



Secrétariat général
de la Communauté du Pacifique

LE TROCA

Numéro 7 – Novembre 2001

BULLETIN D'INFORMATION



Éditeur : Dr Chan L. Lee, Fisheries WA, PO Box 71, Broome 6725 WA, Australia. [Tél.: 61 8 91936302; fax: 61 8 91935470; mél.: clee@fish.wa.gov.au] **Production:** Section information, Division Ressources marines, CPS, B.P. D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie. [Fax: (687) 263818; mél.: cfpinfo@spc.int]. **Imprimé avec le concours financier de la France et de l'Australie.**

ÉDITORIAL

C'est avec plaisir que je vous présente pour la première fois, en qualité de rédacteur en chef, le septième numéro du bulletin d'information *Le troca*.

Je saisis cette occasion pour remercier Kelvin Passfield, qui a édité les derniers bulletins avec talent, ainsi qu'Aymeric Desurmont, spécialiste de l'information halieutique à la CPS, qui m'a aidé et a guidé mes premiers pas dans les nouvelles fonctions que j'ai prises en janvier 2000.

À l'origine, j'avais l'intention de publier deux bulletins par an, mais hélas, il n'en a rien été. Comme Kelvin, j'ai constaté qu'il était plus difficile d'extorquer des articles de nos lecteurs que de leur arracher une dent ! Au lieu d'attendre d'autres articles et de repousser encore la publication du bulletin, j'ai décidé de publier rapidement un numéro 7 et de saisir l'occasion pour aller à la pêche d'articles qui paraîtront dans le prochain numéro. C'est pourquoi plusieurs articles et thèmes abordés dans le présent bulletin traitent de projets de réensemencement financés par le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) et reproduisent des informations en provenance d'Australie. J'espère que les lecteurs du bulletin les trouveront intéressants.

Chers lecteurs, j'insiste sur le fait que le bulletin d'information de la CPS *Le troca* est votre revue. Sans vos contributions, il ne pourrait pas survivre; sans vos articles et vos informations, il ne présenterait aucun intérêt pour ses lecteurs. C'est pourquoi je vous prie de bien vouloir m'adresser des articles de recherche, des notes, voire des petits échos des événements ou manifestations concernant le troca dans votre pays

Sommaire

L'efficacité du repeuplement en trocas par transplantation de stock géniteur et ensemencement de juvéniles — un projet ACIAR
W. Purcell et C.L. Lee p. 3

Reproduction et production de semences de burgaus (*Turbo marmoratus* L.) en Indonésie
S.A.P. Dwiono et al. p. 9

Les préférences des juvéniles de trocas en matière d'habitat en Australie occidentale et leurs conséquences pour la mise en valeur et l'évaluation des stocks
J.R. Colquhoun p. 14

Transplantation de burgaus (*Turbo marmoratus*) et de trocas (*Trochus niloticus*) à Tongatapu, (Tonga) : bilan des recensements récents
U. Fa'anunu et al. p. 20

Le troca, un trésor qu'il faut protéger
K. Saunders p. 24

Comment distinguer les juvéniles de *Trochus niloticus* et de *Trochus histrio* sur le terrain
G. Dobson p. 26

etc.



ou votre région. Ils intéresseront toujours quelques lecteurs. Je pense, par exemple, que nombre d'entre vous aimerez être tenus au courant de la production de boutons confectionnés à partir de trocas à Vanuatu; des travaux de recherche menés par le Centre international pour la gestion des ressources bioaquatiques (ICLARM) sur l'amélioration du troca aux Îles Salomon, ou des travaux effectués récemment aux Îles Cook sur les écloséries de trocas ou de burgaus et l'amélioration des stocks. Les Îles Fidji ont déjà exprimé leur intérêt pour l'élevage en éclosérie de trocas et l'amélioration des stocks, et la Papouasie-Nouvelle-Guinée, les Îles Salomon et de nombreuses nations du Pacifique Sud sont également intéressées par la production en éclosérie et l'amélioration des stocks suivant des pratiques de gestion coutumières traditionnelles.

J'ai aussi reçu des demandes émanant de Thaïlande et d'Inde à propos de mon récent travail de recherche sur le troca. Il existe donc bel et bien un intérêt pour le troca.

