Secrétariat général
de la Communauté du Pacifique

ISSN 1025-7462

Numéro 14 – Novembre 2008

LE TROCA
et autres mollusques marins
bulletin d'information

Sommaire

La croissance des *Trochus niloticus* (Linnae 1767) de l'île de Wallis
S. Lemouellic et C. Chauvet p. 2

Taux de croissance de *Trochus niloticus* (L., 1767) en fonction du régime alimentaire
D.H. Hoang et al. p. 7

Évaluation de la résilience du troca et des autres ressources de la pêche côtière artisanale dans le Pacifique Occidental
S. Foale p. 12

Le point sur l'aquaculture des gastéropodes marins et des bivalves à Vanuatu
A. Teitelbaum et S. Rena p. 16

La réintroduction du bénitier dans la région Indo-Pacifique : succès et échecs
A. Teitelbaum et K. Friedman p. 19

Résumés et publications p. 25

Éditeurs:
Jean-François Hamel & Annie Mercier
Ocean Sciences Centre (OSC)
Memorial University
St. John's (Newfoundland)
Canada A1C 5S7
Courriel: jfhamel@mun.ca
Courriel: amercier@mun.ca

Production:
Section information
Division Ressources marines
CPS, BP D5, 98848 Nouméa Cedex
Nouvelle-Calédonie
Fax: +687 263818
Courriel: cfpinfo@spc.int
www.spc.int/coastfish

Imprimé avec le concours financier de l'Australie, la France et la Nouvelle-Zélande

Éditorial

Une année après la dernière publication, nous sommes fiers de vous présenter le quatorzième numéro du bulletin d'information *Le troca*. Grâce à la collaboration d'excellents spécialistes d'horizons très divers, nous avons réussi à concocter un menu copieux et bien équilibré qui vous donnera l'occasion d'apprécier une palette de résultats de recherches, des analyses et des réflexions sur des sujets touchant à la pêche, à l'aquaculture et à la gestion des mollusques marins dans la région Indo-Pacifique.

En hors d'œuvre, nous vous proposons deux études sur la croissance du troca à Wallis et au Vietnam, rédigées respectivement par Soazig Lemouellic et Claude Chauvet (Université de Nouvelle Calédonie) et par Do Huu Hoang et ses collaborateurs (Institut d'océanographie du Vietnam). Puis, Simon Foale (Université James Cook d'Australie) vous a mitonné un article sur la résilience du troca et d'autres ressources de la pêche côtière artisanale dans le Pacifique occidental, suivi d'un bilan de l'aquaculture des gastéropodes et des bivalves marins, présenté par Antoine Teitelbaum (CPS) et Sompert Rena (Service des pêches de Vanuatu). Enfin, Antoine Teiltelbaum et Kim Friedman (CPS) vous suggèrent en dessert un aperçu des résultats de la réintroduction du bénitier dans la région Indo-Pacifique. Comme d'habitude, nous avons inséré, pour information, une liste de résumés pertinents publiés par différentes sources au cours des dix-huit derniers mois.

Comme vous pouvez le constater, nous vous proposons un bulletin toujours plus éclectique et séduisant — et nous remercions sincèrement tous celles et ceux d'entre vous qui nous ont rejoints dans cette aventure. Notre rêve pour le prochain numéro (n° 15) serait de recevoir une palette d'articles encore plus large, traitant d'une multitude de mollusques marins provenant de tout un éventail de régions géographiques. Nous rappelons aux lecteurs et aux personnes susceptibles de contribuer à la rédaction des prochains numéros que, s'il est vrai que cette publication sera toujours axée sur les espèces présentant un intérêt commercial pour les populations de la région Indo-Pacifique — bénitier, conque et troca — nous sommes néanmoins toujours à la recherche d'informations complémentaires sur d'autres espèces (gastéropodes et bivalves marins), d'autres régions (c'est-à-dire, les régions caribéenne et méditerranéenne, etc), et d'autres initiatives (par exemple, des enquêtes régionales, de nouveaux programmes aquacoles ou halieutiques, des ateliers et des conférences, des données biologiques pertinentes, des informations sur le marché de l'aquariophilie). Toute contribution, quelle qu'en soit la forme, est la bienvenue : c'est le cas, par exemple, des suggestions de scientifiques, d'amateurs, de gestionnaires et d'intervenants à propos de tout sujet d'intérêt éventuel.

Nous comptons sur vous pour que vous nous aidiez à préparer la rédaction du prochain numéro qui doit être publié dans une année, environ — peut-être moins. Saisissez cette occasion pour vous manifester et faire connaître vos travaux, voire pour obtenir des informations en retour de la part d'autres intervenants dans les domaines de la recherche et du commerce, qui ne cessent d'évoluer. Nous sommes impatients de savoir où en sont vos nouveaux projets et vos dernières découvertes.

En attendant, prenez plaisir à lire ce numéro 14 et n'hésitez surtout pas à en faire profiter vos collègues et amis.

Jean-François Hamel et Annie Mercier

La croissance des *Trochus niloticus* (Linnae 1767) de l'île de Wallis

Soazig Lemouellic[1] et Claude Chauvet[1,2]

Résumé

Une étude des stocks de trocas (*Trochus niloticus*) de l'île de Wallis a été entreprise entre 2004 et 2006. La croissance individuelle a été étudiée grâce à une opération de marquage d'individus. Elle est présentée ici et comparée avec les croissances obtenues pour cette espèce dans d'autres sites du Pacifique.

Introduction

Les trocas (*Trochus niloticus* Linnae 1767) sont des mollusques gastéropodes marins. Ils appartiennent à la sous-classe des Prosobranches, ordre des Archaeogastropodes, superfamille des Trocacae, famille des Trochidae (Hickman and McLean 1990).

Les populations naturelles de troca étaient présentes entre les longitudes 90° O (les îles Andaman, à l'extrémité ouest de l'arc indonésien) et 180° et entre les latitudes 20° N et 25° S. Le stock de trocas de Wallis se situe donc à la marge de la distribution naturelle de l'espèce (Fig. 1). Au siècle dernier, des transplantations ont déplacé vers l'est, le nord et le sud-est les limites de cette distribution géographique (Gillett 2003). Bien qu'il y ait eu quelques échecs, à l'instar de la transplantation effectuée aux îles Loyauté (Lifou) à partir d'individus d'écloserie de Nouvelle-Calédonie (Hoffschir et al. 1989 ; Chauvet et al. 1998), la majorité de ces nouvelles populations s'est bien adaptée.

Les trocas vivent en zones littorales battues: platiers récifaux et sommet de pente externe (McGowan 1956; Gail 1957; Smith 1979). Herbivores, ils se nourrissent du feutrage algal, de petites algues vertes et rouges (cyanophycées et phaeophycées), de diatomées benthiques et de foraminifères (Asano 1944). Gonochoriques, les trocas ne présentent aucun dimorphisme sexuel externe. En revanche, les femelles et les juvéniles ont une gonade de couleur verte tandis que celle des mâles est blanche (Amirthalingam 1932 a,b). La fécondation est externe et la ponte nocturne est en phase avec les marées de vives eaux. La ponte des femelles est induite par la présence des spermatozoïdes libérés par les mâles dans l'eau de mer ambiante (Amirthalingam 1932c, Nash 1985). En Micronésie, en Australie et aux îles Andaman, la ponte a

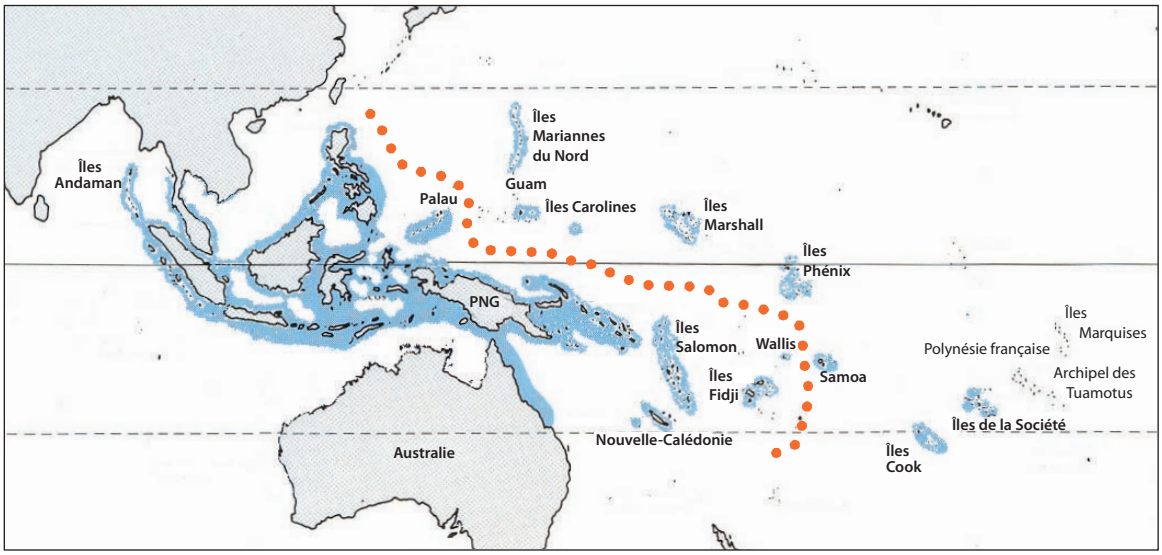


Figure 1. Répartition géographique de *Trochus niloticus* sur la planète. La ligne en pointillés limite les peuplements naturels et ceux transportés à partir de Palau pour les Îles Mariannes, Guam, Carolines, Marshall et Phénix, du Vanuatu pour les îles de la Société, et de Fidji pour les Samoa et Îles Cook.

1. Université de Nouvelle-Calédonie, BP R4, Nouméa, Nouvelle-Calédonie.
2. Courriel: chauvet@univ-nc.nc; tél.: +687 265 828, fax: +687 273 272.

lieu toute l'année (Rao, 1936). Le comportement de reproduction et le développement larvaire est connu depuis les travaux de Heslinga et Hillmann (1981) à Palau et de Nash (1985) sur la Grande Barrière d'Australie. Bour et al. (1982) notent une ponte saisonnière d'octobre à avril en Nouvelle-Calédonie. L'œuf fécondé se recouvre d'un épais chorion. La première division a lieu entre 30 et 60 minutes après la fécondation et la larve trochophore éclot après 12 heures environ. A la fin de la première journée la larve devient véligère. Bien que la larve soit téléplanique, sa métamorphose en juvénile a classiquement lieu durant le troisième jour de vie larvaire (Heslinga et Hillmann 1981; Nash 1985). Métamorphose et recrutement sur le platier récifal se produisent sous l'influence de stimulus comme la présence d'algues rouges ou d'acides humiques (Heslinga et Hillmann 1981).

Leur coquille fournit la matière première à l'industrie des boutons de nacre. Cette matière naturelle a pris de la valeur depuis l'avènement des matières plastiques. Les coquilles sont également utilisées en joaillerie artisanale pour la confection d'objets décoratifs et pour l'incrustation. Il y a ainsi un regain d'intérêt depuis plus de 30 ans et la demande ne cesse de croître. Il est donc nécessaire de gérer les stocks naturels, notamment ceux des plus petites îles. La croissance individuelle est une des connaissances incontournables à la gestion. Les croissances moyennes individuelles dans les peuplements sauvages ont été étudiées en différents points du Pacifique et ajustées au modèle de Von Bertalanffy. Les résultats de Honma (1987) au Japon; Bour (1989) en Nouvelle-Calédonie, Nash (1985) sur la Grande Barrière et de ceux de Bour et Grandperrin, (1985) pour le peuplement du Vanuatu diffèrent suffisamment pour suggérer qu'ils sont spécifiques à ces unités géographiques. Chaque peuplement d'île semble ainsi avoir une croissance individuelle qui lui est propre si bien que les conseils de gestions doivent être adaptés à chaque stock. À la suite d'une première étude rapide de la croissance des trocas de Wallis, faite à l'aide de méthodes statistiques (Chauvet et al. 2004), la présente étude, plus précise, a été entreprise à partir de captures/re-captures d'individus marqués.

Matériel et méthode

Les trocas vivent entre 0 et 15 m de profondeur (Chauvet et al. 2004), ce qui a permis de les capturer en apnée. Selon les sites, 80 à 150 individus sont capturés chaque jour pour un total de 477. Pour l'estimation de la croissance, nous avons développé une méthode de marquage qui permette de repérer facilement le coquillage en plongée. Lors de leur capture, les coquillages sont sortis de l'eau et conservés dans des filets immergés jusqu'à ce qu'ils soient marqués. Lors d'une re-capture, le nombre d'individus et leur taille sont enregistrés. Tous les spécimens sont ensuite replacés sur le lieu de leur capture.

Le marquage

Les coquilles sont marquées par lots de dix à bord du bateau. Chaque individu est placé sur le côté sur un caillebotis à claires voies pour faciliter le marquage:

1. La coquille est grattée à l'aide d'une lame de couteau sur une surface de 5 cm x 2 cm à la base de la coquille ;
2. À l'aide d'une ponceuse à batteries rechargeables cette surface est lissée ;
3. La partie poncée est séchée à l'air comprimé (bouteille de plongée avec un embout pour gonfler les parachutes de plongée) ;
4. La surface est nettoyée à l'acétone pour favoriser l'adhérence de la résine ;
5. Une première couche fine de résine époxy à deux composants est étalée sur la partie poncée ; Cette résine est pâteuse pendant environ 7 min, puis durcie en moins de deux minutes ;
6. Ce temps suffit à poser une étiquette « Dymo » numérotée ;
7. Une deuxième couche de résine est appliquée pardessus l'étiquette.

Les coquillages sont ensuite replacés dans des filets immergés. Des étiquettes de couleur orangée ou jaune permettent de repérer facilement la marque en eaux peu profondes. Toutefois, le fouling recouvrira la marque au bout d'une période de 4 à 6 mois; il est donc judicieux de doubler ce marquage par une inscription au crayon à l'intérieur du coquillage.

La remise en place des trocas marqués est une phase importante à faire avec le plus grand soin. Cela conditionne la survie et le succès de l'opération en dépend donc. Les trocas sont déposés un par un dans leur biotope. Ils sont placés sur le fond de préférence sous des blocs ou dans des anfractuosités pour que la coquille soit peu ou pas visible depuis la surface. Ils sont placés de manière à ce qu'ils se fixent le plus rapidement possible car un troca retourné, agressé par les labres ou les pagures, a peu de chance de survivre. Pour ces mêmes raisons, il faudra autant que possible replacer chaque individu sur le biotope qui correspond au fouling de sa coquille. La meilleure option consiste bien sûr à remettre le troca à la place exacte où on l'a trouvé.

La re-capture

La re-capture est faite par les scientifiques et quelquefois par les pêcheurs. Une récompense ou prime est prévue pour encourager ces derniers à signaler et apporter les trocas marqués au laboratoire. Cette récompense doit être suffisamment élevée pour qu'ils n'hésitent pas à faire le déplacement et suffisamment faible pour qu'ils ne recherchent pas activement les trocas marqués lorsqu'ils vont à la pêche.

Les mesures

Deux diamètres sont mesurés : D1 et D2. Tous les deux passent par l'ombilic (Fig. 2). D1 passe par le creux de la couronne basale. C'est le plus petit. Facile à repérer, il ne permet pas de variabilité entre opérateurs. D2 est le plus grand diamètre possible. Le mesurer avec précision peut exiger plusieurs essais consécutifs. Mais c'est le diamètre auquel la majorité des législations font référence; c'est donc celui que les pêcheurs utilisent le plus souvent.

La formule suivante, représentée graphiquement en figure 2, permet de calculer la relation entre D1 et D2 (r = 0.99):

$$D2 = 1.1915\ D1 - 2.0606\ (n = 720)$$

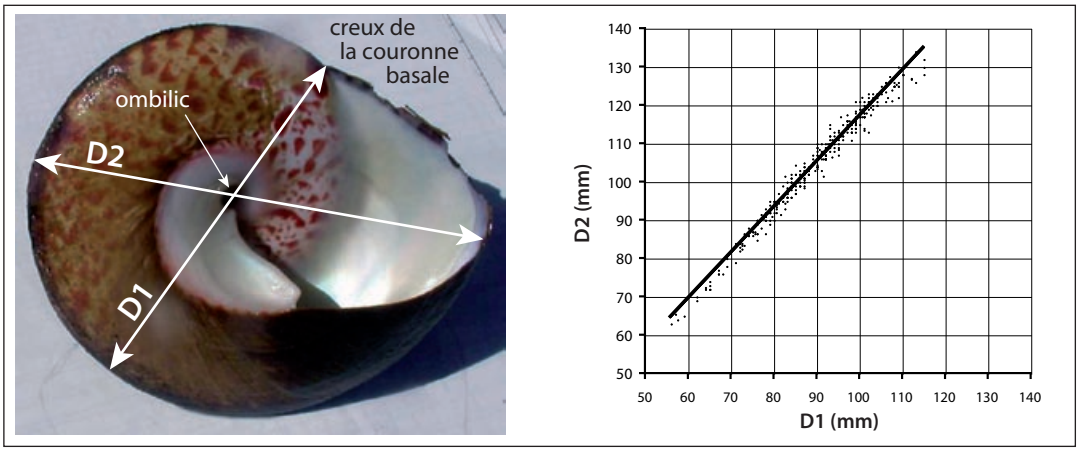


Figure 2. Abaque d'ajustement entre les deux diamètres de la face basale D1, D2 du coquillage.

Traitement des données

Les résultats expérimentaux — croissance de la coquille en fonction du temps écoulé une capture et une re-capture — ont été utilisés pour calculer un courbe de croissance de Von Bertalanffy [$LF_t = LF_{inf}\ (1- e^{-K(t-t0)})$] pour tous les individus mesurés. La dérivée de la longueur par rapport au temps (dLF/dt) peut alors être exprimée de la manière suivante:

$$dLF/dt = LF_{inf}.\ K.e^{-K(t-t0)}$$

en considérant que l'équation de Von Bertalanffy s'écrit aussi:

$$e^{-k(t-t0)} = 1 - LF_t/LF_{inf}$$

on peut alors écrire

$$dLF/dt = K\ (LF_{inf} - LF_t)$$

Cette équation est celle d'une droite à partir de laquelle on peut déduire les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy. K est la pente, KLF_{inf} l'ordonnée à l'origine.

Les valeurs de l'intervalle de confiance de r sont calculées par la fonction inverse de la tangente hyperbolique (Dagnélie, 1980):

$$z_1 = 1/2\ Log_e\ [(1+r)/(1-r)] - t_{a/2}\ /(n-3)^{0.5}$$
et
$$z_2 = 1/2\ Log_e\ [(1+r)/(1-r)] + t_{a/2}\ /(n-3)^{0.5}$$

ce qui nous donne:

$$r_1 = [\exp(2z_1) - 1]\ /\ [\exp(2z_1) + 1]$$
et
$$r_2 = [\exp(2z_2) - 1]\ /\ [\exp(2z_2) + 1]$$

Résultats

Les re-captures ont commencé dès les premiers jours qui ont suivi les premiers lâchers et ont duré un an. Au total 114 individus ont été re-capturés. En prenant le jour comme unité de temps et LF_t la croissance moyenne du coquillage pendant sa durée de liberté ($LF_i = [LF_{recapture} - LF_{capture}]\ /\ 2$), les résultats expérimentaux fournissent alors les couples de valeurs [dLF/dt; LF_t] nécessaires à l'ajustement linéaire aux moindres rectangles (AMR) dont l'on déduira K et LF_{inf}. (Fig. 3). Le coefficient de corrélation r = - 0.744 . Il est compris entre – 0.666 et – 0.806 pour $P_{(1-a)} = 0.95$. Il est donc significativement différent de zéro.

