,9±0,1	30,0±0,2
8-14.2.98	30,2±0,4	30,3±0,4
15-21.2.98	30,0±0,8	30,2±0,7
22-28.2.98	30,1±1,1	30,3±1,0
1-7.3.98	27,4±1,0	27,8±0,9
8-14.3.98	29,7±0,4	29,9±0,6
15-21.3.98	29,8±0,2	30,1±0,4
22-28.3.98	29,5±0,2	29,8±0,3
29.3-4.4.98	29,3±0,8	29,7±0,9
5-11.4.98	27,5±1,3	26,9±1,5
12-18.4.98	28,4±0,6	28,5±0,4
19-25.4.98	27,2±0,5	27,3±0,5
26.4-2.5.98	28,8±2,5	29,2±3,0
3-9.5.98	25,7±1,4	25,7±1,2
10-16.5.98	25,4±0,9	25,3±0,9
17-23.5.98	23,4±1,7	23,0±1,6
24-30.5.98	24,2±0,9	24,7±1,0
31.5-6.6.98	26,7±0,7	26,0±0,8
7-13.6.98	25,3±1,3	24,6±1,2
14-20.6.98	25,0±1,2	24,6±0,4
21-27.6.98	24,0±1,3	23,2±1,3
28.6-4.7.98	25,4±0,9	25,1±0,2
5-11.7.98	25,2±1,8	24,4±1,3
12-18.7.98	25,0±0,0	24,0±0,0
19-25.7.98	25,8±0,6	25,2±0,9
26.7-1.8.98	21,6±1,3	21,1±1,5
2-8.8.98	22,3±0,7	22,1±0,7
9-15.8.98	23,6±0,8	23,8±1,4

Les espèces de poissons conservées dans les deux systèmes à eau recyclée ont survécu et bien grossi. La plupart des demoiselles ont atteint une taille de 4,5 à 5,5 cm alors que les amphiprions à tache noire ont atteint respectivement 6 et 9,5 cm. Plusieurs dascyllus noirs et blancs (*Dascyllus aruanus*) et demoiselles épineuses (*Aanthochromis polyacanthus*) ont entrepris d'occuper des pots en terre cuite et de nettoyer de petits dépôts d'algues filamenteuses sur les coquilles de bécitier, indiquant ainsi qu'ils avaient atteint leur maturité sexuelle et se préparaient à se reproduire et à pondre.

Analyse et conclusions

La croissance des bécitiers conservés dans des systèmes dupliqués à eau de mer recyclée témoigne des qualités de biofiltre de cet animal. La petite surface de matériau

plastique de biofiltrage utilisé dans le deuxième système était bien inférieure à la surface de base recommandée, à savoir 0,6 m²/kg de biomasse.

Selon le fondateur et directeur général de la florissante entreprise *Instant Ocean Hatcheries - Aquarium Systems*, dans un système en circuit fermé d'élevage de poissons de récif tropicaux, cette surface de base constitue un seuil minimum et devrait être doublée pour atteindre 1,2 m²/kg de biomasse (Hoff, 1996). À titre de comparaison, il faut souligner que, dans cette étude, le rapport entre le matériau filtrant et la biomasse était d'environ 0,24 m²/kg. La teneur en nutriments n'a à aucun moment atteint le seuil d'alerte dans les cuves, malgré le faible rapport matériau traditionnel de filtrage/biomasse, et ce en raison de la présence des bécitiers.

Tableau 3. Teneur en nutriments des bacs pendant la période étudiée. L'ammoniac, les nitrites et les nitrates ont été mesurés grâce à des tests Aquasonic Aquarium.