Écrivez-moi pour me dire ce qui se passe dans votre pays ou votre région et ce que vous aimeriez faire à l'avenir, et je ferai en sorte que les nouvelles de votre région soient rapidement diffusées par le truchement de ce bulletin.

J'attends avec impatience de recevoir des contributions intéressantes de votre part dans les six prochains mois.

À vos plumes, chers lecteurs.

Dr Chan L. Lee
Fisheries WA
PO Box 71
Broome, WA 6725, Australia

Télécopieur (depuis l'étranger) : 61 8 9193 5470
Télécopieur (depuis l'Australie) : 08 9193 5470
Mél : cleefish@fish.wa.gov.au

Le troca sur le site Web de la CPS

Les six premiers numéros du bulletin d'information Le troca, ainsi que de nombreuses autres publications du programme Pêche côtière peuvent être consultés sur le site Web de la CPS à l'adresse :
<http://www.spc.int/coastfish/>

Dans le cadre de gauche, cliquez sur Publications : vous y trouverez Le troca parmi les lettres et bulletins d'information, ainsi que d'autres publications du type documents techniques, ou manuels didactiques.



L'efficacité du repeuplement en trocas par transplantation de stock géniteur et ensemencement de juvéniles, un projet expérimental financé par l'ACIAR

Steven W. Purcell¹ et Chan L. Lee

Contexte

Depuis les années 20, des projets de repeuplement ou d'implantation de populations de trocas (*Trochus niloticus*) entrepris dans la région du Pacifique Sud ont été plus ou moins couronnés de succès (Gillett 1993; Crowe *et al.* 1997). Cependant, la plupart des activités sont restées sans suite, faute d'avoir été testées sur des sites témoins. Cette démarche hasardeuse peut donner des résultats équivoques, surtout s'il existe déjà une certaine population et un certain recrutement naturel. En outre, différentes méthodes permettent, certes, de reconstituer les stocks de trocas, mais leurs résultats peuvent être limités à un site ou une région bien définis (Crowe, données inédites). Ces lacunes rendent aléatoire le choix d'une méthode appropriée dans une situation donnée.

Les trocas vivant sur les récifs frangeants au large de la côte Nord de l'Australie occidentale sont exclusivement récoltés par des Aborigènes, pour lesquels ils constituent une ressource vivrière traditionnelle. Ces dernières années, les récoltes annuelles dans cette zone ont chuté à moins de 20 tonnes de coquillages bruts (données inédites du service des pêches d'Australie occidentale), après avoir battu un record en 1980, avec 135 tonnes (Magro 1997a). Cette baisse de productivité a incité à agir en vue d'une amélioration de la gestion et de la recherche de moyens de reconstituer les stocks.

Des chercheurs ni-Vanuatou et indonésiens ont récemment entrepris un projet, mené en collaboration en Australie occidentale (1995-1998). Ce projet (PN9410), financé par le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR), portait sur l'amélioration du stock et comportait des essais de croissance de trocas dans des cages immergées et d'ensemencement direct de récifs appauvris (c'est-à-dire des récifs où le stock de trocas a diminué) au moyen de juvéniles de 16 à 25 mm. Malgré les résultats ainsi obtenus à Vanuatu et en Indonésie, ces méthodes semblent peu efficaces sur les récifs

d'Australie occidentale. C'est ainsi que les chercheurs ont été amenés à explorer d'autres méthodes pour ces récifs, telles que la transplantation de stock géniteur ou le lâcher à grande échelle de petits juvéniles (1 à 4 mm).

La transplantation de stock géniteur et le réensemencement à grande échelle de petits juvéniles produits en éclosérie constituent deux méthodes très différentes de reconstitution des stocks de trocas. La seconde évite le coûteux élevage en éclosérie, jusqu'à ce que les animaux atteignent une grande taille, et permet d'obtenir des rendements élevés pour un effort initial minimal. Ainsi, Heslinga *et al.* (1983) ont constaté la multiplication des juvéniles sur un site de Palau où des juvéniles de 2-6 mm avaient été relâchés en grand nombre. Le succès de l'une ou l'autre méthode peut toutefois différer d'une région à l'autre, selon les conditions géographiques et le milieu récifal. Il est donc important de tester ces méthodes dans les régions envisagées et d'en observer les effets avant de généraliser les activités.