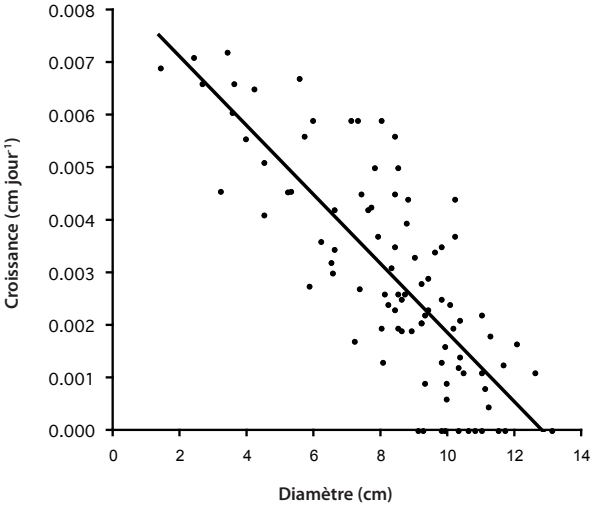


Figure 3. Représentation de l'expression dLF/dt = K (LFinf – LFt)

La pente K est calculée en $jour^{-1}$ (K = 0.994). Une fois K ramené à l'année cette expression donne pour valeurs des paramètres de Von Bertalanffy: K = 0.358 an^{-1} et L_{inf} = 12.23 cm

Discussion

Ces valeurs sont très voisines de celles qui ont été obtenues par Chauvet et al. (2004), qui ont utilisé des méthodes statistiques : K = 0.35 an^{-1} et $L_{inf.}$ = 12.5 cm. Cette courbe de croissance montre que les jeunes trocas grandissent rapidement à Wallis, si on compare leur croissance à celle des trocas de Nouvelle-Calédonie ou de Vanuatu (Fig. 5 et Tableau 1). Cela pourrait expliquer pourquoi les coquilles

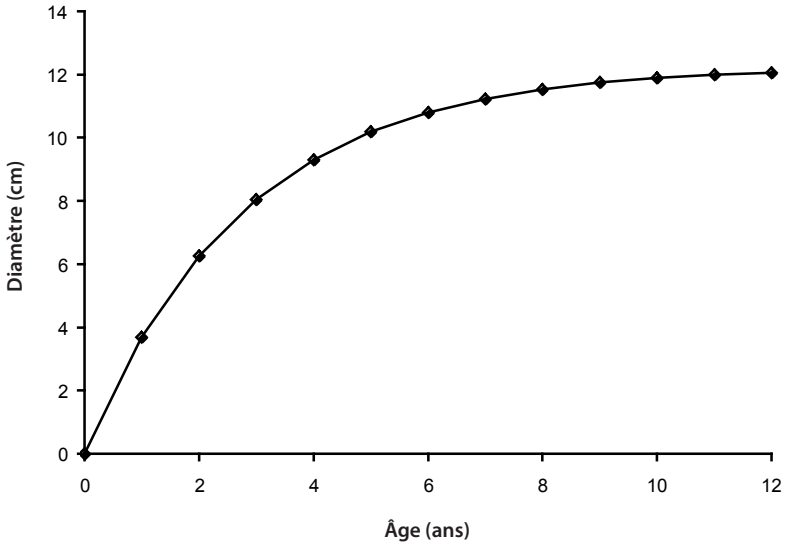
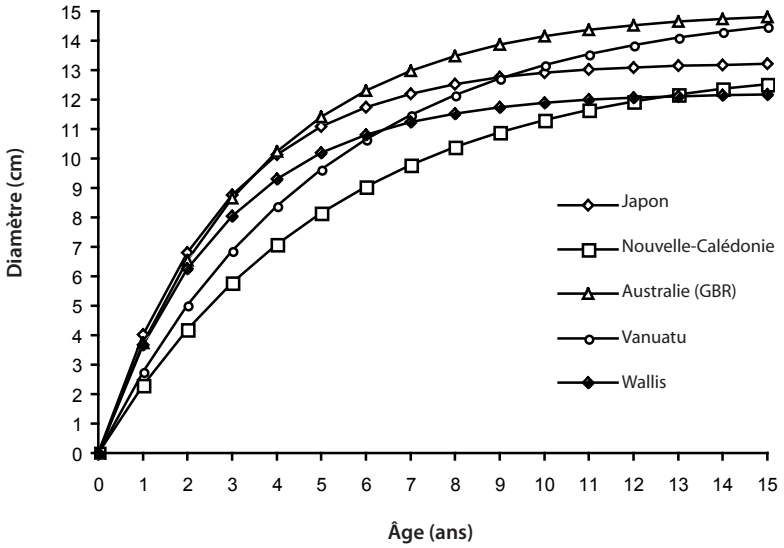


Figure 4. Courbe de croissance des trocas de Wallis.



Japon	(Honma 1988):	$L_t = 13{,}27\ (1 - e^{(-0.36\,t)})$
Nouvelle-Calédonie	(Bour et al. 1982; Bour 1989):	$L_t = 13{,}30\ (1 - e^{(-0.19\,t)})$
Australie (GBR)	(Nash 1985):	$L_t = 15{,}01\ (1 - e^{(-0.28\,t)})$
Vanuatu	(Bour et Grandperrin 1985):	$L_t = 15{,}23\ (1 - e^{(-0.20\,t)})$
Wallis	(present)	$L_t = 12{,}23\ (1 - e^{(-0.358\,t)})$

Figure 5. Courbes de croissance selon le modèle de Von Bertalanffy de Trochus niloticus pour les stocks du Pacifique Ouest étudiés à ce jour.

des trocas de Wallis sont plus fines que celles des autres régions de l'Indo-pacifique. Peut-être en corrélation avec cette relative faiblesse des coquilles, la taille maximale est petite; très peu d'individus atteignant la taille de 13,5 cm ont été observés. Gimin et Lee (1997) ont établi une corrélation entre la croissance, la mortalité et le substrat. La maturité sexuelle est atteinte à 6 cm (Chauvet et al. 2004). La courbe de croissance présentement établie (Fig. 4) indique donc une maturité sexuelle précoce vers l'âge de 2 ans.

Tableau 1. Diamètres de la coquille à différents âges et dans différents pays ou territoires.

Âge (ans)	Diamètre de la coquille (cm)				
	Japon	Nouvelle-Calédonie	Australie (GBR)	Vanuatu	Wallis
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1	4,00	2,30	3,63	2,76	4,40
2	6,80	4,20	6,38	5,02	7,36
3	8,76	5,78	8,47	6,87	9,34
4	10,12	7,08	10,05	8,39	10,66
5	11,07	8,16	11,25	9,63	11,55
6	11,74	9,05	12,16	10,64	12,15
7	12,20	9,78	12,85	11,47	12,55
8	12,53	10,39	13,38	12,16	12,81
9	12,75	10,89	13,78	12,71	
10	12,91	11,31	14,08	13,17	
11	13,02	11,65	14,30	13,54	
12	13,10	11,94	14,48	13,85	
13	13,15	12,18	14,61	14,10	
14	13,19	12,37	14,71	14,30	

La relation que nous obtenons pour le peuplement de Wallis présente un taux de croissance K (0,358 y^{-1}) similaire à celui des peuplements du Japon. Les données provenant d'autres régions du Pacifique — Nouvelle-Calédonie (Bour 1989), Australie (Nash 1985) et Vanuatu (Bour et Grandperrin 1985) — indiquent une croissance plus lente que celle que nous avons obtenue à Wallis. En revanche, la longueur asymptotique (12,23 cm) obtenue à Wallis est la plus faible documentée. Les trocas de Wallis atteignent les 9/10e de leur taille maximale dès 6,5 ans. On peut donc considérer que cet âge est l'espérance de vie moyenne étant donné le très faible nombre d'individus de plus de 12,5 cm qui ont été rencontrés (<1%), aussi bien dans le milieu en plongée que dans les captures des pêcheurs.

Bibliographie

Amirthalingam C. 1932a. Correlation of sex and shell structure in molluscs, *Trochus niloticus* Linn. Current Science 1:72–73.

Amirthalingam C. 1932b. *Trochus niloticus*, Linn. in Andaman waters. Nature 130:98.

Amirthalingam C. 1932c. Breeding of *Trochus niloticus* Linn. and preservation of the beds in the Andamans. Current Science 1:31.

Asano N. 1944. On the growth of top shell in Japan. Suisan Kenkyushi / Journal of Fisheries 35(4):92–98.

Bertalanffy Von L. 1934. Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums I. Roux' Archiv für Entwicklungs-Mechanik 131, 613–652.

Bour W. 1989. Biologie, écologie, exploitation et gestion rationnelle des trocas (*Trochus niloticus* – L.) de Nouvelle Calédonie. PhD thesis, University of Montpellier USTL – ORSTOM. 192 p.

Bour W. et Grandperrin R. 1985. Croissance des trocas à Vanuatu. Notes et Documents d'Océanographie 14, 31 p. ORSTOM, Port Vila, Vanuatu.

Bour W., Gohin F., Bouchet P. 1982. Croissance et mortalité naturelle des trocas (*Trochus niloticus* L.) de Nouvelle-Calédonie (Mollusca, Gastropoda). Haliotis 12:71–90.

Chauvet C., Lemouellic S., Juncker M. 2004. Étude du peuplement de trocas (*Trochus niloticus* L. 1767) des zones coralliennes de l'île de Wallis. Université de Nouvelle-Calédonie / Service environnement, Wallis. 46 p.

Chauvet C., Audabran D., Hoffschir C., Meité H. 1998. Bilan de l'introduction de juvéniles de trocas (*Trochus niloticus*) à Lifou (Îles Loyauté). Le troca, Bulletin d'information de la CPS 5:29–32.

Dagnelie P. 1980. Théorie et méthodes statistiques II. Presse Agronomiques de Gembloux. 463 p.

Gail R. 1957. Trochus fishing. South Pacific Commission Quarterly Bulletin 7(1):48–49.

Gillett R. 2003. Transplantation de trocas dans les îles du Pacifique : 1927–1998. Le troca, Bulletin d'information de la CPS 9:9–13.

Gimin R and Lee C. 1997. Effects of different substrata on the growth rate of early juvenile *Trochus niloticus* (Mollusca: Gastropoda). In: Lee C.L. and Lynch P. (eds). Trochus: Status, Hatchery Practice and Nutrition. ACIAR, Canberra.

Heslinga G.A. and Hillmann A. 1981. Hatchery culture of the commercial top shell *Trochus niloticus* in Palau, Caroline Islands. Aquaculture 22:35–43.

Hickman C. and McLean J. 1990. Systematic revision and suprageneric classification of trochacean gastropods. Science Series no. 35. Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, California. 169 p.

Hoffschir C., Blanc M., Meité H. et Bour W. 1989. Introduction des trocas (*Trochus niloticus*, L.) à Lifou par transplantation de juvéniles produits en aquaculture. ORSTOM, Noumea, New Caledonia. 24 p.

Honma K. 1988. Growth of the coral-reef gastropod *Trochus niloticus* L. Galaxea 7:1–12.

McGowan J.A. 1956. Current status of the trochus industry in Micronesia. Report to the High Commissioner, U.S. Trust Territory of the Pacific Islands, Saipan. 11 p.

Nash W.J. 1985. Aspects of the biology of *Trochus niloticus* and its fishery in the Great Barrier Reef region. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Brisbane, Queensland. 210 p.

Rao H. 1936. Observations on the rate of growth and longevity of *Trochus niloticus* in the Andaman Islands. Records of the Indian Museum 38:473–499.

Smith B.D. 1979. Growth rate, abundance and distribution of the top shell *Trochus niloticus* on Guam. PhD thesis, University of Guam. 240 p.

Taux de croissance de *Trochus niloticus* (L., 1767) en fonction du régime alimentaire

Do Huu Hoang[1,2], Hua Thai Tuyen[1], Hoang Duc Lu[1]

Résumé

Pour mieux comprendre le taux de croissance du troca *Trochus niloticus* en captivité, on a expérimenté différents régimes alimentaires sur des trocas F1 mesurant 11 mm. Six régimes différents ont été administrés, comprenant notamment des algues fixées à des rochers, des algues poussant dans des bacs d'élevage de coraux, des algues de culture *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., des algues séchées (*Spirulina*), et des proportions équivalentes de *Navicula* et *Nitzschia*. Les résultats ont montré que si tous les trocas avaient une croissance satisfaisante lorsque tous ces régimes alimentaires leur étaient proposés, ce sont ceux qui se nourrissaient d'algues fixées sur des rochers et poussant dans des bacs de coraux qui affichaient le taux de croissance le plus élevé. Une autre expérience a été réalisée avec des trocas de 27–28 mm auxquels les quatre types d'aliments suivants étaient dispensés : algues séchées + N1, algues séchées + poudre de soja, algues séchées + N1 + poudre de soja, et algues séchées + N1 + soja + détritus. Les résultats ont montré que les spécimens nourris avec un mélange d'algues séchées + N1 + soja + détritus présentaient les taux de croissance les plus élevés et que ceux qui étaient nourris avec des algues séchées + N1 + soja accusaient la croissance la plus lente.

Introduction

Le troca (*Trochus niloticus*) est un gastéropode brouteur que l'on rencontre sur les récifs coralliens de la région Indo-Pacifique. C'est un produit de la mer très prisé en Asie et dans le Pacifique (Shokita et al. 1991).

La biologie et l'écologie du troca ont fait l'objet d'études dans des pays tels que l'Indonésie, la Thaïlande, le Japon, la Micronésie et l'Australie ; ces travaux ont permis d'obtenir des données utiles pour des études appliquées (Bour 1988 ; Dobson et Lee 1996 ; Shokita et al. 1991). Cela étant, les études sur le troca n'ont débuté que tout récemment au Vietnam. Les aliments découverts dans l'estomac du troca comportent 42 taxons appartenant à Chrysophyta, Chlorophyta, Rhodophyta, Cyanophyta, Foraminifera, ainsi que des matières en suspension mélangées avec du sable et des détritus (Soekendarsi et al. 1998). Dans des conditions de laboratoire, le troca nourri à l'aide d'*Isochrysis galbana*, grossissait plus rapidement que les trois autres groupes, nourris avec *Tetraselmis* sp., *Chaetoceros gracilis* et *Nannochloropsis* sp. (Latama 1999). Dans les expériences réalisées par Soekendarsi et al. (1999) qui a utilisé des individus d'une taille comprise entre 30 et 39,9 mm, un régime alimentaire à base d'*Ulva reticulate* a permis d'obtenir les taux de croissance les plus élevés, tandis que les groupes nourris avec *Caulerpa sertularioides, Ulva reticulata, Padina australis, Gracilaria salicornia* et *Eucheuma denticulatum* ont affiché un taux de croissance bien plus faible.

La coquille est la partie du troca dont la valeur marchande est la plus élevée. Elle est utilisée à des fins multiples, mais le plus souvent pour la confection de souvenirs et de boutons. La coquille sert également à fabriquer des cosmétiques et de la peinture (King 2001 ; Bouchet et Bour 1980 ; Nash 1993). Les principaux pays producteurs sont l'Indonésie, les Philippines et la Thaïlande, tandis que le Japon, Hong Kong et l'Europe sont les principaux pays consommateurs. Au Vietnam, *T. niloticus* a été exploité pour la consommation humaine, et ses coquilles sont commercialisées comme souvenirs (sa valeur marchande actuelle est comprise entre 40 000 et 70 000 VND/coquille (soit 2,4–4,2 USD/coquille) ou 150 000 VND/kg (soit 9,03 USD/kg). La surexploitation du troca, imputable à une forte demande, a conduit à l'épuisement de la ressource dans les eaux du Vietnam, et *T. niloticus* fait désormais partie de la liste des espèces protégées dans ce pays (Livre rouge du Vietnam comportant des données sur l'état de préservation des espèces animales et végétales). Par conséquent, la reconstruction et l'amélioration des stocks de trocas sont nécessaires sur le plan tant local qu'international. L'une des solutions possibles est de reconstituer les ressources en trocas par le biais de la reproduction artificielle et du lâcher de larves ou de juvéniles en milieu naturel (Ponia 2000 ; Amos 1992 ; Lee 2000). Cette expérience a eu pour objet d'examiner les aliments appropriés destinés à favoriser la production à grande échelle de semences dans des écloseries ou l'amélioration du stock naturel.

Matériels et méthodes

Vingt spécimens de troca (*T. niloticus*) appartenant au stock géniteur ont été prélevés dans les eaux de Khanh Hoa et élevés dans un bassin de 6 m^3, aménagé dans une écloserie à l'Institut d'océanographie de Nha Trang (Vietnam). On a induit les géniteurs à la ponte comme suit : après avoir été extraits de l'eau et exposés à l'air ambiant pendant 30 minutes environ, ils ont été placés dans un réservoir alimenté par une eau qui s'écoulait à travers un système à lumière ultraviolette de 11 W, à raison de 7 et 8 litres par minute, afin de stimuler la ponte. La première ponte est intervenue en l'espace d'une heure.

1. Institut d'océanographie, Nha Trang, 01 Cau Da, Nha Trang, (Vietnam)
2. Adresse pour la correspondance : Huu Hoang Do, Institute of Oceanography, 01 Cau Da Nha Trang, Vietnam. Courriel : dohuuhoang2002@yahoo.com

Expérience 1

Lorsque le diamètre basal de la coquille de la génération F1 a atteint approximativement 11,98 ± 0,08 mm (± écart type), on a comparé le taux de croissance en fonction des six régimes différents dispensés. Ces régimes étaient composés d'algues vivantes prélevées sur des rochers, en milieu naturel, d'algues naturelles prélevées sur du corail, *Navicula* sp. et *Nitzschia* sp., d'un mélange à parts égales constitué de *Navicula* sp. et de *Nitzschia* sp., et de cellules séchées de *Spirulina* sp. Les aliments dispensés ont été contrôlés chaque jour pour vérifier les doses, et complétés, au besoin. La densité de stockage de F1 était de 20 individus par bac de 60 L, et trois bacs identiques ont été utilisés pour chaque traitement. L'expérience a duré 12 semaines.

Expérience 2

On a conduit une autre expérience avec des trocas dont le diamètre initial était compris entre 27 et 28 mm. Cette expérience a duré 10 semaines. Les aliments dispensés étaient, notamment, les suivants : algues séchées + N1, algues séchées + poudre de soja, algues séchées + N1 + poudre de soja, et algues séchées + N1 + fèves de soja + détritus (environ 25 % chacun). Les algues séchées étaient en fait des cellules séchées de *Spirulina* sp.; N1, un aliment industriel japonais destiné au marché de la crevette (décrit comme " mélange d'aliments, destiné à *P. monodon*"), est utilisé pour alimenter des individus au stade post-larvaire 15 ou à des stades ultérieurs; et les détritus correspondent à des matières organiques prélevées en milieu naturel sur des rochers. La densité des bacs dans lesquels les expériences ont été réalisées (n = 3 réservoirs identiques) était de 10 trocas par bac de 60 L.

Élevage, contrôles environnementaux et recueil de données

Au cours des deux expériences décrites ci-dessus, l'élevage s'est déroulé de manière analogue. Les activités de suivi, de nettoyage et autres ont été accomplies chaque jour. Un débit constant d'eau de mer a été utilisé, correspondant à un volume de renouvellement de 80 % par jour. Les températures quotidiennes moyennes ont varié entre 26,5 et 31,5 °C. Le ph de l'eau de mer était compris entre 7,24 et 8,38 et la salinité de l'eau était de l'ordre de 34. Le diamètre basal de la coquille, exprimé en millimètres, et son poids total, exprimé en grammes, ont été mesurés toutes les deux semaines.

Analyse des données

Des tests ont été réalisés afin de déterminer si les données étaient normales et des analyses de variance ont été effectuées à l'aide du logiciel SPSS (Version 10.0). Là où les données ne suivaient pas une distribution normale, elles ont été transformées en logarithmes avant analyse.

Résultats

I. Essai d'alimentation de trocas d'une taille initiale de 12 mm environ.

Les résultats ont montré que le poids (0,35 ± 0,05 g) et le diamètre basal (11,98 ± 0,07 mm) des trocas utilisés au début de l'expérience n'étaient pas significativement différents selon les traitements appliqués (ANOVA, $F = 1{,}035$, $p = 0{,}40$).