Date	Bac	Ammoniac	Nitrites	Nitrates
15.1.98	1	0,1 ppm	1 ppm	5 ppm
	2	0,1 ppm	1 ppm	5 ppm
15.2.98	1	<0,1 ppm	1 ppm	5 ppm
	2	<0,1 ppm	1 ppm	5 ppm
16.3.98	1	<0,1 ppm	nulle	<5 ppm
	2	<0,1 ppm	nulle	<5 ppm
14.4.98	1	<0,1 ppm	nulle	presque nulle
	2	<0,1 ppm	nulle	nulle
15.5.98	1	<0,1 ppm	nulle	presque nulle
	2	<0,1 ppm	nulle	presque nulle
14.6.98	1	<0,1 ppm	nulle	presque nulle
	2	<0,1 ppm	nulle	nulle
14.7.98	1	<0,1 ppm	nulle	nulle
	2	<0,1 ppm	nulle	nulle
13.8.98	1	<0,1 ppm	nulle	presque nulle
	2	<0,1 ppm	nulle	nulle

Il est établi que les bécotiers absorbent l'ammoniac plus rapidement que les nitrates, mais l'absorption de nitrates a été inhibée par la présence d'ammoniac (Fitt *et al.*, 1993). Dans cette étude, on a utilisé du nitrate d'ammonium et constaté que ce n'est qu'après que la concentration d'ammoniac eut régressé à moins de 2,5 µm que le nitrate s'est épuisé dans le bac. En outre, près de la moitié de l'ammoniac a été absorbée par les bécotiers et l'autre moitié sans doute par les algues et autres organismes présents dans le bac (Fitt *et al.*, 1993), ce qui, en l'occurrence, peut expliquer que le taux d'ammoniac soit resté constamment faible alors qu'il a fallu beaucoup plus de temps pour que les nitrates atteignent le niveau zéro ou du moins ait une lecture proche du zéro.

Tous les poissons ont vu leur taille augmenter; ils sont restés en bonne santé jusqu'au terme de l'étude. Certains poissons ont atteint leur maturité sexuelle et semblaient prêts à se reproduire et à pondre.

Au moment de la rédaction de cet article, un important système à eau de mer recyclée fonctionne depuis deux mois. Il comprend sept aquariums de 1 000 litres du même type que ceux de la présente étude. S'y ajoute une cuve de sédimentation de 1 300 litres, un puits d'écoulement de 1 200 litres et une cuve réservoir de 10 500 litres. Les aquariums abritent 16 *T. gigas*, trois *H. hippopus*, 35 *T. crocea*, des coraux et un vaste assortiment de demoiselles et d'anémones. Cet ensemble, véritable petit aquarium, est ouvert au public et fait office de réserve de géniteurs pour les bécotiers et les poissons. À ce jour, il n'a connu aucun problème.

Les bécotiers, et notamment l'espèce la plus grande, *T. gigas*, ont prouvé qu'ils sont d'excellents biofiltres

naturels et qu'ils sont tout à fait capables de vivre dans de grands aquariums recevant la lumière solaire naturelle. À l'avenir, les aquariophiles marins pourraient bien apprendre à apprécier *T. gigas*, véritables biofiltres naturels, dont les capacités de filtrage sont certaines de se développer avec leur taille, ce qui est sans précédent.

Remerciements

Je tiens à remercier mon épouse Nell et ma fille Fia qui m'ont aidé et encouragé, ainsi que Bruce Daldy-Rowe, Steve Purcell, Jeff Stranger et Christopher Inwood, qui m'ont prêté main-forte pour le transfert des bécotiers et l'approvisionnement en eau de mer, et qui m'ont soutenu de manière générale.

Bibliographie

- Braley, R.D., D. Sutton, S.S.M. Mingoa and P.C. Southgate. 1992. Passive greenhouse heating, recirculation, and nutrient addition for nursery phase *Tridacna gigas*: growth boost during winter months. *Aquaculture* 108:29-50.
- Fitt, W.K., G.A. Heslinga and T.C. Watson. 1993. Utilization of dissolved inorganic nutrients in growth and mariculture of the tridacnid clam *Tridacna derasa*. *Aquaculture* 109:27-38.
- Hoff, F.H. Jr. 1996. Conditioning, spawning and rearing of fish with emphasis on marine clownfish. M. Moe, J. Lichtenbert and D. Johnson (eds). Dade City, Florida, USA. *Aquaculture Consultants, Inc.* 212 p.