Un projet (PN9410, qui s'inscrit dans le prolongement du projet de l'ACIAR) est actuellement mené dans l'archipel des Buccaneer pour tester sur le terrain la transplantation de stock géniteur et le lâcher à grande échelle de juvéniles de 1-4 mm. Dans le présent article, nous présentons les grandes lignes de ces deux expériences séparées, et mettons en évidence les difficultés soulevées par l'étude de l'efficacité de ces deux méthodes. Nous comparerons également l'utilité de celles-ci, d'après les premiers enseignements tirés de ces expériences et des rapports qui ont été publiés.

Expériences d'amélioration des stocks réalisées en Australie occidentale

Transplantation de stock géniteur

Cette méthode a été largement appliquée dans l'ensemble du Pacifique. Elle permet d'implanter des

1. Ecologist, Team Leader - Sea Cucumber project, ICLARM - The World Fish Center, c/- SPC - Secretariat of the Pacific Community, B.P. D5 98848 Noumea Cedex, New Caledonia. Fax: (+687) 26 38 18. E-mail: s.purcell@cgjar.org

populations de reproducteurs sur les récifs. Grâce à des introductions de stock reproducteur sur l'atoll d'Aitutaki (Îles Cook), en 1957, une première récolte pratiquée en 1981 sur une population de reproducteurs a donné 200 tonnes de coquillages (Sims, 1985).

De même, le stock géniteur introduit à Tahiti (Polynésie française) en 1957 a donné naissance à une population dont la récolte a dépassé 350 tonnes de coquillages entre 1971 et 1973 (Doumenge, 1973). Cette méthode étant plus ou moins couronnée de succès selon le site et la région (Gillett, 1993), il conviendra toutefois d'en tester l'efficacité dans d'autres zones en procédant à des études expérimentales.

Deux expériences distinctes sont en cours de réalisation en Australie occidentale, l'une sur les récifs frangeants rocheux qui bordent la péninsule de Dampier, et l'autre sur les récifs coralliens situés dans quelques baies autour de Sunday Island (figure 1). Pour ces deux expériences, un stock géniteur de trocas (plus de 75 mm de diamètre maximum à la base) a été récolté parmi une vaste population vivant au large, sur le récif de Brue (15°56' de latitude sud, 12°03' de longitude est), puis placé dans des enclos ("corrals") de 50 m² et 30 cm de hauteur, entourés de barrières, situés sur les parties intertidales des récifs. Le stock géniteur y a été parqué pendant trois mois, à la fin de 1999, puis relâché et dispersé sur le récif. Gimin et Lee (1997) ont montré que cette période correspond

probablement à la pleine saison de reproduction du troca en Australie occidentale.

Les récifs qui bordent la péninsule de Dampier sont principalement constitués de grès et hébergent des populations de différentes espèces de trocas (*Trochus hanleyanus*, *Tectus pyramis*, *T. fenestratus*), mais pas de *Trochus niloticus*. Ces derniers ont été découverts dans des tas d'ordures (dépôts de coquillages rejetés par les Aborigènes), le long de cette côte (C. Ostle, comm. pers.), ce qui laisse à penser que cette espèce habitait auparavant ces récifs. En 1994, quelques juvéniles de trocas (20–30 mm), relâchés sur deux récifs, ont survécu et atteint par la suite plus de 100 mm, mais les quantités implantées étaient probablement trop faibles pour se reproduire avec succès, car l'on n'a pas recueilli d'autres juvéniles. Dans le cadre de l'expérience actuelle, 500 trocas reproducteurs ont été transplantés sur trois grands récifs. Les sites de transplantation de reproducteurs et les sites témoins (sans stock reproducteur) ont été choisis au hasard, à 600–1400 m de distance, aux extrémités opposées de chaque récif. Les trocas présents sur les sites (50 m x 50 m) ont été comptés à vue, au début de l'expérience, puis à trois mois d'intervalle, le long de transects identiques de 2 m x 50 m. Cette méthode orthogonale ("croisée"), appliquée à un site de reproducteurs et un site témoin sur chaque récif, n'est pas optimale car les larves planctoniques issues du stock géniteur peuvent se disperser facilement vers les sites témoins.