Au cours deux premières semaines de l'expérience, la taille des trocas soumis à la plupart des traitements n'a présenté que peu de changements (figures 1 et 2), à l'exception des trocas nourris à l'aide d'algues vivantes fixées à des coraux contenus dans des bacs, qui ont affiché un léger gain de poids et de taille de la coquille. Au bout de deux semaines, le poids et la taille des spécimens soumis à tous les traitements ont augmenté de manière spectaculaire et ont fait apparaître des différences substantielles (ANOVA, $F = 54{,}146$, $p < 0.001$) selon les traitements. À la fin de l'expérience, les trocas ont été classés en deux groupes de taille.

Le premier groupe était composé de trocas nourris à l'aide d'algues naturelles fixées sur des rochers et sur du corail. Les trocas qui ont suivi ces deux traitements ont eu une croissance sensiblement plus rapide que ceux qui étaient soumis à d'autres traitements, et, s'agissant de ces deux traitements, les spécimens nourris avec des algues poussant sur des rochers ont affiché un taux de croissance beaucoup plus élevé que ceux qui étaient nourris avec des algues fixées sur les coraux contenus dans le bac (ANOVA, $p < 0{,}02$).

Le deuxième groupe, qui avait un rythme de croissance plus lent que le premier, était composé de trocas nourris avec *Navicula* sp., *Nitzschia* sp., des algues séchées, et un mélange de *Navicula* sp. et de *Nitzschia* sp. Dans ce groupe, les trocas nourris avec *Navicula* ont affiché des taux de croissance sensiblement plus élevés que ceux qui l'étaient avec *Nitzschia* et *Navicula* + *Nitzschia* sp. (ANOVA, $p < 0{,}04$). En outre, les deux traitements, constitués de *Nitzschia* sp. et d'un mélange de *Navicula* sp. + *Nitzschia* sp., ont mis en évidence un rythme de croissance plus lent que celui des autres groupes (ANOVA, $p < 0{,}001$). Cependant, il n'y a pas eu de différence significative entre ces deux traitements (*Nitzschia* sp. contre un mélange de *Navicula* sp. + *Nitzschia* sp.) (ANOVA, $p < 0{,}01$).

II. Essai d'alimentation sur des trocas d'une taille initiale de 27–28 mm

Pour cette expérience, la taille initiale des trocas était supérieure (27-28 mm) à celle des trocas soumis à l'expérience 1 (12 mm) (figure 3). Il n'y avait pas de différence de taille initiale substantielle entre les individus soumis aux différents traitements au début de l'expérience (ANOVA, $p > 0{,}12$).

En général, tous les traitements se sont soldés par de bons taux de croissance et, vers la fin de l'expérience, tous les trocas avaient atteint >33 mm de diamètre de coquille. Les individus nourris à l'aide d'un mélange d'algues sèches + N1 + soja + détritus ont atteint une taille plus grande que ceux qui avaient suivi d'autres traitements (ANOVA, $p < 0{,}02$). Les individus nourris avec un mélange d'algues sèches + N1 + soja ont accusé un rythme de croissance plus lent (ANOVA, $p < 0{,}001$). Les trocas nourris à l'aide d'un mélange d'algues sèches + soja et un mélange d'algues sèches + N1 ont enregistré des taux de croissance intermédiaires sans différence significative entre eux

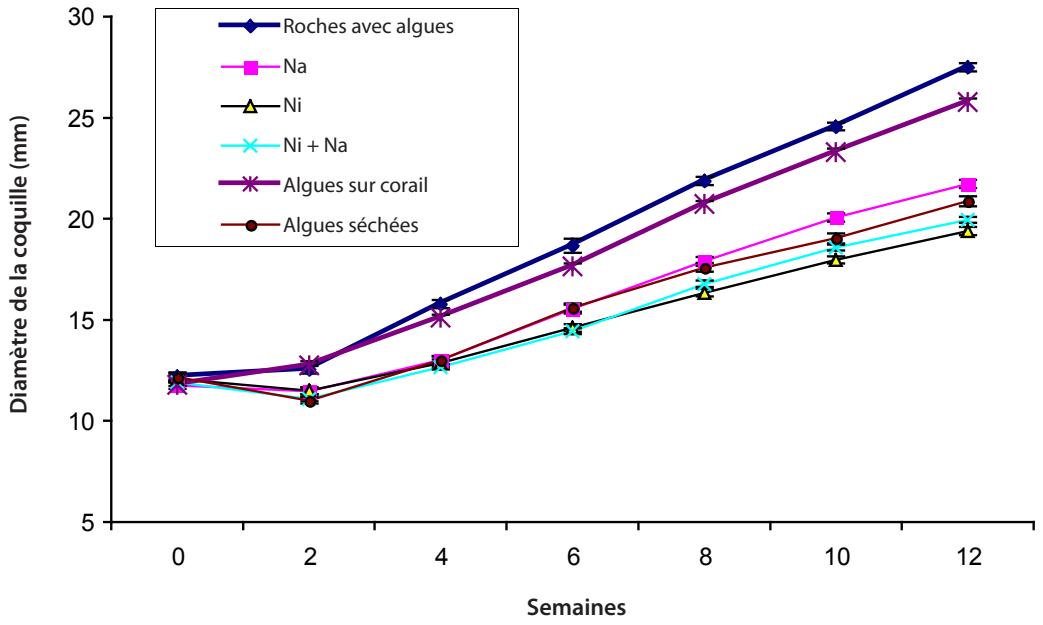


Figure 1. Diamètre basal moyen de la coquille de spécimens de *Trochus niloticus* soumis à six régimes alimentaires différents.

Na : *Navicula* sp., Ni : *Nitzschia* sp., Ni + Na : 50 % de mélange de *Nitzschia* sp. et *Navicula*, algues séchées : *Spirulina* sp.

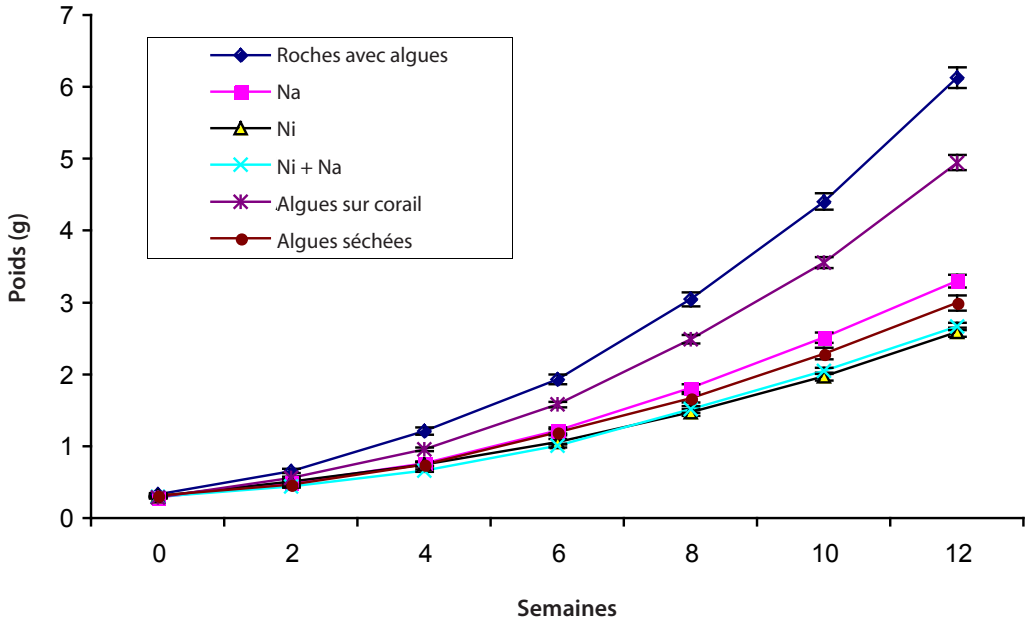


Figure 2. Poids moyens de spécimens de *Trochus niloticus* soumis à six régimes alimentaires différents.

Na : *Navicula* sp., Ni : *Nitzschia* sp., Ni + Na : 50 % de mélange de *Nitzschia* sp. et *Navicula*, algues séchées : *Spirulina* sp.

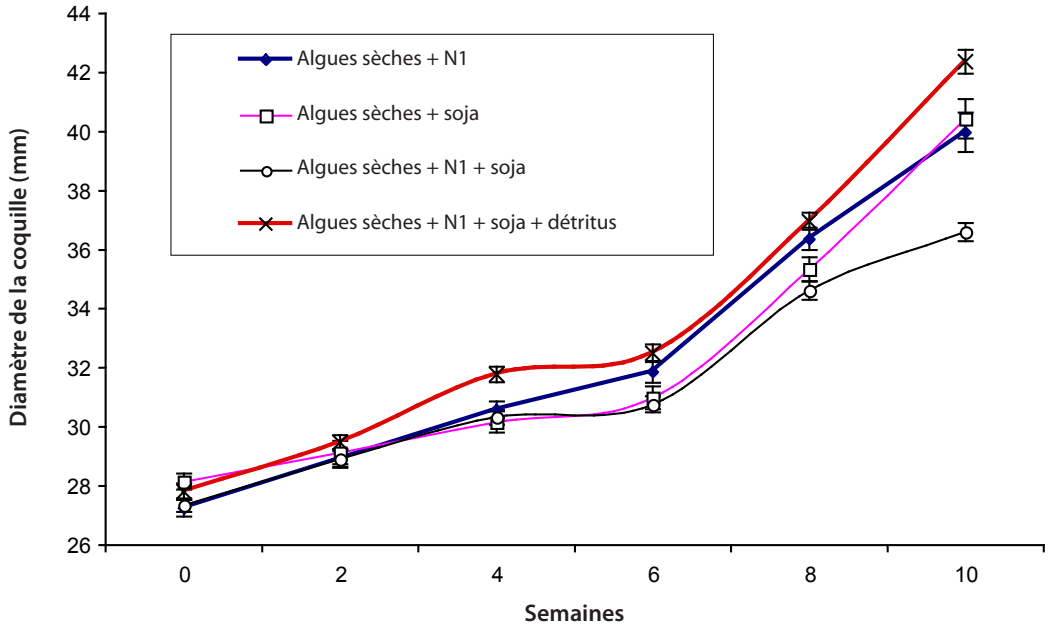


Figure 3. Croissance du diamètre de la coquille (en mm) de trocas nourris avec des algues sèches + N1 ; mélange d'algues sèches + soja ; algues sèches+ N1 + soja ; et mélange d'algues sèches + N1 + soja + détritus.

(ANOVA, p >0,10). Cependant, ces deux conditions ont montré qu'il existait des différences substantielles avec le mélange d'algues sèches + N1 + soja +détritus (ANOVA, p <0,001) (figure 3).

Discussion

D'après Shokita et al. (1991), *T. niloticus* est un mollusque brouteur, et son régime alimentaire naturel se compose d'algues filamenteuses fixées sur rochers ou de détritus et de sédiments rencontrés sur divers substrats. Cependant, ce régime peut évoluer en fonction du stade de développement. L'auteur signale également que les juvéniles de trocas se nourrissent de petites algues fixées sur les substrats tandis que les adultes mangent de petites algues et des micro-algues. Des observations réalisées en captivité ont montré que les juvéniles et les adultes mangeaient des micro-algues, mais que les adultes mangeaient aussi certaines algues telles que *Gracilaria*.

Dans ces deux expériences, les trocas nourris avec des algues fixées sur les rochers et sur les parois des bacs de coraux, avaient des taux de croissance bien meilleurs que ceux qui avaient suivi d'autres traitements. Il est possible que la composition des aliments provenant des bases coralliennes fixées sur les rochers était semblable au régime habituel des trocas en milieu naturel, ce qui a entraîné un temps d'acclimatation plus court et un taux de croissance plus rapide que chez les trocas soumis à d'autres régimes alimentaires. Par exemple, dans l'expérience 1, au cours des deux premières semaines, les trocas nourris avec des algues poussant sur les parois des bacs de corail semblaient avoir une croissance plus rapide et n'ont accusé aucun retard de croissance, dans un premier temps, tandis que ceux qui avaient suivi d'autres traitements avaient une croissance plus lente — peut-être tout en s'adaptant à de nouveaux aliments. Il se peut aussi que la présence de détritus et de sédiments dans le régime alimentaire favorise la croissance des trocas.

Dans un premier temps, les trocas utilisés pour les expériences ont été élevés dans des bacs dont les parois servaient de support aux algues. Ces conditions étaient donc semblables à celles des bacs de coraux utilisés pour cette expérimentation. En conséquence, ces trocas se sont acclimatés plus rapidement et ont eu raisonnablement accès à la nourriture, comme en témoignent les bons taux de croissance obtenus.

La composition des espèces d'algues accrochées aux rochers naturels comprenaient notamment Rhodophyceae (*Ceramium mazatlanense*, *Centroceras clavulatum*, *Chondria repens*), Chlorophyceae (*Enteromorpha clathrata*, *Cladophora laetevirens*, *Chaetomorpha javanica*), Diatomophyceae (*Nitzschia* spp., *Navicula* spp., *Diploneis* cf. *bombus*, *Paralia sulcata*, *Achnanthes brevipes*, *Pleurosigma naviculaceum*, *Bacillaria paradoxa*, *Cylindrotheca closterium*, *Coscinodiscus* spp., *Oscillatoria* sp.), des détritus, du sable, et autres aliments (Final topshell report, 2005). Ce régime alimentaire est proche du régime naturel des trocas en milieu marin (Soekendarsi et al. 1998) ; il permet donc d'obtenir le meilleur taux de croissance en captivité. Les mêmes constatations ont été faites lors d'une expérience précédente sur *T. maculatus* nourris en captivité. Cette expérience, également réalisée dans nos laboratoires, a démontré que les trocas nourris avec des algues poussant sur des rochers naturels, avaient un taux de croissance plus élevé que ceux qui avaient été soumis à d'autres régimes alimentaires (Do et al. 2003).

Bien que différents types d'aliments utilisés pour ces expériences aient permis d'aboutir à des taux de croissance

différents, tous les régimes alimentaires pouvaient être utilisés de manière sélective pour nourrir les trocas en captivité, en fonction de conditions pratiques. En outre, bien que les résultats des expériences aient montré que certains régimes étaient à l'origine de taux de croissance plus élevés chez les trocas en captivité, il est essentiel de poursuivre les expériences sur de nombreux autres régimes, notamment en utilisant des mélanges industriels produits pour d'autres animaux aquatiques tels que les crevettes.

L'aquaculture du troca soulève certaines difficultés. En premier lieu, selon Nash (1993), le troca se développe lentement, atteignant une taille commerciale à l'âge de deux ou trois ans. Il est donc coûteux de l'élever en captivité. Les algues fixées sur les rochers favorisent une croissance plus rapide, mais il est difficile de ramasser de tels rochers pour la production à grande échelle du troca. C'est pourquoi, le troca devrait être élevé en milieu naturel en appliquant des méthodes telles que le pacage en mer, ou le lâcher dans des aires marines protégées. En conséquence, il faudrait utiliser des aliments de substitution uniquement au stade de juvénile, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'élevage des juvéniles soit possible en milieu naturel.

Remerciements

Nous remercions le chef de projet, Dr Vo Si Tuan, pour son aide et ses conseils précieux, M. Huynh Minh Sang pour ses commentaires sur le rapport et Messieurs Ho Thi Hoa et Phan Kim Hong pour nous avoir fourni des algues de culture. Ces travaux ont été financés par SUMA, Danida.

References

Amos M. 1992. Trochus reseeding experiment in Vanuatu. SPC Trochus Information Bulletin 1:8–9.

Bouchet P. and Bour W. 1980. The trochus fishery in New Caledonia. SPC Fisheries Newsletter 20:9–12.

Bour W. 1988. Étude synoptique des trocas du Pacifique. Journées d'études sur les ressources halieutiques côtières du Pacifique. WP 3. 43 p.

Clarke R.P. et Ianelli J.N. 1996. Modèles actuels de gestion du troca et possibilité d'ouverture de perspectives nouvelles. Le troca, Bulletin d'information de la CPS 4:3–28.

Do H.H., Hoang D.L. and Hua T.T. 2003. The effects of food on growth rate of *Trochus maculatus* in the laboratory. p. 204–209. In: Third Molluscan Workshop. Proceedings of the Third National Workshop on Marine Molluscs. (in Vietnamese, abstracts in English).

Dobson G. and Lee C.L. 1996. Improved method of determining the sex of the marine top shell, *Trochus niloticus* (Mollusca: Gastropoda) for spawning. Aquaculture in tropical areas 139:329–331.

King M. 2001. Fisheries biology, assessment and management. Fishing News Books. Blackwell Science Ltd. 341 p.

Latama G. 1999. Metamorphosis, growth, and survival of top shell larvae (*Trochus niloticus*) in cultures with four species of microalgae. Phuket Marine Biological Center. Proceedings of the Ninth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme (TMMP), Indonesia, 19–29 August 1998. Part 1. Vol. 19, No. 1: 61–63.

Lee C.L. 2000. Nouvelles du projet de recherche de l'ACIAR sur le réensemencement des récifs en trocas. Le troca, Bulletin d'information de la CPS 6:16–17.

Nash W.J. 1993. Trochus. p. 451–495. In: Wright A. and Hill L. (eds). Nearshore Marine Resources of the South Pacific. Institute of Pacific Studies, Suva.

Ponia B.E. 2000. Transplantation de trocas vers les îles d'Atiu, Mauke et Takutea, Îles Cook. Le troca, Bulletin d'information de la CPS 6:2–4.

Shokita S., Kakazu K., Tomori A. and Toma T. 1991. Top shell (*Trochus niloticus*), green snail (*Turbo marmoratus*) and turban snail (*Turbo argyrostomus*). p. 276–287. In: Shokita S. et al. (eds). Aquaculture in Tropical Areas. Midori Shobo, Tokyo.

Soekendarsi E. Djawad M.I., Zulkarnain and Alie K. 1999. Growth rates of the gastropod *Trochus niloticus* L. fed five species of macro-algae. Tropical Marine Mollusc Programme 19(1):103–106.

Soekendarsi E., Palinggi A. and Santosa S. 1998. Stomach content in relation to shell length, width and weight of the gastropod *Trochus niloticus* L. Phuket Marine Biological Center. Proceedings of the Eighth Workshop of the Tropical Marine Mollusc Programme (TMMP), Thailand, 18–28 August 1997. Part 1. Vol. 18, No. 1: 73–76.

Le SIRMIP est un projet entrepris conjointement par 5 organisations internationales qui s'occupent de la mise en valeur des ressources halieutiques et marines en Océanie. Sa mise en oeuvre est assurée par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS), l'Agence des pêches du Forum du Pacifique Sud (FFA), l'Université du Pacifique Sud, la Commission océanienne de recherches géoscientifiques appliquées (SOPAC) et le Programme régional océanien de l'environnement (PROE). Ce bulletin est produit par la CPS dans le cadre de ses engagements envers le SIRMIP. Ce projet vise à mettre l'information sur les ressources marines à la portée des utilisateurs de la région, afin d'aider à rationaliser la mise en valeur et la gestion. Parmi les activités entreprises dans le cadre du SIRMIP, citons la collecte, le catalogage et l'archivage des documemts techniques, spécialement des documents à usage interne non publiés ; l'évaluation, la remise en forme et la diffusion d'information, la réalisation de recherches documentaires, un service de questions-réponses et de soutien bibliographique, et l'aide à l'élaboration de fonds documentaires et de bases de données sur les ressources marines nationales.

SIRMIP

Système d'information sur les ressources marines des îles du Pacifique

Évaluation de la résilience du troca et des autres ressources de la pêche côtière artisanale dans le Pacifique Occidental

Simon Foale[1]

Introduction

De nombreuses ressources côtières de la région Indo-Pacifique sont actuellement en butte à de graves difficultés de gestion car les populations d'un nombre croissant d'espèces diminuent fortement. À cet égard, la situation du troca paraît quelque peu exceptionnelle. Il ne semble pas être menacé par un effondrement des stocks dans de nombreux endroits et, contrairement à certains invertébrés à valeur marchande élevée, tels que le burgau (*Turbo marmoratus*) et les holothuries (*Holothuria scabra* et *Holothuria nobilis*), il semble bien réagir aux fermetures en série, comme en atteste couramment le système de *tambu* ou *tapu*, mis en œuvre dans plusieurs régions de Mélanésie. En quelques lignes, je souhaiterais évoquer ce qui me paraît être quelques unes des raisons plausibles de la résilience relative de la ressource en troca, et analyser, de manière plus générale, les effets de ces facteurs sur la gestion de la pêche artisanale.