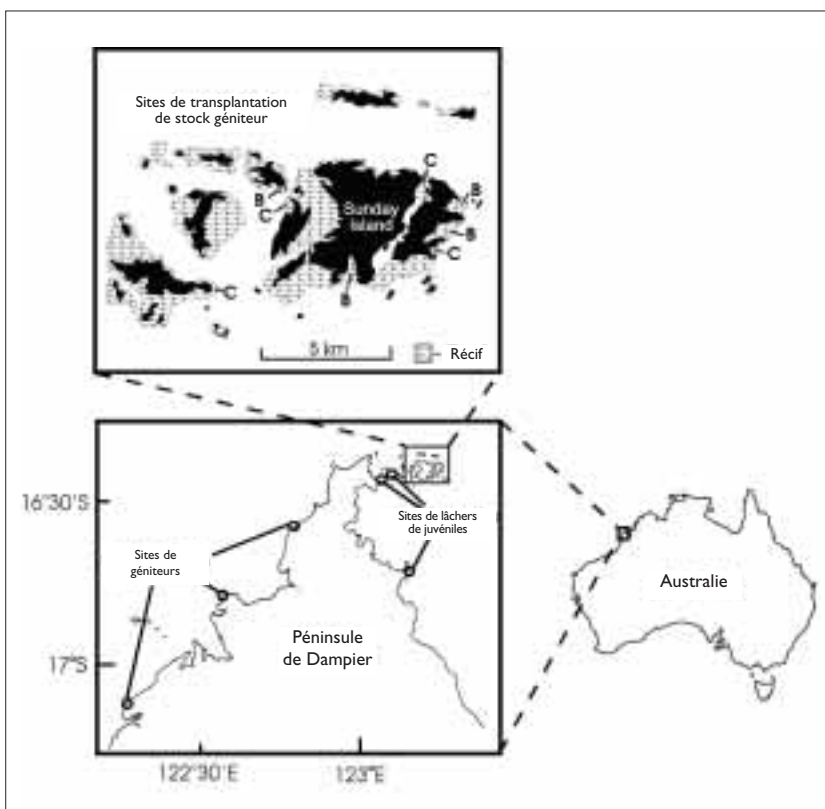


Figure 1. Les sites d'étude de la transplantation de stock géniteur et du réensemencement en juvéniles en Australie occidentale. Encadré du haut : C désigne des sites récifaux témoins et B, des sites de transplantation de stock géniteur.

Les récifs qui entourent Sunday Island sont constitués de calcaire d'origine biologique et hébergent des populations des trocas précités. *T. niloticus* est également présent sur les récifs, mais la plupart des populations, sur-exploitées, déclinent. Pour cette expérience, on a choisi huit récifs, définis au hasard comme sites de transplantation de reproducteurs et comme sites témoins, soit quatre récifs identiques de chaque catégorie (figure 1).

Pour chaque récif de reproducteurs, on a transplanté 275 trocas reproducteurs dans des enclos, au centre du site d'étude (50 m x 50 m), puis on les a relâchés au bout de trois mois. Pour les deux catégories de récifs, on a observé le nombre total et la taille des trocas selon la même méthode que pour l'expérience réalisée sur la péninsule de Dampier. Il s'agit ici d'une méthode expérimentale à plusieurs degrés ("hiérarchique"), car il y a des ensembles différents de récifs identiques pour les deux traitements.

Ensemencement à grande échelle en juvéniles de 1 à 4 mm

En écologie marine, le modèle de limitation du recrutement (Doherty 1999) veut que l'augmentation du nombre de juvéniles dans une population entraîne ultérieurement une augmentation du nombre d'adultes. Si les populations de trocas sur un récif sont limitées de par le recrutement, le lâcher à grande échelle de juvéniles produits en écloserie devrait favoriser l'amélioration des stocks.

Au fur et à mesure que la taille du coquillage augmente, le troca juvénile est moins vulnérable à la prédation après l'ensemencement (Castell 1995 ; Crowe, données inédites), mais son élevage coûte de plus en plus cher (Lee 1997). Juste après leur fixation, les juvéniles peuvent être produits en grandes quantités pour un coût minimum. Utilisés à ce stade, ils courent probablement moins le risque de présenter un comportement et une morphologie déficients, comme c'est le cas après de longues périodes de captivité (voir Stoner et Davis 1994; Shepherd et al., sous presse; Purcell, en cours d'édition). Les taux de survie des petits juvéniles relâchés seront probablement faibles, mais l'ensemencement à cette taille peut s'avérer plus économique, vu l'échelle du lâcher.

La présente expérience vise à tester l'amélioration des populations de trocas grâce au lâcher à grande échelle (ensemencement) de juvéniles de 1 à 4 mm sur des sites de trois récifs intertidaux (les noms des récifs ressortent de la figure 2) de l'archipel des Buccaneer (figure 1). Cette expérience fait appel à un modèle expérimental selon lequel chaque récif est divisé en deux parties de trois sites chacune, distants de 100 à 200 mètres, avec une identification de chaque partie.

Au départ, l'un des trois traitements suivants était affecté aux trois sites de chaque moitié de récif : aucun traitement (site témoin), ensemencement et pièges (petits pièges destinés à éliminer expérimentalement les prédateurs benthiques). Le troisième traitement ayant soulevé des difficultés, on a retiré les pièges, pour ne laisser qu'un site témoin et, effectivement, deux sites d'ensemencement par moitié de récif (figure 2).

En tout, environ 146 000 juvéniles ont été ensemencés, soit environ 12 000 sur chacun des douze sites d'ensemencement. À trois mois d'intervalle, la population de chaque site a été comptée à vue le long de transects larges, et le nombre de trocas de moins de 10 mm enregistré. Des statistiques ANOVA (analyse de variance) établies sur la base de mesures répétées serviront à évaluer l'amélioration des populations de trocas au fil du temps.

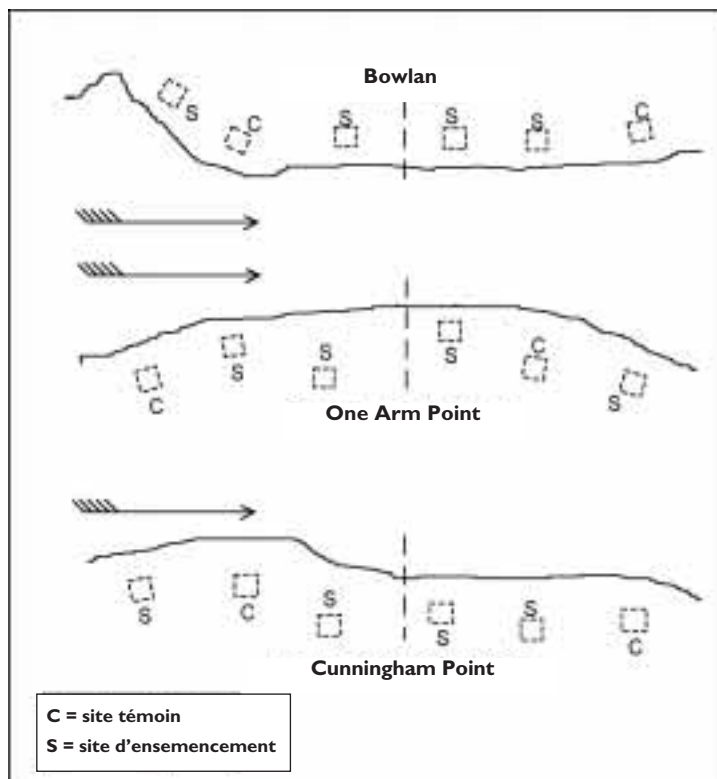


Figure 2. Schéma de disposition des sites (carrés en pointillé) témoins et d'ensemencement de juvéniles pour l'expérience d'ensemencement à grande échelle. Les flèches indiquent le sens des courants de marée montante. Les traits discontinus représentent le partage schématique du récif.