Une batterie de statistiques très complètes sur les ressources marines, issues notamment des comptages sous marins et d'enquêtes au débarquement, a été obtenue en Papouasie-Nouvelle-Guinée, aux Îles Salomon et à Vanuatu, au cours de ces cinq dernières années ou plus (Amos 2007; Lincoln-Smith et al. 2006; Service national des pêches (Papouasie-Nouvelle-Guinée) 2005, 2007a,b; Ramohia 2006; Skewes et al. 2002, 2003). Considérées dans leur ensemble, ces données nous rappellent de manière alarmante la gravité de la surexploitation de certaines espèces à valeur commerciale élevée dans toute la région. Cela étant, s'il est vrai que les stocks de trocas seraient en régression dans certains pays tels que Vanuatu, ils sont loin, toutefois, de s'effondrer. Amos (2007) signale une baisse substantielle du volume total des exportations de troca entre 1996 et 2004, dont 157,6 tonnes ont été transformées en 2003 — en diminution par rapport au record de 476,4 tonnes battu en 1998. Le Service national des pêches de Papouasie-Nouvelle-Guinée (2005) a fait état de quantités débarquées de mollusques légèrement supérieures à 120 tonnes, à Kavieng, entre décembre 2002 et avril 2004; ces quantités étaient constituées de troca, à 99 %, et de burgau, à 0,6 %. À Milne Bay, aucun burgau n'a été débarqué entre décembre 2005 et décembre 2006 (Service national des pêches, Papouasie-Nouvelle-Guinée 2007b), tandis que quelque 18 tonnes de troca étaient débarquées au cours de la même période. Lors des comptages visuels effectués dans l'ensemble des Îles Salomon par des plongeurs, dans le cadre d'opérations organisées par *The Nature Conservancy* en 2004, aucun burgau n'a été aperçu, alors que la densité globale des trocas était de 10 par ha, d'après des calculs.

Plusieurs des inventaires mentionnés ci-dessus font aussi état de la forte baisse des stocks d'autres espèces, notamment les bénitiers *Tridacna gigas* et *T. derasa* et les holothuries *Holothuria scabra* et *H. nobilis*, dont nous traiterons plus loin en rapport avec la dynamique des stocks des pêcheries de gastéropodes. Néanmoins, je présenterai en premier lieu, les grandes lignes d'un cadre analytique qui permettra de comprendre le sort que connaissent depuis peu, les différentes ressources halieutiques représentées dans le Pacifique occidental ; j'indiquerai aussi brièvement les raisons pour lesquelles ces pêcheries ont suivi des parcours si différents et, les conséquences qui en résultent, dans chaque cas, sur les stratégies de gestion.

Cadre permettant d'analyser la pression sur différentes ressources halieutiques présentes dans le Pacifique, et leur résilience.

Lors de l'évaluation des difficultés de gestion auxquelles font face les différentes ressources halieutiques dans le Pacifique, il faut tenir compte d'un vaste éventail de considérations, notamment :

1. **La marchandisation**. De manière générale, la pression de pêche exercée sur les ressources exploitées dans un but commercial est beaucoup plus forte que sur celles qui sont capturées à des fins de subsistance. La ligne de démarcation entre ces deux types de ressources est beaucoup plus nette dans les pays caractérisés par leur densité de population très faible, tels que la Papouasie-Nouvelle-Guinée, les Îles Salomon et Vanuatu (Sabetian et Foale 2007).
2. **Le prix du marché** est un facteur clé qui détermine le niveau de l'effort de pêche auquel une ressource a été soumise. À mesure que celle-ci s'appauvrit, le prix augmente fréquemment. Plusieurs exemples en attestent, le plus spectaculaire étant peut être celui de la ressource en bahaba chinois (Sadovy et Cheung 2003). Le prix des vessies natatoires de bahaba séchées a augmenté, passant de quelques dollars des États-Unis d'Amérique le kilo dans les années 30, à un prix compris entre 20 000 et 64 000 dollars É.U. en 2001, ce qui rendait cette ressource plus précieuse que l'or, même au cours actuel (2008). Cette relation inverse entre l'abondance et le prix déclenche un cercle vicieux qui conduit souvent à l'effondrement des pêcheries.
3. **La facilité de stockage et de transport**. Les produits non périssables et séchés tels que le troca, les ailerons de requin et la bêche-de-mer sont plus faciles à stocker et à transporter vers les marchés que le poisson frais ou le poisson vivant. Les espèces qui ne peuvent être stoc-

1. James Cook University, Australie. Courriel: simon.foale@jcu.edu.au

kées et transportées de manière avantageuse jusqu'au marché, feront inévitablement l'objet d'une pression de pêche moindre que celle qui peuvent l'être.

4. **Le cycle biologique**. Le taux de croissance, l'âge à la maturité, la longévité et la fécondité sont autant de paramètres qui affectent la façon dont les populations d'une espèce donnée réagissent à la pression de pêche. Selon un principe général, une espèce ayant un taux de renouvellement élevé tend à mieux résister à la pression de pêche (par exemple, Dalzell 1993 ; Pauly et al. 1998). Cependant, il ne faudrait écarter aucune exception à ce principe. D'autres facteurs importants et souvent complexes liés au cycle biologique ont une incidence sur la vulnérabilité à la pêche, en particulier ceux qui ont trait à la dispersion des larves et au comportement lié à la fixation.
5. **La facilité de capture**. Certaines espèces plus faciles à capturer risquent davantage d'être surexploitées. Les espèces, à mobilité réduite ou nulle et évoluant à faible profondeur, tendent à être surexploitées plus rapidement que les espèces mobiles, profondes et/ou cryptiques.

Naturellement, il y a des interactions et des relations d'interdépendance entre ces facteurs, dans la plupart des pêcheries.

Le troca occupe une position intéressante par rapport aux règles générales mentionnées ci-dessus. Cette espèce étant sédentaire et se répartissant dans des eaux peu profondes (la plupart des individus vivent à des profondeurs inférieures à 15 m), des plongeurs en bonne forme relative peuvent avoir accès à la plus grande partie de la population sans s'équiper d'un scaphandre autonome ou d'un narguilé. Le troca peut être stocké indéfiniment et être transporté à un coût relativement bas. Lorsque l'on y ajoute des prix relativement intéressants, ces facteurs le rendent vulnérable en cas de surpêche. Dans un même temps, sa croissance est rapide et il parvient à la maturité sexuelle dès la deuxième ou la troisième année, lorsque son diamètre basal atteint approximativement 6 cm (Foale et Day 1997 ; Nash 1993). Il affiche également un niveau de comportement cryptique (voir les explications détaillées ci-dessous) que certains chercheurs ont relevé (Nash 1993 ; Foale 1998a ; Foale et Day 1997) et qui a également été observé par des pêcheurs pratiquant une activité de subsistance et/ou artisanale dans le Pacifique (Foale 1998a, b ; Foale 2006). Ce comportement cryptique peut être l'une des raisons essentielles qui expliquent pourquoi les stocks de troca n'ont pas encore connu d'effondrement généralisé, contrairement à ceux de burgau (*Turbo marmoratus*) et autres invertébrés à valeur commerciale élevée dont il est question ci-dessus.

Dans une bonne partie des régions côtières de Mélanésie, la « gestion » des pêcheries de troca s'appuie sur des fermetures en série — le système bien connu du *tambu* ou *tapu*. Certains auteurs (par exemple Cinner et al. 2005 ; Hickey 2007 ; Johannes 2002) ont soutenu que ce système perdurable (voir Polunin 1984 pour s'informer sur quelques nuances importantes à cette hypothèse courante) constitue une forme culturellement appropriée et véritablement adaptative de la gestion de la pêche dans le Pacifique. Je maintiens que l'efficacité de ce système dépend, pour une très large part, d'une foule d'autres considérations, y compris toutes celles qui sont mentionnées ci-dessus. Le système de *tambu*/*tapu* n'est pas parvenu à empêcher l'extinction ou la quasi-extinction commerciale de la plus grande partie de l'éventail des populations suivantes : burgau, bénitier, l'holothurie des sables et l'holothurie noire à mamelles. Mais, s'il est vrai que les populations de trocas ont enregistré un recul évident dans certaines régions, elles ne semblent pourtant pas avoir atteint le même niveau d'épuisement jusqu'à présent, dans la plupart des endroits.

L'une des lacunes du recours aux fermetures en série, en particulier pour ce qui est des pêcheries commerciales, est que lorsque la réserve est rouverte à la pêche, l'effort de pêche peut souvent y être très intense et immodéré — les pêcheurs prennent tout ce qu'ils peuvent trouver. Dans le cas du troca, il semble qu'une certaine proportion de la population — peut-être jusqu'à un tiers —, se cache au fond de crevasses, sur les récifs, et qu'elle est hors de portée des plongeurs, à tout instant. Le fait que, comme en attestent des observations, les populations de trocas tendent à augmenter sensiblement juste après la pleine lune lors des mois d'été, lorsqu'un grand nombre de spécimens quittent apparemment leurs cachettes et se dirigent vers des endroits relativement exposés sur le récif pour s'y reproduire, constitue une preuve indirecte de ce comportement. L'application d'un système de fermetures en série implique que les spécimens qui échappent à la capture au cours d'une opération de pêche (à supposer que toutes ces périodes ne soient pas organisées de manière à coïncider avec la période de ponte) bénéficieront donc d'une protection lors de la période d'interdiction suivante, et cette mesure peut garantir un niveau de remplacement de la population suffisant pour empêcher l'effondrement du stock.

En revanche, le burgau ne semble pas bénéficier d'un tel refuge écologique/comportemental et, compte tenu de la similitude de leur cycle biologique et de l'éventail de profondeurs semblables auxquelles tous deux évoluent (Yamaguchi 1993),[2] il a connu un sort très différent bien que présent dans le même type d'environnement géographique. Les holothuries blanches à mamelles (*Holothuria fuscogilva*) se rencontrent dans un type de refuge différent — la profondeur. Cette espèce peut s'observer jusqu'à des profondeurs pouvant atteindre 40 m (Skewes et al. 2002), ce qui met une proportion significative de la population hors d'atteinte d'un plongeur en apnée. Même s'il utilise un scaphandre autonome ou un narguilé, un plongeur ne peut pas rester longtemps à 40 m sans risquer un malaise lié à la décompression. En conséquence, les populations d'holothuries blanches à mamelles ne se sont pas épuisées de manière aussi spectaculaire au cours des deux dernières décennies, que celles des holothuries des sables (*H. scabra*) ou des holothuries noires (*H. whitmaei*) (Natio-

2. Le prix offert aux pêcheurs pour le burgaudans la Province de Nouvelle Irlande, PNG (K 4.71 kg^{-1}) est un petit peu inférieur à celui du troca (K 5.24 kg^{-1}) (National Fisheries Authority (Papouasie-Nouvelle-Guinée) 2005), tandis qu'à Vanuatu, il est bien supérieur (VUV 1,700–3000 kg^{-1} vs VUV 170–300 kg^{-1}) (Amos 2007).

nal Fisheries Authority (Papua New Guinea), 2005, 2007a, b ; Skewes et al. 2002).

Il est fort possible que d'autres facteurs aient contribué aux différences des caractéristiques d'abondance entre le troca et les autres espèces commerciales côtières. La limite de taille minimale de 8 cm mesurée en suivant le diamètre basal de la coquille (9 cm à Vanuatu : Amos 2007) semble avoir été raisonnablement bien appliquée aux Îles Salomon depuis la fin des années 90, et cette mesure garantit que chaque spécimen soit sexuellement mature pendant une année, environ, avant d'entrer dans la pêcherie (Foale et Day 1997). Une telle mesure peut aussi avoir contribué de manière non négligeable à la prévention de l'effondrement du stock, avec le refuge écologique/comportemental hypothétique, mentionné ci-dessus.

Conclusions

Amos (2007) signale que Vanuatu impose désormais une interdiction de la pêche du burgau pendant 10 ans. En outre, comme les Îles Salomon, ce pays a aussi récemment fermé la pêche de l'holothurie. Il s'agit là de mesures draconiennes, quoique évidemment nécessaires, qui montrent bien que la gestion communautaire — sous forme de clôtures traditionnelles en série — n'a pas suffi à prévenir l'effondrement ou le quasi-effondrement de plusieurs espèces à valeur commerciale élevée. Je prétends qu'en raison d'aspects liés au comportement, au cycle biologique et à l'écologie du troca, peut-être en combinaison avec l'imposition, par les pouvoirs publics, de limites de taille minimales, les stocks de cette pêcherie se sont appauvris mais ne se sont pas effondrés en Papouasie-Nouvelle-Guinée, aux Îles Salomon ni à Vanuatu. La pêcherie de trocas qui est probablement la mieux gérée du Pacifique est celle d'Aitutaki (Nash et al. 1995) : elle est gérée selon un système simple de quota, et elle fait périodiquement l'objet d'évaluations des stocks auxquelles des habitants de l'île participent. Ce système de gestion a été mis au point dans le cadre d'une collaboration qui s'est étalée sur plusieurs années, entre le Service des pêches des Îles Cook et la population d'Aitutaki — qui, de toute évidence, a fait preuve d'une grande cohésion sociale qui a pour eu effet de rendre le respect de la réglementation beaucoup moins problématique que dans un grand nombre de régions de la Mélanésie.

Les travaux de recherche sur le troca, que j'ai entrepris dans l'archipel de Nggela (Îles Salomon) dans les années 90, ont montré que le système de *tambu* n'était pas un système de gestion de la pêche du troca qui avait connu un succès retentissant et que les rendements obtenus dans cet archipel soutenaient très mal la comparaison avec ceux qui étaient enregistrés à l'époque à Aitutaki (Foale 1998a ; Foale et Day 1997). Néanmoins, une mission à Sandfly Island à la mi-2007 m'a clairement fait comprendre que la pêcherie de trocas à Nggela continuait d'assurer un rendement modeste mais régulier. S'il est vrai que les différences entre les types de récifs à Nggela (récifs frangeants) et à Aitutaki (un atoll) font qu'il est difficile d'être trop affirmatif lorsque l'on aborde la question relative aux différences de productivité entre ces pêcheries, il apparaît, néanmoins que les pêcheries de trocas pourraient donner de bien meilleurs résultats si un système de gestion fondé sur l'instauration de quotas était établi en Mélanésie. Toutefois, l'instauration et l'application d'un tel système seraient probablement plus compliquées qu'à Aitutaki, étant donné l'importante fragmentation sociale et politique que connaissent les pays mélanésiens et l'insuffisance des fonds alloués par les bailleurs aux Services des pêches de ces pays.

Les éléments dont nous disposons ne semblent pas corroborer l'argument selon lequel les fermetures traditionnelles en série constituent une forme adaptative de gestion des pêcheries côtières en général dans le Pacifique occidental. Un examen plus minutieux de chacune d'entre elles montre que certaines espèces, y compris le troca, s'en sont mieux tirées que d'autres grâce à ce système, et que cette ébauche de cadre permet de mieux expliquer la dynamique des stocks dans les différentes pêcheries. Les fermetures en série ne semblent pas susceptibles de s'adapter à la croissance inéluctable de l'effort de pêche qui va de pair avec la croissance démographique et l'augmentation des prix des produits de la mer due à l'augmentation de la demande en provenance de Chine, et avec la raréfaction d'un grand nombre de ces produits. Ce dont l'ensemble de la région a besoin, à l'évidence,

Figure 1.
Troca mâle entrain de pondre en milieu naturel (Îles Salomon).

c'est d'un soutien plus marqué aux pouvoirs publics afin qu'ils contribuent à la mise en place de mesures efficaces et transparentes de surveillance et de réglementation destinées à prévenir une aggravation de l'effondrement des stocks et (si possible) à réhabiliter des ressources gravement épuisées, telles que celles dont il a été question dans cet article.

References

Amos M. 2007. Vanuatu fishery resource profiles. Apia: Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme. 208 p.

Cinner J., Marnane M.J., McClanahan T.R. and Almany G.R. 2005. Periodic closures as adaptive coral reef management in the Indo-Pacific. Ecology and Society 11(1):31.

Dalzell P. 1993. Small pelagic fishes. p. 97–133. In: A. Wright and L. Hill (eds). Nearshore marine resources of the South Pacific. Suva: Institute of Pacific Studies, Forum Fisheries Agency, International Centre for Ocean Development.

Foale S.J. 1998a. Assessment and management of the trochus fishery at West Nggela, Solomon Islands: An interdisciplinary approach. Ocean and Coastal Management 40:187–205.

Foale S.J. 1998b. The role of customary marine tenure and local knowledge in fishery management at West Nggela, Solomon Islands. Zoology Department, The University of Melbourne. 249 p.

Foale S.J. 2000. Les dimensions sociales de la gestion de la pêcherie du troca aux Îles Salomon. Le troca, Bulletin d'information de la CPS 6:5–10.

Foale S.J. 2006. The intersection of scientific and indigenous ecological knowledge in coastal Melanesia: Implications for contemporary marine resource management. International Social Science Journal 58(187):129–137.

Foale S.J. and Day R.W. 1997. Stock assessment of trochus (*Trochus niloticus*) fisheries at West Nggela, Solomon Islands, with notes on management. Fisheries Research 33:1–16.

Hickey F. 2007. Gestion traditionnelle des ressources marines à Vanuatu: reconnaître, appuyer et renforcer les systèmes autochtones de gestion des ressources. Ressources marines et traditions, Bulletin d'information de la CPS 20:11–23.

Johannes R.E. 2002. The renaissance of community-based marine resource management in Oceania. Annual Review of Ecology and Systematics 33:317–340.

Lincoln-Smith M.P., Pitt K.A., Bell J.D. and Mapstone B.D. 2006. Using impact assessment methods to determine the effects of a marine reserve on abundances and sizes of valuable tropical invertebrates. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 63(6):1251–1266.

Nash W.J. 1993. Trochus. p. 451–496. In: A. Wright and L. Hill (eds). Nearshore marine resources of the South Pacific. Suva: Institute of Pacific Studies, Forum Fisheries Agency, International Centre for Ocean Development.

Nash W., Adams T., Tuara P., Terekia O., Munro D., Amos M., Leqata J., Mataiti N., Teopenga M. and Whitford J. 1995. The Aitutaki trochus fishery: A case study. Noumea: SPC. 72 p.

National Fisheries Authority (Papua New Guinea) 2005. Small-scale fisheries in New Ireland Province: Landing, market and buyer surveys in Kavieng. Kavieng: National Fisheries Authority Coastal Fisheries Management and Development Project. 77 p.

National Fisheries Authority (Papua New Guinea) 2007a. Sea cucumber survey – New Ireland Province. Kavieng: National Fisheries Authority and Coastal Fisheries Management and Development Project. 39 p.

National Fisheries Authority (Papua New Guinea) 2007b. Small-scale fisheries in Milne Bay Province: landing, market and buyer surveys in Alotau. Kavieng: National Fisheries Authority Coastal Fisheries Management and Development Project. 43 p.

Pauly D., Christensen V., Dalsgaard J., Froese R. and Torres F. 1998. Fishing down marine food webs. Science 279(5352):860–863.

Polunin N.V.C. 1984. Do traditional marine "reserves" conserve? A view of Indonesian and New Guinean evidence. p. 267–283. In: K. Ruddle and T. Akimichi (eds). Maritime Institutions in the Western Pacific. Osaka: National Museum of Ethnology.

Ramohia P. 2006. Fisheries resources: Commercially important macroinvertebrates. p. 530. In: A. Green, P. Lokani, W. Atu et al. (eds). Solomon Islands marine assessment: Technical report of the survey conducted May 13 – June 17, 2004. Brisbane: The Nature Conservancy.

Sabetian A. et Foale S.J. 2007. L'évolution du pêcheur artisanal: l'exemple des Îles Salomon et de la Papouasie-Nouvelle-Guinée. Ressources marines et traditions, Bulletin d'information de la CPS 20:3–10.

Sadovy Y. and Cheung W.L. 2003. Near extinction of a highly fecund fish: the one that nearly got away. Fish and Fisheries 4(1):86–99.

Skewes T., Kinch J., Polon P., Dennis D., Seeto P., Taranto T., Lokani P., Wassenberg T., Koutsoukos A. and Sarke J. 2002. Research for sustainable use of beche-de-mer resources in Milne Bay Province, Papua New Guinea. Cleveland, CSIRO Division of Marine Research**:** 40 p.

Skewes T., Kinch J., Polon P., Dennis D., Seeto P., Taranto T., Lokani P., Wassenberg T., Koutsoukos A. and Sarke J. 2003. Distribution and abundance of reef resources in Milne Bay Province, Papua New Guinea: Giant clams and other species. CSIRO Division of Marine Research Final Report. Cleveland, Australia, CSIRO**:** 29 p.

Yamaguchi M. 1993. Green snail. p. 497–511. In: A. Wright and L. Hill (eds). Nearshore marine resources of the South Pacific. Suva: Institute of Pacific Studies, Forum Fisheries Agency, International Centre for Ocean Development.

Le point sur l'aquaculture des gastéropodes marins et des bivalves à Vanuatu

Antoine Teitelbaum[1] et Sompert Rena[2]

Les gastéropodes et les bivalves, y compris le bénitier, le troca, et le burgau, sont exploités à des fins commerciales à Vanuatu depuis des décennies. La forte pression de pêche exercée sur ces organismes a conduit le Service des pêches de Vanuatu à envisager la reproduction artificielle de certaines de ces espèces pour i) reconstituer les stocks surexploités, ii) remplacer l'exportation de spécimens capturés en milieu naturel par des produits d'élevage, et iii) mettre sur pied des filières nouvelles et pérennes pour le pays.

Le troca, le bénitier et le burgau restent les espèces qui présentent le plus d'intérêt pour l'aquaculture des mollusques à Vanuatu. Cependant, d'autres espèces telles que l'huître comestible et l'huître perlière pourraient susciter quelque intérêt dans l'optique d'une plus grande diversification de l'aquaculture à Vanuatu.

Le troca

Le troca (*Trochus niloticus*) est principalement ciblé pour sa coquille, qui est transformée localement en boutons bruts (figure 1) puis exportée vers la Chine et Hong Kong. Les coquilles de trocas se vendent à des usines de fabrication de boutons au prix de 350–450 VT kg^{-1} (3,7–4,7 USD kg^{-1}). En 2006, en tout, 36 tonnes (t) de coquilles de trocas transformées ont été exportées, ce qui a rapporté plus de 35 millions de vatus (±325 000 USD) en devises étrangères. En 2007, le volume des exportations de troca pêché dans les cinq provinces, a atteint environ 55,2 t. Toutes les coquilles ont été vendues et transformées par le seul et unique exportateur agréé à Port-Vila.

Le troca est produit à l'écloserie du Service des pêches de Vanuatu depuis le début des années 80 afin d'évaluer le potentiel de réensemencement des récifs du pays et, partant, de développer la ressource. Le Centre australien pour la recherche agricole internationale a financé un vaste programme de recherches, axé sur divers aspects de la biologie et de l'aquaculture du troca, y compris la nutrition, la production de semences et la participation des populations locales à la gestion des stocks.

La production annuelle de l'écloserie avoisine les 20 000 juvéniles dont la plupart sont fournies au village à des fins de reconstitution des stocks. La participation assidue de Vanuatu aux travaux de recherche sur le troca témoigne de l'importance de cette ressource pour le bien-être économique et social de ses populations rurales.

L'une des principales difficultés que rencontre Vanuatu dans le domaine de la production de trocas a été la dégradation de la qualité de l'eau du port de Port-Vila où l'écloserie de trocas est située. Celle-ci a été rénovée en 2006 grâce au concours financier de l'Agence japonaise pour la coopération internationale (JICA) (figures 2 et 3). Ces travaux ont permis d'atténuer les difficultés liées à la qualité de l'eau et devraient favoriser la survie des juvéniles produits en écloserie.

Le bénitier

En 2001, le premier lot de bénitiers (*Tridacna crocea*) a été produit avec succès à l'écloserie à terre du Service des pêches de Vanuatu, afin d'évaluer le potentiel de réen-

Figure 1. Fabrication de boutons dans la seule usine de transformation de coquilles de troca de Vanuatu (photo : Antoine Teitelbaum)

Figure 2. Bassins en fibres de verre du centre géré par le Service des pêches de Vanuatu (financés par la JICA), utilisés pour la production de mollusques marins (photo : Antoine Teitelbaum)

1. Chargé de l'aquaculture CPS. Courriel : antoinet@spc.int
2. Biologiste halieutique principal, Service des pêches de Vanuatu. Courriel : sfb-ra@vanuatu.com.vu

Figure 3. Collecteur général, salle de pompage et de filtration, du centre aquacole du Service des pêches de Vanuatu, financés par la JICA (photo : Antoine Teitelbaum)

Figure 4. *Tridacna maxima* en cours de production dans un centre d'exportation privé (photo : Antoine Teitelbaum)

Figure 5. Naissain de *Tridacna squamosa* fixé sur des blocs de béton au centre aquacole du Service des pêches de Vanuatu (photo : Antoine Teitelbaum)

semencement des récifs ainsi que la valeur commerciale du bénitier sur les marchés d'exportation. Les travaux ont été engagés suite aux inquiétudes soulevées par la quantité considérable de bénitiers prélevés en milieu naturel pour le marché de l'aquariophilie. Plusieurs centaines de spécimens, d'une valeur supérieure à 100 000 VT, ont donc été vendus vivants aux exportateurs de produits d'aquariophilie à Port-Vila.

Vanuatu compte quatre espèces de bénitiers (*Tridacna maxima*, *T. squamosa*, *T. crocea* et *Hippopus hippopus*). Quatre cents spécimens d'une espèce qui a disparu localement, *T. gigas*, le véritable bénitier, ont été introduits des Tonga par la JICA et le Service des pêches de Vanuatu en 2007. Après une période d'acclimatation, 200 d'entre eux ont été implantés près du village de Mangaliliu et 200 dans les eaux qui baignent l'île de Mosso, dans le nord d'Efate. Le Service des pêches de Vanuatu compte bien qu'une fois arrivés à maturité, ils seront restitués à l'écloserie du Service des pêches pour s'y reproduire. Les juvéniles ainsi obtenus seront alors utilisés pour reconstituer les stocks sur les récifs de Vanuatu.

De nombreux bénitiers ont été prélevés en milieu naturel pour le commerce de l'aquariophilie en 2000 et en 2001, les exportations s'étant chiffrées entre 4 et 7 millions de vatus. Peu après, le Service des pêches de Vanuatu a interdit l'exploitation en milieu naturel, aux fins d'exportation, de *T. crocea* dans l'ensemble de l'archipel et il a décidé, en octobre 2007, d'interdire l'exportation de toutes les espèces de bénitiers sauvages. Actuellement, seul le bénitier d'élevage peut être exporté.

Le principal débouché pour le bénitier d'élevage est le marché de l'aquariophilie. Le bénitier est vendu à des prix de détail élevés sur les marchés étrangers (20–30 USD pièce^{-1}). À Port-Vila, les exportateurs de produits d'aquariophilie les vendent en moyenne à 500 VT (4,50 USD pièce^{-1}) dès qu'ils atteignent une taille de 4–5 cm (figure 4). Il y a aussi un marché lucratif pour le muscle adducteur des espèces de plus grande taille, mais sa croissance est lente.

Il existe un potentiel pour inciter les populations à se lancer dans l'aquaculture du bénitier. Bien qu'il reste à démontrer que la production à grande échelle — réalisée aux fins de grossissement en écloserie — de semences de bénitiers destinées à alimenter le secteur de l'aquariophilie, est viable sur un plan commercial à Vanuatu, le Service des pêches de Vanuatu travaille actuellement sur la production de semences aux fins de grossissement, dans les zones côtières rurales (figure 5). Le grossissement en milieu rural est actuellement expérimenté au village de Mangaliliu, dans le nord d'Éfaté, et sur l'île de Lelepa.

Le burgau

La production de semences de burgau (*Turbo marmoratus*) à l'écloserie du Service des pêches de Vanuatu a débuté en 2003. L'objectif était d'évaluer son potentiel de reproduction et de réensemencement pour développer la ressource naturelle implantée sur les récifs, où les stocks se sont beaucoup appauvris en raison de la surpêche. De nouveaux essais ont été entrepris en 2007 dans le cadre du projet de gestion de la ressource côtière, financé par la JICA, qui a permis de constater que le burgau était un produit prioritaire (figures 6 et 7).

Le présent projet a pour objet de définir les moyens de produire plus facilement des semences de burgau. Ces semences seront disponibles à des fins de réensemencement des récifs, sur des sites ciblés, à Vanuatu. En 2007, le Service des pêches a induit deux pontes du burgau — la première en février, avec un taux de survie relativement faible (996 pièces), et une autre en septembre, qui a permis d'obtenir des taux de survie bien supérieurs (3 624 pièces).

Quelques groupes de géniteurs de burgaux ont été implantés sur les récifs situés au large d'Efate ; ils sont protégés afin de garantir une plus forte production de semences naturelles. Ces géniteurs ont été prélevé à l'île d'Aneityum qui en possède encore un stock robuste. Les populations côtières visées suivent actuellement une formation afin de gérer les groupes de géniteurs dans la zone protégée entourant leurs villages.

L'huître perlière

Le potentiel de culture de la perle noire (*Pinctada margaritifera*) a fait l'objet de travaux de recherche menés en 1996, à Peskarus dans les Îles Maskelyne, dans le cadre d'une collaboration entre le Service des pêches de Vanuatu et une société perlière de Tahiti. L'étude a abouti à la conclusion que s'il est vrai qu'il existe dans la région des stocks d'huîtres perlières à lèvres noires, leur nombre n'est pas suffisant pour soutenir l'activité d'une ferme commerciale ; c'est pourquoi les essais de perliculture ont été abandonnés.

Cependant, les techniques utilisées en écloserie sont largement disponibles pour l'huître perlière, et il existe un bon potentiel à Vanuatu pour une perliculture fondée sur la production de naissains en écloserie.

Autres mollusques et autres opportunités

D'autres travaux de recherche sur la collecte en milieu naturel de naissains d'espèces d'huîtres perlières, de coquilles Saint-Jacques ou d'huîtres côtières comestibles pourraient profiter à un secteur aquacole en pleine expansion, à Vanuatu. Le Service des pêches renforce sa capacité dans le domaine de l'aquaculture et travaille d'arrache-pied pour développer tout le potentiel du pays dans ce secteur.

La proximité de Vanuatu par rapport aux marchés d'exportation (Australie, Nouvelle-Calédonie, Nouvelle-Zélande), son propre marché intérieur (une population de 200 000 habitants en plein essor, dont 20 % vit à Port-Vila) et le développement rapide du tourisme (85 000 touristes en 2006) sont autant d'atouts pour le développement économique du pays. Vanuatu dispose d'un grand potentiel dans le domaine de l'aquaculture grâce à la diversité considérable de ses sites, à l'excellente qualité de son eau et à son environnement économique et social porteur.

Pour plus d'information

Vanuatu Fisheries Department. 2007. Fisheries Department 2006 Annual Report. Vanuatu Fisheries Department, Ministry of Agriculture, Livestock, Quarantine, Forestry & Fisheries. 28 p.

Vanuatu Fisheries Department. 2008. Fisheries Department 2007 Annual Report. Compiled by Jason J. Raubani. Vanuatu Fisheries Department, Ministry of Agriculture, Livestock, Quarantine, Forestry & Fisheries. 46 p.

Vanuatu Fisheries Department (in press) Vanuatu Aquaculture Development Plan 2008–2013. A collaborative work by Vanuatu Fisheries Department, Ministry of Agriculture, Livestock, Quarantine, Forestry & Fisheries, and SPC Aquaculture Section. 35 p.

Figure 6. Deuxième lot de burgaux (de 4 mois) produits au centre aquacole du Service des pêches de Vanuatu (photo : Kenichi Kikutani)

Figure 7. Burgaux de 10 mois prêts à être réensemencés (photo : Antoine Teitelbaum)

La réintroduction du bénitier dans la région Indo-Pacifique : succès et échecs

Antoine Teitelbaum[1] et Kim Friedman[2]

Contexte général

Le bénitier (Tridacnidae) est le plus grand bivalve marin présent dans les zones côtières de la région Indo-Pacifique. Huit espèces de taille et d'habitat de prédilection divers et variés, ont été répertoriés (*Tridacna gigas, T. derasa, T. squamosa, T. maxima, T. crocea, T. tevora, Hippopus hippopus* et *H. porcellanus*)[3]. Outre les bénitiers foreurs colorés de taille plus petite, tels que *T. maxima* et *T. crocea* que l'on rencontre sur des substrats calcaires, on observe des espèces de plus grande taille évoluant en milieu naturel, telles que *T. squamosa, T. derasa* et *T. gigas* généralement à proximité des récifs ou sur des fonds sableux. De la même manière, on rencontre souvent *Hippopus* spp. sur des substrats mous, par exemple, des herbiers. Ces bivalves ont ceci d'inhabituel qu'ils hébergent à l'intérieur de leur manteau des zooxanthelles symbiotiques qu'ils bénéficient de produits de la photosynthèse qui assure une partie de leur alimentation.

Le bénitier est un aliment très prisé, et son exploitation par des pêcheurs pratiquant une activité de subsistance et les exportations de sa chair a été responsable de l'épuisement de tout le stock. En outre, il est exploité pour sa coquille et il est exporté vivant pour le compte de négociants en aquariophilie marine. Bien que les opérations de pêche menées par des navires étrangers (pour sa chair) soit en grande partie responsables de l'épuisement des espèces les plus grandes par la taille, le bénitier est actuellement essentiellement victime de la pression exercée par les pêcheurs pratiquant une activité de subsistance et semi commerciale (artisanale).

Les stocks de bénitiers implantés sur les récifs coralliens se sont appauvris parce que cette espèce a une croissance lente, qu'elle est non cryptique et qu'elle est généralement facilement accessible aux pêcheurs. La dégradation de leur habitat est aussi responsable de la diminution de leur abondance, en particulier à proximité des plus grandes agglomérations. Á cause de ces pressions, de son épuisement et de la lente reconstitution de ses stocks, consécutive à sa surexploitation, le bénitier a été inscrit à l'Annexe II de la Convention CITES (1983), et il est considéré comme une espèce vulnérable au titre de la liste rouge des espèces menacées, dressée par l'UICN.

Bien qu'il existe des exemples d'extinction de l'espèce sur le plan local — *T. gigas* à Guam, aux Îles Mariannes, aux États fédérés de Micronésie, en Nouvelle Calédonie, à Taiwan, aux Îles Ryukyu et à Vanuatu ; *T. derasa* à Vanuatu ; et *H. hippopus* aux Îles Fiji, aux Tonga, au Samoa, aux Samoa américaines, à Guam, aux Îles Mariannes et à Taiwan —, la pêche et le changement d'habitat ne constituent pas, dans la plupart des cas, la cause de la disparition du bénitier. En général, la diminution de leur abondance aboutit à une réduction de leur aire de distribution et à un moindre succès sur le plan de la ponte, puisque le bénitier est une espèce sessile et que ses spécimens ne peuvent pas se regrouper activement pour se reproduire par voie sexuée.

Les activités de réimplantation ou de renouvellement des populations de bénitiers appauvries poursuivaient deux objectifs essentiels : 1) la protection et la concentration des derniers adultes vivant en milieu naturel afin de faciliter le succès de la ponte et de la fécondation et celui du recrutement en aval qui en résulte, et 2) la reproduction et le lâcher d'individus élevés en écloserie. Au début des années 80, plusieurs établissements publics et privés de la région Indo-Pacifique ont décidé d'unir leurs efforts afin d'assurer la reproduction du bénitier et la reconstitution de ses stocks sur les récifs des nations insulaires du Pacifique (Bell et al. 2005). Les organismes qui ont participé aux travaux de recherche en écloserie et aux premiers stades de son élevage étaient les suivants : le Centre expérimental de pêche d'Okinawa, l'Université de Papouasie-Nouvelle-Guinée, le *Micronesian Mariculture Demonstration Center*, le Centre australien pour la recherche agricole internationale, l'Institut des sciences de la mer de l'Université des Philippines, et le WorldFish Center (autrefois connu sous le nom de ICLARM). Ces initiatives ont eu pour effet le repeuplement, la reconstitution des stocks et une sensibilisation accrue à la situation difficile que traverse le bénitier.

Objectifs des programmes de reconstitution des stocks

Les divers programmes de reconstitution des stocks mis en oeuvre dans l'ensemble de la région poursuivaient trois principaux objectifs communs :

- Renforcer les stocks de bénitiers sur les sites surexploités dans la région Indo-Pacifique. Cet objectif ne peut être atteint sans une amélioration de la gestion générale des stocks restants qui ne font pas l'objet de cette communication.
- Réintroduire les espèces de bénitiers là où elles se sont éteintes afin d'implanter des populations capables de se reconstituer par elles mêmes.

1. Chargé de l'aquaculture, CPS, BP D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie. Courriel: AntoineT@spc.int
2. Chargé de recherche principal en ressources récifales, Observatoire des pêches récifales, CPS, BP D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie.
3. Il a été proposé d'inscrire un neuvième membre, *Tridacna rosewateri*, bien qu'il ne soit pas encore reconnu comme une nouvelle espèce. La présence de *T. rosewateri*, a été signalée à Maurice.

- Améliorer les techniques d'aquaculture et les systèmes de grossissement rapide pour soutenir les projets de reconstitution des stocks, qui pourraient être surveillés et accompagnés grâce à l'élaboration d'un programme réussi de reproduction à long terme.

Principaux stades de la réintroduction du bénitier : méthodes, mise en oeuvre et suivi après lâcher

Faisabilité

Dans certaines zones de la région Indo-Pacifique, d'aucuns ont estimé que le recrutement naturel était quasiment impossible (autrement que par l'autofécondation) parce que les bénitiers matures de grande taille étaient tellement éparpillés que l'on considérait qu'ils avaient atteint le seuil de densité nécessaire pour une fécondation croisée (par exemple, Tonga, voir Chesher 1995). Des essais ont été réalisés afin d'étoffer les stocks en regroupant les bénitiers adultes pour multiplier les chances de succès de la fécondation externe et du recrutement en aval ultérieur. En théorie, le regroupement d'adultes dans des « réserves circulaires de bénitiers » (Chesher 1995) vient à bout de l'effet d'Allee (Courchamp et al. 1999 ; Stephens et al. 1999) ou du mécanisme dépensatoire (Liermann et Hilborn 2001) (c'est-à-dire que lorsqu'une population baisse au-dessous d'un certain seuil, son taux de croissance peut diminuer en raison de facteurs tels qu'une plus grande difficulté à trouver un partenaire, ou une dépendance vis-à-vis d'une stratégie d'accouplement qui nécessite la présence d'un plus grand nombre de partenaires). Bien que quelques études quantitatives seulement aient démontré le succès des réserves circulaires de bénitiers, la simplicité et le caractère pratique de ce système à faible coût a encouragé leur instauration dans de nombreux pays (Tonga, Îles Fiji, Vanuatu et Îles Salomon). La pratique qui consiste à concentrer des bénitiers dans des "jardins de bénitiers" est signalée depuis longtemps dans le nord de la Papouasie-Nouvelle-Guinée (Mitchell 1972).

La disponibilité de naissains pour des projets de réintroduction s'appuie généralement sur la production en écloserie et les techniques de grossissement rapide, car la plupart des pays de la région Indo-Pacifique n'ont pas accès à un nombre suffisant de juvéniles prélevés en milieu naturel. La Polynésie française où « des collecteurs » sont utilisés pour fixer des naissains de *T. maxima* dans les atolls comptant des populations exceptionnellement importantes de bénitiers (Gilbert et al. 2006), constitue une exception. Des manuels qui font connaître les méthodes d'élevage en écloserie et d'aquaculture de bénitiers, ont été publiés (voir figure 1 Calumpong 1992; Ellis 1998).