Évaluation du succès de l'amélioration des stocks

Croissance des juvéniles

L'une des difficultés inhérentes à la recherche menée sur le troca en Australie occidentale tient au fait que l'on trouve rarement des juvéniles ayant un diamètre à la base inférieur à 25 mm. Le comportement mystérieux des juvéniles est un trait commun à d'autres espèces dont les stocks devraient être améliorés, telles que les holothuries (Battaglione et Bell 1999), les burgaus *Turbo marmoratus* (Yamaguchi 1993) et les ormeaux (McShane 1992). Nous avons observé des habitats des platiers, sur 600 quadrats (0,5 m²) et le long de 1 584 transects (2 m x 50 m) et comptabilisé des centaines de juvéniles de 25 à 50 mm : trois individus seulement mesuraient moins de 25 mm. Magro (1997b) et Crowe (données inédites) ont fait des observations similaires après s'être livrés à des comptages extensifs en Australie occidentale. Les juvéniles de moins de 25 mm sont des proies trop vulnérables et vivent probablement dans des trous et des espaces à l'intérieur de la matrice tridimensionnelle du récif ou des débris agglomérés, c'est-à-dire sous la surface du récif. Ce n'est que lorsqu'ils atteignent 25 à 30 mm (au bout d'un an environ) qu'ils s'aventurent près de la surface supérieure de ces récifs, où ils peuvent être comptés visuellement.

La croissance du troca soulève donc un problème : la réussite de la (ou des) méthode(s) de reconstitution des stocks ne se manifeste que lorsque les animaux ont atteint une taille de 30 mm. Il est néanmoins utile de ne pas attendre ce moment pour exercer une surveillance, parce qu'elle fournit des données initiales sur les variations spatio-temporelles d'abondance des juvéniles de plus grande taille dans les sites et d'un site à l'autre; le test final n'en est que plus rigoureux. Dans l'idéal, le suivi des essais de reconstitution des stocks devrait intervenir régulièrement (tous les deux à trois mois, par exemple), pendant trois ans environ, de manière à ce que le troca réintroduit ait le temps d'atteindre une taille suffisante pour la récolte.

Protocoles de conception des expériences de repeuplement

Lorsque des populations de trocas s'appauvrissent, les expériences de reconstitution des stocks montrent que les reprises de croissance sont dues à une activité accrue, et non au recrutement naturel; il faut donc reproduire les sites d'amélioration et comparer l'évolution du recrutement naturel avec celui des sites témoins. L'abondance des trocas (par unité de surface) sur les sites doit être estimée, en général par le moyen de comptages limités dans le temps, le long de transects ou dans des quadrats. Les résultats d'expériences d'ensemencement de juvéniles qui ont été publiés sont pour la plupart d'un intérêt limité, faute de reproduction de l'opération sur plusieurs des sites et de suivi fréquent.

Sont présentées ici les données recueillies sur deux récifs (Bowlan Reef et One Arm Point Reef; voir figures 1 et 2), distants de 500 m, qui abritent des stocks de juvéniles et d'adultes. À quatre reprises, sur une période de six mois, les trocas ont été comptés et mesurés le long de douze radiales aléatoires (2 m x 50 m) sur chacun des six sites d'habitat des deux plates-formes récifales. On a recherché les trocas de 20 à 50 mm, c'est-à-dire les juvéniles qui peuvent être détectés par relevé visuel. Les juvéniles relâchés sur ces sites n'auraient pas encore atteint un diamètre à la base de 25 mm (la plus petite taille observée) au cours de la période impartie; les estimations de l'abondance portent donc sur le stock naturel et en illustrent la variabilité naturelle dans le temps et l'espace. La figure 3 montre que le nombre de juvéniles de 20 à 50 mm varie considérablement sur les deux sites, entre les sites d'un même récif, et selon la date de relevé. Une forte variabilité de l'abondance des juvéniles sur un même site appelle la reproduction adéquate des relevés sur ce site.