Selon l'espèce et l'endroit, il faut entre 8 et 14 jours après la fécondation pour que les larves de bénitiers se fixent sur le fond des réservoirs. On les entrepose ensuite dans les nourriceries pour le grossissement (généralement, dans des bacs circulaires situés à terre) pendant 3 à 6 mois avant qu'ils ne soient manipulés pour la première fois, et jusqu'à 12 mois avant qu'ils ne soient transférés dans des nourriceries en milieu océanique.

D'habitude, de simples cages grillagées, sans contact avec le fond, sont utilisées pour protéger les bénitiers contre les grands prédateurs tels que les tortues, les raies, les poulpes et les poissons (figures 2 et 3). Les taux de croissance varient substantiellement selon les espèces (Munro 1993a). Même dans cet environnement protégé, des gastéropodes prédateurs tels que *Cymatium* spp. (figure 4) et les escargots pyramidellides peuvent se fixer dans les cages au stade larvaire, ce qui rend la prédation imprévisible jusqu'à ce que les bénitiers atteignent une taille « refuge » plus importante lorsqu'ils sont moins vulnérables (Govan 1995). Les pratiques suivies en matière de choix des sites et de gestion des juvéniles (figure 5) se sont révélées être des facteurs décisifs pour améliorer la survie des bénitiers d'élevage (Hart et al. 1998, 1999).

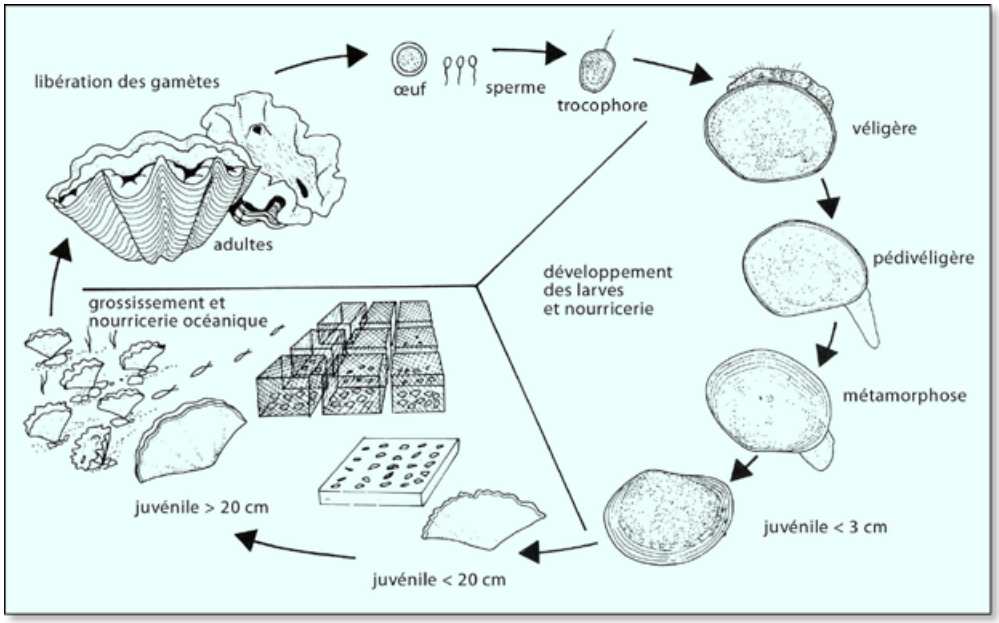


Figure 1. Les quatre stades fondamentaux de l'aquaculture du bénitier, schéma extrait de Calumpong (1992).

Figure 2. Des cages destinées à l'élevage de bénitiers en nourricerie, situées à proximité d'un village côtier, aux îles Salomon. (Photo : WorldFish Center)

Figure 3. Des cages flottantes destinées à l'élevage en nourricerie, utilisées aux îles Salomon. (Photo : WorldFish Center)

Figure 4. Un prédateur (*Cymatium muricinum*) de juvéniles de *T. derasa* aux Îles Cook. (Photo : A. Teitelbaum)

Figure 5. Formation sur site aux pratiques de l'élevage du bénitier en nourricerie aux Îles Salomon (Photo : WorldFish Center)

Tout un éventail de systèmes d'écloserie et de nourricerie est actuellement utilisé dans plus de 21 pays de la région Indo-Pacifique, mais même des opérations faisant appel à des techniques peu sophistiquées nécessitent un personnel formé et du matériel spécialisé. Le stockage d'un grand nombre de géniteurs pour la production en écloserie, exige aussi que l'on ait à sa disposition des spécimens adultes à proximité des sites de l'écloserie (figure 6). La concentration de géniteurs, dans plus de 11 pays du Pacifique, contribue également à la production d'œufs et à la fixation en aval des bénitiers.

Mise en œuvre

Des projets de reconstitution des stocks et de réensemencement de bénitiers ont été mis en œuvre dans divers endroits de la région Indo-Pacifique (tableau 1).

Bien que l'exécution de programmes de regroupement d'adultes ait d'habitude été sans rapport avec des opérations commerciales, les projets axés sur la production en écloserie ont généralement associé des programmes de repeuplement et de renforcement de la ressource à des activités commerciales liées à l'aquaculture du bénitier.

Suivi après lâcher

Il a été relevé peu d'éléments probants d'une amélioration du recrutement après l'instauration de réserves circulaires de bénitiers adultes, bien que des études quantitatives aient mis en évidence un peuplement accru de *T. derasa* et *T. squamosa* sur les récifs voisins (Chesher 1995). Par exemple, suite à la création de réserves circulaires de bénitiers à Falevai, dans l'archipel de Vava'u aux Tonga, le suivi a montré que le nombre de juvéniles de *T. derasa* (nombre d'individus par heure de recherches) est passé de 0 en 1987 à 1,48 en 1990. Cette augmentation était conforme aux évaluations annuelles et elle était encore plus importante pour le bénitier de taille moyenne, *T. squamosa*. Il n'y a pas eu de modifications du nombre moyen de *T. maxima* qui n'avait pas été regroupés. Le nombre réel de nouvelles recrues décelées après la mise en place de réserves circulaires de bénitiers est faible, mais les taux de détection des juvéniles de bénitier sont généralement faibles et ce taux est plus élevé que celui signalé dans le cadre d'autres études sur le recrutement de bénitiers menées ailleurs dans le Pacifique (Braley 1988).

Il existe désormais une possibilité intéressante de déceler une augmentation du recrutement autour des sites de lâchers de *T. gigas* sur la Grande Barrière de corail australienne. Des concentrations de *T. gigas* élevés en écloserie ont été déplacées sur des récifs à une certaine distance de l'écloserie, et ces spécimens ont désormais eu suffisamment de temps pour devenir des adultes reproducteurs (les bénitiers parviennent tout d'abord à maturité en tant que mâles et ils deviennent ensuite des hermaphrodites fonctionnels). Il serait intéressant d'étudier la question de savoir si un recrutement supplémentaire intervient en aval de ces concentrations de bénitiers.

S'agissant des bénitiers relâchés en milieu naturel à la fin de l'élevage en nourricerie, la mortalité élevée constitue un problème majeur, et une période d'élevage supplémentaire d'une durée maximale de trois ans est nécessaire pour maximiser les chances de survie (Bell et al. 2005). Aux Philippines, où plus de 75 000 bénitiers ont été réensemencés (Gomez et Mingoa-Licuanan 2006), 10 000 d'entre eux ont été implantés dans le Hundred Islands National Park (Parc national des cent îles). Pas moins de 7 531 individus avaient survécu au bout de deux ans, le dernier inventaire montrant que les pertes étaient essentiellement intervenues parmi les classes de taille des juvéniles. Seuls 2 % des sub-adultes et 1 % des géniteurs ont été perdus. Cette mortalité a été attribuée aux typhons, aux salissures, à la surpopulation, à la prédation et au braconnage (Gomez et Mingoa-Licuanan 2006).

T. gigas importé d'Australie aux Philippines est devenu mature au cours de la phase femelle dès 1995, la

Figure 6. Le stock de géniteurs de *Tridacna gigas* du WorldFish Center à Nusatupe (Îles Salomon). (Photo : WorldFish Center)

Tableau 1. Grandes lignes des programmes de reconstitution des stocks de bénitier dans la région Indo-Pacifique*

Location	Organisations concernées	Début	Espèces (espèces déplacées entre parenthèses)
Australie	James Cook University; ACIAR; Aquasearch (compagnie privée)	1984	*T. gigas, T. derasa*
États fédérés de Micronésie**	National Aquaculture Centre Marine and Environmental Research Institute of Pohnpei	1984	*(T. derasa), (T. gigas), (H. hippopus)*
Fidji	Fiji Fisheries Division	1985	*T. maxima, T. derasa, T. squamosa, (T. gigas), (T. tevoroa), (H. hippopus)*
Guam	Dept of Agriculture	1982	*(T. derasa), (T. gigas), (T. squamosa)*
Îles Cook	Ministry of Marine Resources	1986	*T. maxima, T. squamosa, (T. derasa), (T. gigas), (H. hippopus)*
Îles Mariannes du Nord	Dept of Lands and Natural Resources	1986	*(T. derasa), (T. gigas), (H. hippopus)*
Îles Marshall	Marshall Islands Marine Resources Authority; Robert Reimers Enterprises & Mili Atoll (compagnies privées)	1985	*(T. derasa), T. gigas, T. squamosa, H. hippopus*
Îles Salomon	WorldFish Center	1989	*T. maxima, T. squamosa, T. derasa, H. hippopus, T. gigas*
Japon	Okinawa Prefectural Fisheries Experimental Station; Okinawa Kuruma-ebi Co., Ltd (private company)	1987	*T. crocea, T. squamosa, T. maxima, (T. derasa)*
Kiribati	Atoll Beauties (compagnie privée)	2000	*T. maxima, T. squamosa*
Nouvelle-Calédonie	IFREMER	1993	*H. hippopus, T. derasa, T. maxima, T. crocea, T. squamosa*
Palau	Micronesia Mariculture Demonstration Center	Fin 1970s	*T. derasa, T. gigas, T. squamosa, T. maxima, T. crocea, H. hippopus, H, porcellanus*
Papouasie-Nouvelle-Guinée	UPNG – Motupore Island Research Centre	1983	*T. gigas, T. squamosa, T. crocea, H. hippopus*
Philippines	University of the Philippines Marine Science Institute	1987	*T. maxima T. squamosa, H. hippopus, (T. derasa), (T. gigas)*
Polynésie française	Service de la Pêche	2002	*T. maxima*
Samoa	Samoan Fisheries Dept SPADP	1988	*T. maxima, T. squamosa, (H. hippopus), (T. derasa), (T. gigas), (T. squamosa)*
Samoas américaines	Office of Marine and Wildlife Resources	1986	*(T. derasa), (T. gigas)*
Thaïlande	Department of Fisheries	1997	*T. squamosa*
Tonga	Ministry of Lands, Survey and Natural Resources; Japanese International Cooperation Agency (JICA); EarthWatch (compagnie privée)	1989	*T. maxima, T. squamosa, T. derasa, T. tevoroa, (T. gigas), (H. hippopus)*
Tuvalu	CPS/Tuvalu Fish	1989	*(T. derasa)*
USA (Hawaï)	Pas disponible	1951	*(T. crocea), (T. squamosa), (T. gigas)*
Vanuatu	Vanuatu Fisheries Dept; JICA; Ringi Te Suh Marine Conservation Reserve, Malekula (Anon. 2000) (compagnie privée)	1998	*T. maxima, T. squamosa, T. crocea, H. hippopus, (T. derasa), (T. gigas)*

* Voir aussi Eldredge 1994 et Bell 1999.
** Il existe des centres distincts dans les États de Yap, Chuuk, Kosrae et Pohnpei..

deuxième génération de bénitiers étant enregistrée à une densité faible (R. Braley, comm. pers.). Yap est un autre exemple de site où le repeuplement s'est déroulé après la transplantation de bénitiers élevés en écloserie. Price (1998) soutient que des bénitiers de grande taille ont été découverts dans un premier temps à Yap mais que cette espèce s'est progressivement éteinte. La réintroduction à Yap d'environ 25 000 individus de *T. derasa* provenant de l'île voisine de Palau, en 1984, a abouti à environ 8 % de survie du stock implanté. Cependant, ces spécimens de *T. derasa* sont arrivés à maturité, se sont reproduits et ont permis à des populations viables de se reconstituer sur des récifs voisins (Lindsay 1995). Des enquêtes menées par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (dans le cadre des projets PROCFish/C et CoFish) ont mis en évidence la présence constante, en petits nombres, de *T. derasa* à la mi-2006.

Lorsque des espèces foreuses de plus petite taille (*T. crocea*) ont été réintroduites au Japon, la survie des bénitiers se situait dans une fourchette de 0,3 à 56 %, trois années après le lâcher. Il a été constaté que le taux de survie était meilleur lorsque les bénitiers étaient implantés dans des fosses, sur des patates de corail (*Porites*) ou sur des substrats artificiels, puis relâchés in situ, plutôt que lorsqu'ils étaient relâchés directement sur des substrats calcaires (Masayoshi 1991 ; Murakoshi 1986). En Australie, la prédation de *T. gigas* était plus faible lorsque les bénitiers étaient implantés dans la zone intertidale (Lucas 1994), et aux îles Salomon, *H. Hippopus* a été conservé sur le fond mais derrière des filets de chargement suspendus, afin de protéger les bénitiers de taille moyenne, élevés en écloserie, de leurs prédateurs, les raies de grande taille.

Principales difficultés rencontrées et leçons tirées

Difficultés

Parmi les difficultés rencontrées par les responsables des programmes de reconstitution des stocks il faut citer des facteurs biologiques, techniques et humains.

Lors de la mise à l'eau de juvéniles de bénitiers (<25 mm de longueur de coquille), la survie est généralement faible, même lorsqu'ils bénéficient d'une protection et de bonnes conditions d'élevage (Heslinga et al. 1984) ; les bénitiers ont donc besoin de passer environ neuf mois dans des nourriceries à terre. En général, ils n'atteignent la taille pour le refuge que lorsque la longueur de leur coquille atteint approximativement 150 mm. Même à ce stade, ils peuvent encore être la proie de raies, de balistes et de tortues (Heslinga et al. 1990).

La production de naissains de bénitiers en écloserie, le stockage de ces naissains et l'élevage de juvéniles au cours des tout premiers stades, constituent un processus relativement coûteux. Le coût estimé de l'élevage de juvéniles jusqu'au stade où ils sont prêts à être transférés dans la mer, varie entre 0,27 et 0,36 dollar É.-U. (Hambrey et Gervis 1993 ; Tisdell et al. 1993). Ces estimations ne reflètent pas l'intégralité du coût des investissements dans l'installation d'une écloserie. En outre, une foule de compétences est nécessaire pour assurer la reproduction des bénitiers et l'élevage de naissains jusqu'à ce que la taille pour le refuge soit atteinte, et ces compétences ne sont pas toujours disponibles ou financées pendant de longues périodes, ce qui rend impossible l'exécution de certaines activités dans la durée.

Le braconnage de géniteurs provenant de réserves circulaires de bénitiers et de bénitiers issus d'écloseries et de zones de repeuplement a également posé problème. Un exemple très récent d'une telle perte nous a été donné en janvier 2008 en Polynésie française où de nombreux bénitiers provenant des Tuamotu, qui avaient été réimplantés sur le site de Faaa à Tahiti, ont été braconnés quelques jours après avoir été réintroduits sur un récif situé à l'intérieur d'une réserve marine (G. Remoissenet, comm. pers.).

D'un point de vue biologique, la diversité génétique d'un stock élevé en écloserie est probablement plus faible, ou, dans certains cas, différente de celle qui a été observée en milieu naturel (Benzie 1993 ; Munro 1993b). Les écloseries augmentent aussi le potentiel d'introduction de pathogènes (Eldredge 1994). Bien qu'aucune mortalité associée à des virus, *Chlamydia*, *Mycoplasma*, champignons, ou néoplasmes n'ait été signalée (Braley 1992), la présence d'organismes rickettsoides a été observée dans des bénitiers locaux et dans des individus ayant été transférés. En outre, des mortalités massives de *T. gigas* et *T. derasa* ont été enregistrées sur la Grande Barrière de corail, bien que des tests n'aient pas permis d'identifier le pathogène en cause (Alder et Braley 1989).

Leçons tirées

Ces programmes ont permis de tirer de nombreux enseignements au fil des ans et la plupart d'entre eux sont encore valables.

Le coût relativement élevé de la production de bénitiers porte à croire que la gestion des stocks en milieu naturel est plus rentable que les investissements réalisés dans des écloseries pour reconstituer des populations de bénitiers surexploitées (Bell et al. 2005).

Le choix des sites et les premiers stades de l'élevage des stocks sont décisifs pour la survie des bénitiers, en particulier celle des juvéniles élevés en écloserie. Le choix d'un site bénéficiant de conditions environnementales appropriées, où il existe une cohésion sociale à l'intérieur d'une population voisine, contribue à la croissance et au bon état général des stocks, tout en réduisant au minimum les pertes imputables à la prédation et/ou au braconnage.

La consultation des parties prenantes joue un rôle essentiel dans la réussite de la reconstitution des stocks de bénitiers. Pour que les chercheurs, les fonctionnaires et les villageois parviennent à un accord en connaissance de cause, il faut mener des campagnes de sensibilisation et d'information de longue haleine. Il faut veiller tout particulièrement à ce que les programmes prennent en compte comme il convient les régimes traditionnels de propriété des espaces récifaux et à ce qu'ils encouragent la participation directe des populations et des pêcheurs aux activités de réensemencement et de renforcement des stocks.

L'hypothèse de départ du Projet ICLARM/ACIAR consacré au bénitier, qui a été lancé en 1984, était que la charge économique de la production d'une quantité suffisante

de bénitiers de grande taille, destinée à reconstituer les stocks, pouvait être partagée en associant des programmes de reconstitution des stocks à des programmes d'aquaculture commerciale. Cette hypothèse a été confirmée. La technique mise au point pour la production de bénitiers a, dans certains cas, été transférée au secteur privé, et plusieurs personnes, dans l'ensemble du Pacifique, ont été recrutées pour produire des bénitiers destinés au commerce des espèces marines destinées à l'aquariophilie. Une partie de cette production est également disponible aux fins de la reconstitution des stocks.

Conclusion : le succès mitigé des programmes de reconstitution des stocks de bénitiers

Le succès des programmes de réintroduction et de renforcement visant à implanter des bénitiers dans des environnements côtiers n'a pas toujours été concluant. Des projets ont été exécutés en Australie (Grande Barrière de corail), en Asie, (Philippines) et dans le Pacifique (en particulier à Palau, aux Îles Salomon, à Vanuatu, aux Tonga, aux Îles Marshall et aux Îles Cook). Toutefois, en général, après plus de 20 ans de travaux, on peut considérer que la plupart des projets de reconstitution des stocks n'ont que partiellement abouti. Les raisons de ces résultats mitigés sont notamment les suivantes :

- le coût élevé et les délais nécessaires pour produire des "semences" ont constitué un frein pour la viabilité de nombreuses opérations. La mortalité élevée de juvéniles de bénitier a également fait baisser les taux de succès.
- le manque d'adhésion sociale constaté parmi les populations participant à plusieurs de ces projets dont certains n'ont pas bien pris en compte les besoins ou aspirations de ces populations.
- le manque de fonds alloués aux activités de suivi et l'absence de protocoles types pour la réalisation d'enquêtes ont limité la communication des résultats positifs de certains programmes de réintroduction et de renforcement.

Un grand nombre de pays participants étaient des novices en matière d'élevage et de grossissement de bénitiers. Dans le cadre de ces activités, de nombreux pays ont pu approfondir leurs connaissances du cycle biologique du bénitier, et ils ont désormais une idée plus réaliste de la valeur de ces ressources. En certains endroits, l'acquisition de ces connaissances a permis de mieux protéger les bénitiers au niveau national et local.

Le fait que les méthodes suivies pour élever et faire grossir des bénitiers aient été adoptées, affinées et transférées d'un pays à un autre, constitue un avantage supplémentaire. L'introduction réussie de procédés simples employés en écloserie et aux premiers stades de l'élevage a permis de constater un renforcement des capacités à l'échelon national, et les opérateurs locaux sont maintenant en mesure de passer de l'élevage du bénitier à celui d'espèces plus « difficiles » (Friedman et Tekanene 2005). Actuellement, dans un petit nombre d'États et Territoires insulaires du Pacifique, le secteur privé a également adopté des techniques simples d'élevage en écloserie et la production de bénitiers permet d'assister à un autre développement, orienté cette fois vers le commerce des espèces marines destinées à l'aquariophilie.

Remerciements

Cet article est extrait d'une communication de l'UICN sur certaines études de cas de réintroduction pour lesquelles la CPS a établi la communication intitulée « *Re-introduction of giant clams in the Indo-Pacific* » (« La réintroduction des bénitiers dans la région Indo-Pacifique »). L'ouvrage de l'UICN doit être publié en 2008.

Bibliographie

Alder J. and Braley R. 1989. Serious mortality in populations of giant clams on reefs surrounding Lizard Island, Great Barrier Reef. Australian Journal of Marine and Freshwater Resources 40:205–213.

Anon. 2000. Vanuatu giant clam sanctuary. Ministerial Conference on Environment and Development in Asia and the Pacific 2000. Kitakyushu, Japan 31 Aug. – 5 Sept. Web reference: www.unescap.org/mced2000/pacific/background/vanclam.htm.

Bell J.D. 1999. Restocking of giant clams: Progress, problems and potential. p. 437–452. In: B.R. Howell, E. Moskness and T. Svasand (eds). Stock enhancement and sea ranching. First International Symposium on Stock Enhancement and Sea Ranching, 8–11 September 1997, Bergen, Norway. Blackwell Science, Oxford.

Bell J.D., Rothlisberg P.C., Munro J.L., Loneragan N.R., Nash W.J., Ward R.D. and Andrew N.L. 2005. Restocking and stock enhancement of marine invertebrate fisheries. Advances in Marine Biology 49:1–370.

Benzie J.A.H. 1993. Review of the population genetics of giant clams. p. 1–6. In: Munro P. (ed.). Genetic aspects of conservation and cultivation of giant clams. ICLARM Conference Proceedings 39.

Braley R.D. 1988. Recruitment of the giant clams *Tridacna gigas* and *T. derasa* at four sites on the Great Barrier Reef. p. 73–77. In: Copland J.W. and Lucas J.S. (eds). Giant clams in Asia and the Pacific. ACIAR Monograph No. 9, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. 274 p.

Braley R.D. (ed.) 1992. The giant clam: Hatchery and nursery culture manual. ACIAR Monograph No. 15, 144 p.

Calumpong H.P. (ed.) 1992. The giant clam: An ocean culture manual (ed. H.P. Calumpong) 1992. ACIAR Monograph No. 16, 68 p.

Chesher R. 1995. The giant clam sanctuaries of the Kingdom of Tonga, Marine Studies Technical Report 95(2).

Courchamp F., Clutton-Brock T. and Grenfell B. 1999. Inverse density dependence and the Allee effect. Trends in Ecology and Evolution 14:405–410.

Eldredge L.G. 1994. Perspectives in aquatic exotic species management in the Pacific Islands. Volume 1. Introduction of commercially significant aquatic organisms to the Pacific Islands. Secretariat of the Pacific Community, Noumea. [also available at: http://www.spc.org.nc/coastfish/Reports/IFRP/Introd/Eldredge.pdf]

Ellis S. 1998. Spawning and early larval rearing of giant clams (Bivalvia: Tridacnidae). Center for Tropical and Subtropical Aquaculture Publication No. 130, 55 p.

Friedman K. and Tekanene M. 2005. White teatfish at Kiribati sea cucumber hatchery. SPC Beche-de-mer Information Bulletin 21:32–33.

Gilbert A., Andrefouet S., Yan L., and Remoissenet G. 2006. The giant clam *Tridacna maxima* communities of three French Polynesia islands: Comparison of their population sizes and structures at early stages of their exploitation. ICES Journal of Marine Science 63(9):1573–1589.

Gomez E.D. and Mingoa-Licuanan S.S. 2006. Achievements and lessons learned in restocking giant clams in the Philippines. Fisheries Research 80(46), 52 p.

Govan, H. 1995. *Cymatium muricinum* and other ranellid gastropods: Major predators of maricultured tridacnid clams. ICLARM Technical Report 49.

Hambrey J. and Gervis M. 1993. The economic potential of village based farming of giant clams (*Tridacna gigas*) in Solomon Islands. p. 138–146. In: Fitt W.K. (ed.). The biology and mariculture of giant clams. ACIAR Proceedings No 47, Australian Centre for International Agriculture Research, Canberra.

Hart A.M., Bell J.D. and Foyle T.P. 1998. Growth and survival of the giant clams *Tridacna derasa, T. maxima*, and *T. crocea* at village farms in the Solomon Islands. Aquaculture 165:203–220.

Hart A.M., Bell J.D., Lane I. and Foyle T.P. 1999. Improving culture techniques for village-based farming of giant clams. Aquaculture Research: 30(3):175–190.

Heslinga G.A., Perron F.E. and Orak O. 1984. Mass culture of giant clams (F. Tridacnidae) in Palau. Aquaculture 39:197–215.

Heslinga G.A., Watson T.C. and Asamu T. 1990. Giant clam farming. Pacific Fisheries Development Foundation (NMFS/NOAA), Honolulu. Hawaii, 179 p.

Humphrey J.D. 1994. Introductions of aquatic animals to the Pacific Islands: Disease threats and guidelines for quarantine. South Pacific Commission 25th Regional Technical Meeting on Fisheries 14–18 March. Information Paper 13. 56 p.

IUCN 1998. Guidelines for re-introductions. Prepared by the IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 10 p.

Liermann M. and Hilborn R. 2001. Depensation: Evidence, models and implications. Fish and Fisheries 2:33–58.

Lindsay S. 1995. Giant clams reseeding programs: Do they work and do they use limited resources wisely? Using Yap State, Federated States of Micronesia as a model. Joint FFA/SPC Workshop on the Management of South Pacific Inshore Fisheries, Noumea, New Caledonia, 26 June – 7 July. South Pacific Commission. 4 p.

Lucas J.S. 1988. Giant clams: description, distribution and life history. p. 21–33. In: Copland J. and Lucas J. (eds). Giant clams in Asia and the Pacific. ACIAR Monograph 9. Australian Centre for International Agriculture Research, Canberra, Australia.

Lucas J.S. 1994. The biology, exploitation and mariculture of giant clams (Tridacnidae). Reviews in Fisheries Science 2:181–223.

Masayoshi M. 1991. Boring clam (*Tridacna crocea*). p. 257–272. In: Shokita S., Kakazu K., Tomori A. and Toma T. (eds). Aquaculture in tropical areas. Midori Shobo, Tokyo, Japan.

Mitchell M. 1972. The clam gardens of Manus. Harvest 4(3):160–163

Munro J.L. 1985. Considerations regarding the introduction and transfer of Tridacnid clams. 17th Regional Technical Meeting on Fisheries. Noumea, New Caledonia, 5–9 August. South Pacific Commission. 2 p.

Munro J.L. 1993a. Giant clams. p. 431–449. In A. Wright and L. Hill (eds). Nearshore marine resources of the South Pacific: Information for fisheries development and management. Suva, Fiji: Institute of Pacific Studies, University of the South Pacific.

Munro P. (ed.). 1993b. Genetic aspects of conservation and cultivation of giant clams. ICLARM Conf. Proc. 39, 47 p.

Murakoshi M. 1986. Farming of the boring clam *Tridacna crocea*. Galaxea 5:239–254.

Price C.M. 1988. Giant clam ocean nursery and reseeding projects. Workshop on Pacific Inshore Fisheries Projects, Noumea New Caledonia, 14–25 March. South Pacific Commission. 3 p.

Stephens P.A., Sutherland W.J., Freckleton R.P. 1999. What is the Allee effect? Oikos 87:185–190.

Tisdell C.A., Tacconi L., Barker J.R. and Lucas J.S. 1993. The cost of production of giant clam seed *Tridacna gigas*. Journal of the World Aquaculture Society 24:352–360.

Résumés & publications

Restocking and stock enhancement of coastal fisheries: potential, problems and progress

J.D. Bell, D.M. Bartley, K. Lorenzen, N.R. Loneragan

Source: Fisheries Research 80(1):1-8 August 2006.

La demande de poisson devrait augmenter substantiellement d'ici à 2020. Certes, l'aquaculture doit en assurer une bonne partie de l'approvisionnement supplémentaire; néanmoins, il reste à déterminer si le rétablissement ou l'augmentation de la production de diverses activités de pêche pourront aussi combler le déficit projeté de l'offre. Les principaux défis que les pêcheurs doivent relever sont, notamment, la réduction de l'effort de pêche, l'élimination du suréquipement, et l'établissement des mécanismes institutionnels nécessaires pour ramener la biomasse des géniteurs à des niveaux de production plus élevés et l'inversion de la tendance à la dégradation des habitats qui accueillent ces ressources. Deux interventions, essentiellement fondées sur l'utilisation des techniques d'élevage en écloserie, ont le potentiel de réduire le temps nécessaire pour reconstituer certaines des pêcheries gravement surexploitées ou d'améliorer la productivité d'autres pêcheries « saines ». Il s'agit de la « reconstitution des stocks », qui implique le lâcher de juvéniles d'élevage afin de restaurer la biomasse des géniteurs à des niveaux qui permettront à la ressource de supporter à nouveau des prélèvements réguliers, et de l'« amélioration des stocks », qui implique un lâcher de juvéniles d'élevage pour surmonter les limites du recrutement. Cependant, malgré les possibilités qu'offrent ces interventions, peu de programmes de reconstitution et d'amélioration des stocks ont répondu aux attentes. Les principaux problèmes ont été une orientation vers la recherche biotechnique au détriment d'une analyse objective de la nécessité d'intervenir et d'intégrer les techniques dans un système de gestion approprié qui s'appuie sur la participation et la compréhension des exploitants. Les documents présentés sur la question lors du colloque spécial tenu à l'occasion du 7e Forum asiatique sur les pêches fournissent un ensemble d'enseignements précieux destinés à orienter une évaluation objective de la reconstitution et de l'amélioration des stocks, et de la manière de mettre en œuvre de manière responsable et efficace ces opérations lorsqu'on estime qu'elles peuvent ajouter de la valeur à d'autres formes de gestion. Par-dessus tout, ces études contribuent à montrer que les programmes de reconstitution et d'amélioration des stocks s'appliquent dans le cadre de systèmes complexes, impliquant des interactions dynamiques entre la ressource, l'intervention technique et les personnes qui l'exploitent.

Achievements and lessons learned in restocking giant clams in the Philippines

E.D. Gomez, S.S. Mingoa-Licuanan

Source: Fisheries Research 80(1):46-52. August 2006

Depuis près de 20 ans, l'Institut des sciences de la mer de l'Université des Philippines élève des bénitiers afin de remettre en état les populations épuisées de ces grands bivalves aux Philippines et de promouvoir l'aquaculture du bénitier en tant que moyen de subsistance durable. Des activités de reconstitution des stocks ont été engagées en collaboration avec des groupes locaux suivant deux axes: l'organisation d'une formation à l'aquaculture du bénitier et à son élevage en milieu océanique, et l'application du principe de ''l'utilisateur payeur''. Dans un premier temps, une panoplie d'espèces de bénitiers a été utilisée mais une fois le stock de géniteurs de *Tridacna gigas* élevé, la reconstitution du stock a été focalisée sur cette espèce en raison de sa rareté et de son taux de croissance rapide. Quelque 20 000 *T. gigas* ont été implantés sur des récifs coralliens avec l'aide de la Fondation Pew et de la Direction du tourisme des Philippines. En outre, plus de 50 000 bénitiers (*T. gigas*, *T. squamosa*, *T. derasa*, *T. crocea*, *T. maxima* et *Hippopus hippopus*) ont été distribués par d'autres moyens. En tout, plus de 40 sites dans l'ensemble de l'archipel ont accueilli des bénitiers d'élevage. Des essais de grossissement visant à tester la viabilité des approvisionnements du commerce de l'aquariophilie en bénitiers afin de créer de nouvelles sources de revenus, ont été menés à bien en collaboration avec un groupe de pêcheurs de Bolinao, Pangasinan. Cependant, cette initiative a buté sur des obstacles juridiques, lorsque l'organisme officiel de réglementation a interdit l'exportation de bénitiers d'aquaculture, considérant qu'il s'agissait là d'une menace qui pesait sur la conservation de spécimens sauvages. La longue expérience de l'aquaculture et de la reconstitution de stocks de bénitiers aux Philippines est une source d'inspiration pour d'autres pays désireux de reconstituer les stocks de ces grands bivalves. Il convient de prêter une attention toute particulière au choix des sites de lâcher, aux négociations avec les groupes de participants pour protéger les bénitiers lâchés, au transfert de technologie approprié aux collaborateurs, et au transport de bénitiers de grande taille provenant des zones de nourricerie jusqu'aux sites de lâcher.

Stock enhancement of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* in Hokkaido

N. Uki

Source: Fisheries Research 80(1): 62–66. August 2006.

Avant le début des années 40, le volume des prises de coquilles Saint-Jacques du Japon fluctuait entre 10 000 et 80 000 tonnes par an. Cependant, la ressource s'est effondrée en 1945 et la production s'est maintenue à des niveaux chroniquement faibles (moins de 100 tonnes par an) dans des zones clés. Des progrès décisifs dans les méthodes de récolte de juvéniles de coquilles Saint-Jacques (naissains) destinés au grossissement dans le cadre d'une culture sur cordages, a ouvert la voie de la reconstitution et finalement de l'amélioration des stocks des principales pêcheries de coquilles Saint-Jacques dans la Préfecture d'Hokkaido. Suite à cette avancée, les pêcheries de coquilles Saint-Jacques ont été gérées suivant un système s'appuyant essentiellement sur les techniques suivantes: 1) le lâcher à grande échelle de juvéniles d'élevage, 2) l'élimination des prédateurs, 3) l'exploitation par roulement de zones de pêche, c'est-à-dire le partage des zones de pêche en quatre, le lâcher de juvéniles âgé d'un an dans une zone chaque année, puis la capture de ces juvéniles trois ans plus tard. Ce système de gestion a été inauguré par la Coopérative des pêches de Sarufutsu, Hokkaido, et les volumes de prises dans cette région se sont améliorés, passant de moins de 100 tonnes à des volumes de prises réguliers de 40 000 tonnes par an. Des systèmes de gestion semblables ont été adoptés par les coopératives des pêcheries voisines et ont permis d'obtenir actuellement des volumes totaux de prises de coquilles Saint-Jacques – provenant de l'amélioration des stocks à Hokkaido – de 300 000 tonnes environ par an. Le succès de l'amélioration des stocks à Hokkaido est dû à un bon approvisionnement en larves, à la mise au point de méthodes simples et efficaces de capture et d'élevage de naissains, à un habitat idéal pour la croissance des coquilles Saint-Jacques, à l'élimination des prédateurs et au transfert de la responsabilité de la gestion aux coopératives de pêches. Le système mis au point à Hokkaido devrait pouvoir être appliqué dans d'autres endroits où il existe un bon approvisionnement naturel en naissains, de faibles niveaux de prédation, de courants qui retiennent les larves, des mesures qui incitent les pêcheurs à investir dans la capture, l'élevage et le lâcher de naissains et où un système d'exploitation des zones de pêche par roulement est mis en œuvre.

Abundance and distribution of queen conch (*Strombus gigas*, Linné 1758) veligers of Alacranes Reef, Yucatan, Mexico

D. Aldana Aranda, M. Perez Perez

Source: Journal of Shellfish Research 26(1):59–63. April 2007.

La distribution et l'abondance des larves de *Strombus gigas* (Linné 1758) ont été étudiées sur les récifs d'Alacranes afin de déterminer si cette aire marine protégée pouvait être adaptée au recrutement de cette espèce. Des paires d'échantillons ont été prélevées chaque mois entre novembre 1999 et octobre 2000. Des traits de plancton ont été réalisés à l'aide d'un filet conique dont la taille des mailles était de 302 µm. Lors de la période d'échantillonnage, 1 864 larves véligères ont été récoltées. Elles étaient plus abondantes pendant les périodes de juin à août (1 288 larves) (69,10 %), de septembre à février (367 larves) (19,69 %), et de mars à mai (209 larves) (11,21 %). La densité des larves a varié de 0,31 véligères 10 m^{-3} en mars à 5,24 véligères 10 m^{-3} en juin ; 86,42 % des larves mesuraient moins de 350 µm, et 2,35 % étaient d'une taille comprise entre 450 et 950 µm. Une forte abondance de larves de petite taille donne à penser que le récif Alacranes est un bassin important pour le recrutement des larves de *Strombus gigas*. En outre, les courants marins de surface sur le récif Alacranes, orientés du nord-est au sud-ouest, traversent le récif lagonaire et le récif d'Alacranes peut donc alimenter la Floride en larves de *S. gigas*.

Isolation and characterization of eight polymorphic microsatellite markers from pink conch (*Strombus gigas*)

R. Zamora-Bustillos, R. Rodríguez-Canul, F.J. García De León

Source: Molecular Ecology Notes 7(4):597–599. July 2007.

Un grand nombre d'organismes marins ont des larves pélagiques, et celles-ci sont souvent des agents importants de dispersion. La phase larvaire et la paternité multiple observée chez les gastéropodes marins tels que *Strombus gigas* sont essentielles pour le succès de cette espèce dans l'ensemble de la mer Caraïbe. Pour analyser ces facteurs, nous avons mis au point huit loci microsatellites spécifiques à *S. gigas*. Sur le même ensemble d'individus, les loci microsatellites ont fait apparaître un niveau de polymorphisme plus élevé que celui qui avait été étudié grâce aux marqueurs des alloenzymes, et ils permettront une analyse à petite échelle et des études de bassin larvaires.

Interactions between translocated and native queen conch *Strombus gigas*: evaluating a restoration strategy

G.A. Delgado, R.A. Glazer

Source: Endangered Species Research 3:259–266. December 2007.

La stratégie dynamique appliquée pour reconstituer les populations appauvries du grand lambis de Floride *Strombus gigas* prévoit notamment l'augmentation du stock de reproducteurs grâce à un transfert des individus peu performants dans des concentrations de reproducteurs existantes là où nos travaux de recherche précédents ont démontré que les grands lambis transférés se développeront normalement. Cependant, si la conque introduite déplace la conque indigène, il se peut que cela entraîne des ramifications écologiques non voulues et potentiellement négatives.

Pour examiner le problème, nous avons importé des conques adultes non reproductrices dans deux concentrations de reproducteurs, au large, et suivi, par télémétrie acoustique, leurs déplacements et ceux des conques indigènes marquées de la même manière. S'agissant d'une concentration, la superficie du territoire des conques indigènes était sensiblement plus petite que celle des conques qui avaient été transférées, ce qui a conduit à une réduction significative de l'interaction statique (c'est-à-dire un chevauchement des territoires) entre les deux groupes de conques. Cependant, l'interaction dynamique (c'est-à-dire le coefficient de sociabilité) entre les conques transférées était sensiblement plus élevée. Nous partons de l'hypothèse que ces résultats ont été déterminés par le facteur « reproduction »: les transplantations ont eu lieu en juillet au cours de la saison de reproduction; or, les conques transférées n'étant pas encore prêtes à se reproduire, elles se sont déplacées vers des aires d'alimentation, tandis que les conques indigènes occupaient les lieux de reproduction. Sur l'autre site de regroupement, aucune différence significative n'a été observée dans les mouvements ou interactions entre les conques indigènes et les conques transplantées, résultat probablement dû à la mosaïque d'habitats existants sur ce site, où les zones de reproduction et d'alimentation sont très proches les unes des autres. Nos résultats indiquent qu'il n'y a pas eu de déplacement des conques indigènes ni sur un site ni sur l'autre, et que le transfert de conques dans des concentrations de reproducteurs, n'a aucune incidence négative sur les interactions entre individus de la même espèce.

Integrating customary management into marine conservation

J.E. Cinner, S. Aswani

Source: Biological Conservation 140(3–4): 201–216, December 2007.

Dans de nombreuses régions du monde, les scientifiques, les gestionnaires et les populations sont de plus en plus intéressés par la fusion de pratiques coutumières anciennes telles que des tabous qui limitent l'exploitation de la ressource, avec des méthodes modernes de gestion de la ressource. Dans le présent article, nous proposons un résumé des ouvrages spécialisés en matière de gestion coutumière des récifs coralliens, issus de diverses spécialités dont l'anthropologie, l'économie de la propriété collective et l'écologie. En premier lieu, nous examinons les différentes stratégies de gestion coutumière et nous établissons des parallèles avec la gestion des pêches à l'occidentale. En deuxième lieu, nous examinons la gestion et la conservation coutumières de la ressource. Nous soutenons que, s'il est vrai que la conservation de la ressource semble souvent être un sous-produit non voulu d'autres processus sociaux, la gestion coutumière permet, néanmoins, de conserver les ressources marines. En troisième lieu, nous examinons la capacité d'adaptation des institutions chargées de la gestion coutumière aux mutations socioéconomiques. Selon nous, dans des situations de forte concentration démographique et de commercialisation importante des ressources marines, les droits de propriété peuvent se renforcer, mais les mécanismes faisant appel à la modération s'affaiblissent progressivement. Enfin, nous avons examiné la comparabilité de la gestion et de la conservation coutumières. Nous soulignons qu'il existe entre la gestion coutumière et la conservation contemporaine des différences pratiques et théoriques, qui ont souvent abouti à l'échec de tentatives visant à hybrider ces systèmes. Cela étant, lorsque ces différences sont comprises et reconnues, il existe des possibilités de mettre au point des systèmes de gestion adaptatives qui sont: 1) très souples; 2) capables de conserver les ressources; et 3) capables de répondre aux objectifs de la population. Dans chaque partie, nous indiquons les axes prioritaires de la recherche. Nous concluons en mettant au point six caractéristiques essentielles pour le succès de systèmes de gestion hybrides.

Growth and differentiation during delayed metamorphosis of feeding gastropod larvae: signatures of ancestry and innovation

M.P. Lesoway, L.R. Page

Source: Marine Biology 153(4):723–734. February 2008.

L'étendue de la croissance larvaire chez les invertébrés marins a des incidences potentiellement importantes sur la capacité des recrues benthiques parce que la taille corporelle influe sur un grand nombre de phénomènes biologiques. Chez les gastéropodes, les larves en phase d'alimentation atteignent souvent une taille plus importante au stade de la compétence métamorphique que les larves de clades de gastéropodes basaux qui ne sont pas en phase d'alimentation. Le retard de la métamorphose peut influer encore davantage sur la taille au recrutement si les larves continuent de croître pendant ce retard. Certaines larves de caenogastropodes se développent dans ces conditions, mais ce n'est pas le cas des larves d'opisthobranches. Il faudrait recueillir d'autres données sur la croissance des larves de gastéropodes néritimorphes pour déterminer les schémas de croissance dont sont plus dérivées les larves de gastéropodes planctotrophes. Nous avons élevé des larves planctotrophes de ces trois clades principaux en nourrissant des larves pendant des retards de métamorphose variant entre 3 et 10 semaines. Les larves du caenogastropode l'*Euspira lewisii* et les euthyneures *Haminoea vesicula* (Opisthobranches) et *Siphonaria denticulata* (Pulmonata) ont suivi les schémas de croissance précédemment décrits pour leurs principaux clades respectifs. En outre, les caenogastropodes ont continué d'allonger le prototroche (rangée de cils permettant de nager et de s'alimenter) et à différencier les futures structures post-métamorphiques (lamelles branchiales et dents radulaires) au cours du retard de la métamorphose. Les larves de *Nerita atramentosa* ont stoppé la croissance de la coquille au cours du retard de la métamorphose, mais la radula a continué de s'allonger, suivant un schéma très semblable à celui des larves de *Haliotis*, du genre vetigastropoda, en dehors de la phase d'alimentation. La cartographie des caractères fondée sur une hypothèse phylogénétique donne à penser qu'une grande taille larvaire et une capacité de croissance constante lors du retard de la métamorphose, comme c'est le

cas chez certains caenogastropodes, constituent une innovation dérivée des larves des gastropodes en phase d'alimentation. Cette nouveauté peut avoir facilité l'évolution post-métamorphique de l'alimentation issue de prédation à l'aide d'une longue trompe.

The presence of GABA in gastropod mucus and its role in inducing larval settlement

P. Laimek, S. Clark, M. Stewart, F. Pfeffer, C. Wanichanon, P. Hanna

Source: Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 354(2):182–191. January 2008.

Les substances chimiques qui induisent la fixation des larves de gastéropodes ont fait l'objet de nombreuses études, en raison de l'importance du recrutement du stock en milieu naturel et de la production en ferme aquacole. L'acide gamma aminobutyrique (GABA), les analogues GABA, et les mimétiques GABA associés à certaines algues coralliennes croûteuses, sont connus pour induire la fixation de larves chez l'espèce commerciale d'ormeau (Haliotis) et chez d'autres gastéropodes. En outre, il a été démontré que le mucus sécrété par ces gastéropodes induisait une fixation des larves, mais les éléments stimulants du mucus n'ont pas fait l'objet d'études approfondies. Nous présentons maintenant des données qui confirment que le GABA est la molécule contenue dans le mucus de l'ormeau, qui a pour effet d'induire une fixation. Pour ce faire, nous avons, dans un premier temps, produit un anti-GABA utilisable en technique immunoenzymatique et en immunofluoromicroscopie. Grâce à ces techniques, nous avons identifié la présence du GABA dans les nerfs et dans les cellules épithéliales du pied, notamment dans le mucus. Des échantillons de mucus séché, soumis à une analyse CLHP a fait apparaître une concentration de 0,68 mM du GABA après réhydratation de l'échantillon. La présence de GABA dans ces échantillons a été confirmée par une spectroscopie à grande échelle axée sur la méthode de temps de vol. En outre, le GABA a été décelé par immunocytochimie dans le mucus de plusieurs espèces d'ormeaux et d'autres gastéropodes. Des titrages biologiques réalisés ultérieurement à partir de mucus sec et frais ont considérablement favorisé l'induction de la fixation de larves.

Distribution of large benthic gastropods in the Uruguayan continental shelf and Río de la Plata estuary

A. Carranza, F. Scarabino, L. Ortega

Source: Journal of Coastal Research 24(1):161–168. January 2008.

Nous avons analysé la répartition et l'écologie des grands gastéropodes inféodés au plateau continental de l'Uruguay et à l'estuaire du Río de la Plata, et implantés à des profondeurs comprises entre 4 et 62 m. Nous avons prélevé sept espèces appartenant aux Tonnidae, Ranellidae, Muricidae, Nassariidae, et Volutidae. S'il est vrai que les sept espèces répertoriées dans cette étude ont été précédemment signalées pour la côte uruguayenne, nous donnons dans le présent article la première description détaillée de son habitat de prédilection en termes de profondeur, de salinité et de température des fonds marins. Une analyse typologique réalisée par les stations à partir de données biologiques (présence/absence de l'espèce) a fait ressortir une différenciation spatiale des grandes concentrations de gastéropodes dans trois zones: l'estuaire, avec une faible richesse spécifique, dominée par *Rapana venosa*; la zone côtière (10 à 36 m), avec une grande richesse, dominée à la fois par *Zidona dufresnei* et *Pachycymbiola brasiliana*; et la zone située au large (21 à 62 m), avec une richesse intermédiaire caractérisée par *Z. dufresnei*. Les valeurs moyennes des paramètres environnementaux ont montré des différences sensibles entre les groupes de station. Les révélateurs directs étaient plus omniprésents que les révélateurs planctotrophiques. Par ailleurs, l'espèce planctotrophique exotique *R. venosa* était l'espèce dominante dans la zone de l'estuaire. Cette caractéristique ne coïncide pas avec les prédictions fondées sur les caractéristiques du cycle biologique, telles que la capacité de dispersion; cela montre que les généralisations à cet égard sont difficiles et qu'elles sont fonction de l'échelle et de l'espace.

Further twists in gastropod shell evolution

R. Clements, T.-S. Liew, J.J. Vermeulen, M. Schilthuizen

Source: Biology Letters 4(2):179–182. April 2008.

La façon dont la coquille des gastéropodes s'enroule a longtemps intrigué profanes et scientifiques confondus. Dans la biologie de l'évolution, les coquilles des gastéropodes font partie des objets paléontologiques et néontologiques qui sont étudiés de manière très détaillée. Une coquille de gastéropode fait généralement apparaître une croissance en spirale logarithmique, une dextralité et un enroulement serré autour d'un seul et même axe. Cela étant, on continue de découvrir dans la nature les caractéristiques atypiques de cet enroulement (une croissance orientée vers la gauche, des spirales déroulées et des axes d'enroulement multiples). Dans le présent article, nous rendons compte d'une autre stratégie d'enroulement non seulement étonnante du point de vue de l'évolution, mais encore inconnue jusqu'à présent parmi les gastéropodes à coquille. Le gastéropode terrestre *Opisthostoma vermiculum* sp. nov. produit une coquille qui se présente comme suit: i) quatre axes d'enroulement faciles à discerner, ii) une spirale corporelle qui se détache trois fois et se ré-attache trois fois aux spirales précédentes sans avoir de support de référence et iii) des spirales détachées qui s'enroulent autour de trois axes secondaires, en dehors de l'axe primaire de leur conque complète. Comme il est apparu que les stratégies d'enroulement des spécimens étaient généralement cohérentes de « A à Z », cette espèce semble posséder un ensemble peu orthodoxe, mais rigoureusement défini, d'instructions de développement. Bien que les origines de

l'évolution de *O. Vermiculum* et l'importance fonctionnelle de sa coquille puissent être tirées au clair uniquement lorsque l'on découvre des intermédiaires fossiles et des spécimens vivants, sa morphologie déroutante donne à penser que nous n'avons toujours pas bien compris les relations entre la forme et la fonction chez certains groupes taxonomiques.

Copulation behaviour of *Neptunea arthritica*: baseline considerations on broodstocks as the first step for seed production technology development

R.M. Miranda, R.C. Lombardo, S. Goshima

Source: Aquaculture Research 39(3): 283–290. February 2008.

Des essais d'accouplement dans le cadre de trois scénarios différents ont été réalisés afin d'étudier le comportement de *Neptunea arthritica* pendant l'accouplement et de déterminer si la gestion du stock géniteur est nécessaire pour une production artificielle de semences. *Neptunea arthritica* est une espèce polygame, qui s'accouple au moins trois fois avec des partenaires différents. Sur l'ensemble des mâles et des femelles utilisés dans cette étude, 43 % d'entre eux se sont accouplés au moins une fois, les buccins femelles ont manifesté un comportement de rejet qui a provoqué une différence substantielle dans le temps d'accouplement entre les mâles rejetés (13,7 ± 10,7 mn) et les mâles non rejetés (49,7 ± 44,7 mn). L'effet de la taille corporelle sur la durée de la copulation a semblé être superficiel tandis que sur les copulations accumulatives, il a joué un rôle important en tant qu'indicateur de la capacité d'accouplement parce que les buccins étaient de tailles variables. Après la première copulation, les mâles ont accusé une tendance contrastée à s'accoupler à des femelles fécondées plutôt qu'à des femelles non fécondées ($X^2 = 6.23$, d.f. = 1, $P = 0.01$). La gestion du stock géniteur comme première étape de la production de semences est possible, mais, étant donné le faible pourcentage d'accouplement et de rejet par les femelles, elle ne serait pas économiquement raisonnable en raison du nombre considérable de buccins nécessaires et des facteurs logistiques s'y rapportant.

Do mussel patches provide a refuge for algae from grazing gastropods?

N.E. O'Connor, T.P. Crowe

Source: Journal of Molluscan Studies 74(1):75–78. February 2008.

Sur les rivages rocheux, la couverture de macro-algues poussant de manière épibiotique sur les moules est plus importante que celles poussant directement sur des rochers. Une enquête menée sur deux rivages de la côte est de l'Irlande a confirmé que la couverture d'algues est proportionnellement plus grande et la composition des algues plus diverse sur des bancs de moules que sur les rochers. Les raisons de cette différence ne sont pas faciles à comprendre. D'aucuns ont aussi suggéré que les bancs de moules constituent une protection pour les algues contre les gastéropodes brouteurs. Curieusement, nous n'avons trouvé aucun élément pour étayer cette thèse. Grâce à des disques de cire, nous avons constaté que les caractéristiques du broutement des gastéropodes étaient semblables dans les bancs de moules et sur les rochers. Les bancs de moules ne semblent pas assurer un refuge aux algues contre le broutement à cette échelle et nous pensons qu'il existe d'autres mécanismes qui pourraient expliquer la prévalence d'une couverture d'algues épibiotiques sur les moules. Les brouteurs intertidaux peuvent affecter les algues épibiotiques fixées sur les moules et, par conséquent, avoir une incidence indirecte sur la pérennité des bancs de moules.

Molecular systematics of Vetigastropoda: Trochidae, Turbinidae and Trochoidea redefined

S.T. Williams, S. Karube, T. Ozawa

Source: Zoologica Scripta, OnlineEarly Articles, June 2008 (to be adjusted).

Les Trochoidae sont une vaste superfamille composée de gastéropodes marins différents sur le plan morphologique et écologique. Nous présentons dans cet article une évaluation de la composition des familles des *Trochoidae* et de leur relation entre eux à partir de données moléculaires, en nous attachant tout particulièrement à la famille des Trochidae. Les analyses bayesiennes de séquences de trois gênes (18S rRNA, 28S rRNA et COI), comprenant des données sur 160 espèces vétigastropodes, montrent que la famille des gastéropodes Trochidae (*sensu* Hickman & McLean (1990), *Natural History Museum Los Angeles County Science Series*, *35*, 1–169) n'est pas monophylétique. La reconnaissance des Chilodontidae, Solariellidae et Calliostomatidae au niveau de la famille est corroborée. Notre nouvelle définition, plus limitée, des Trochidae englobe les sous-familles des Stomatellinae, Lirulariiaeés et Umboniinae et des sous-familles redéfinies des Trochinae, Cantharidinae et Monodontinae. Les Halistylinae sont provisoirement retenus parmi les Trochidae sur la base des études morphologiques précédentes. Tels que redéfinis, les Trochidae sont une radiation évolutive, surtout en eaux peu profondes dans les régions tropicales et subtropicales. Certaines sous-familles et certains genres précédemment inclus parmi les Trochidae ont été déplacés et intégrés dans la famille élargie des Turbinidae. La famille des Turbinidae a été redéfinie pour englober les Turbininae, Skeneinae, Margaritinae, Tegulinae, Prisogasterinae et ce qui est le plus surprenant, elle a intégré le genre *Tectus* (Montfort, 1810) qui a une valeur marchande intéressante. La nouvelle définition des Turbinidae signifie que la famille englobe des clades vivant surtout en eaux peu profondes et en eaux profondes, ainsi que des genres qui sont répartis à travers tout le globe, soit des pôles aux tropiques. Chez les Turbinidae, on découvre un éventail de l'habitat plus important que chez les Trochidae. Les Trochidae et les Turbinidae redéfinis, conjointement avec les Solariellidae, Calliostomatidae et Liotiidae, constituent la superfamille des Trochoidea.

Les Phasianellidae et Colloniidae sont reconnus comme appartenant à une nouvelle superfamille, les Phasianelloidea, et *Angaria* Röding, 1798, comme appartenant à une nouvelle superfamille, les Angarioidea. L'inscription des Areneidae dans une superfamille attend que des travaux plus poussés soient menés à bien.

Evolution of ecological specialization and venom of a predatory marine gastropod

E.A. Remigio, T.F. Duda Jr.

Source: Molecular Ecology 17(4):1156–1162. February 2008.

Il est important de comprendre l'évolution de la spécialisation écologique pour pouvoir tirer des conclusions sur les origines de la biodiversité. Les membres du genre de gastéropodes prédateurs marins *Conus* ont tous des régimes alimentaires divers, et leur capacité à capturer une proie est liée à un venin comprenant des neurotoxines peptides, appelées conotoxines. Nous avons répertorié des extraits de conotoxines sur *Conus leopardus*, une espèce de *Conus* qui se nourrit uniquement et exclusivement d'hemichordés et nous avons comparé le transcriptome de son conduit à venin à celui de quatre autres espèces de *Conus* afin de déterminer si un changement de régime alimentaire spécialisé était associé à des changements dans la composition du venin de cette espèce. Nous avons également examiné la structure secondaire des séquences prévues d'acides aminés extraits de conotoxines de *C. leopardus* afin de répertorier les substitutions qui peuvent être reliées à une spécialisation sur les hemichordés. Nous avons défini sept séquences distinctes de conotoxines de *C. leopardus* qui semblent représenter des extraits de sept loci différents. Les niveaux d'expression et la diversité des conotoxines exprimés par *C. leopardus* sont considérablement moins importants que celles d'autres *Conus.* En outre, les produits géniques de deux extraits ont fait apparaître des structures secondaires uniques qui n'avaient pas été observées auparavant chez d'autres *Conus*. Ces résultats donnent à penser que le passage à un régime alimentaire spécialisé est associé à une réduction du nombre de composantes exprimées dans le venin de *Conus*, et que les espèces ayant un régime alimentaire très varié sont dotées de venins de *Conus* différents.

Prolonged exposure to low dissolved oxygen affects early development and swimming behaviour in the gastropod *Nassarius festivus* (Nassariidae)

H.Y. Chan, W.Z. Xu, P.K.S. Shin, S.G. Cheung

Source: Marine Biology 153(4):735–743. February 2008.

Les effets de l'oxygène faiblement dissous sur les stades initiaux du développement et le comportement natatoire des larves véligères du gastéropode détritiphage, *Nassarius festivus,* ont fait l'objet d'une étude. Le développement de l'embryon a été sensiblement retardé lorsque le niveau d'oxygène dissous a été ramené à 3,0 mg O_2 L^{-1} et aucun embryon n'a réussi à éclore à 0,5 mg O_2 L^{-1}. Les larves véligères écloses à 4,5 mg O_2 L^{-1} avaient un lobe vélaire, une longueur et une largeur de coquille sensiblement plus petits. La valeur médiane 48-h LC_{50} des larves véligères a été estimée à 1,25 mg O_2 L^{-1} , une vitesse de nage moins grande (vitesse de nage et rapidité de dispersion) étant enregistrée pour les survivants exposés à des niveaux réduits d'oxygène. Le pourcentage de larves véligères qui se sont développées jusqu'au stade de juvéniles rampants, a été sensiblement réduit et la métamorphose a été retardée à 4,5 mg O_2 L^{-1}, tandis que toutes les larves de 3,5 mg O_2 L^{-1} ont péri avant de se métamorphoser. Les juvéniles qui avaient atteint 4,5 mg O_2 L^{-1} étaient aussi plus petits que ceux qui avaient atteint 6,0 mg O_2 L^{-1}. Les résultats ont indiqué que les niveaux d'oxygène dissous bien supérieurs au niveau d'hypoxie (2,8 mg O_2 L^{-1}), avaient une incidence significative sur le succès à l'éclosion et le développement des larves chez les gastéropodes, ce qui peut conduire à une diminution à long terme de la croissance de la population.

© Copyright Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, 2008

Tous droits réservés de reproduction ou de traduction à des fins commerciales/lucratives, sous quelque forme que ce soit. Le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique autorise la reproduction ou la traduction partielle de ce document à des fins scientifiques ou éducatives ou pour les besoins de la recherche, à condition qu'il soit fait mention de la CPS et de la source. L'autorisation de la reproduction et/ou de la traduction intégrale ou partielle de ce document, sous quelque forme que ce soit, à des fins commerciales/lucratives ou à titre gratuit, doit être sollicitée au préalable par écrit. Il est interdit de modifier ou de publier séparément des graphismes originaux de la CPS sans autorisation préalable.

Texte original : anglais et français

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, division Ressources marines, Section Information

B.P. D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie

Téléphone : +687 262000; Télécopieur : +687 263818; Courriel : cfpinfo@spc.int

Site Internet : http://www.spc.int/coastfish/Indexf/index.html