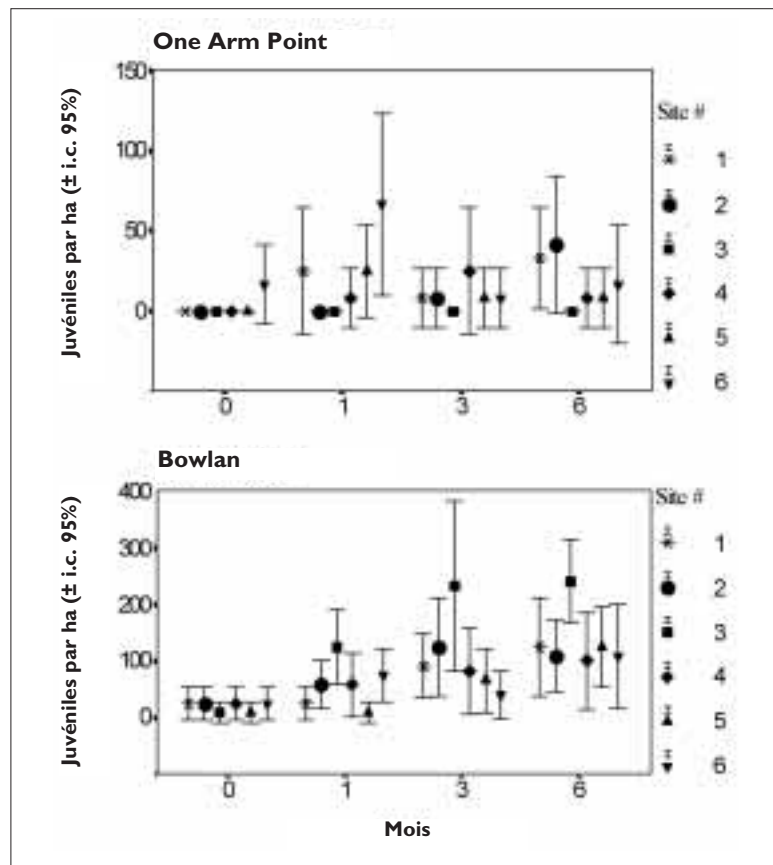


Figure 3. Graphiques des intervalles d'erreur relatifs à l'abondance moyenne des juvéniles de 20-50 mm en chacun des six sites des deux récifs étudiés pendant six mois. Notez la différence d'échelle entre les deux graphiques.

Les données montrent que non seulement l'abondance des trocas (juvéniles) varie considérablement sur une période brève, mais aussi que les conditions de variation peuvent être très différentes entre des sites voisins d'un même récif. Cette variabilité temporelle pourrait s'expliquer par des déplacements locaux des trocas, les disparités spatiales de la prédation et le comportement inconnu des juvéniles à certains moments. Il faudrait mettre au point des expériences et des méthodes de suivi de la reconstitution des stocks pour pouvoir rendre compte de la variabilité naturelle des stocks dans le temps et l'espace. Les données présentées ici laissent à penser qu'il conviendrait de vérifier les expériences de reconstitution des stocks sur plusieurs récifs, en reproduisant les opérations sur un même récif et en effectuant des observations plus fréquentes.

Transplantation de stock géniteur ou ensemencement en juvéniles ?

Il existe des méthodes extensives (transplantation de stock géniteur) ou semi-extensives (ensemencement en juvéniles) qui entraînent des coûts modiques et requièrent un effort initial minimum. En revanche, l'élevage ou le grossissement de trocas jusqu'à une taille suffisante pour un lâcher prend du temps et coûte cher (Lee 1997). La rentabilité de la transplanta-

tion de stock géniteur et l'ensemencement en juvéniles peut toutefois être compromise par les caractéristiques intrinsèques de l'environnement récifal. Dans les deux cas, l'évaluation des sites de reconstitution des stock doit être précédée de nombreuses démarches et évaluations.

Dans la plupart des cas, la transplantation de stock géniteur est la méthode la moins coûteuse et la plus simple. En Australie occidentale, il a été facile de construire des enclos sur le récif et d'y conserver le stock géniteur pour la reproduction. Nous estimons, bien que cette idée n'ait pas été prouvée, que cette méthode favoriserait le synchronisme de la repro-

duction et de la fertilisation des œufs, contrairement au lâcher libre de stock géniteur. Le succès de l'amélioration du stock de trocas par transplantation de stock géniteur repose sur un milieu approprié à la reproduction, au développement et à la fixation des larves, à la croissance et à la survie des juvéniles jusqu'au stade adulte (figure 4).

Par comparaison, le lâcher de juvéniles d'élevage sur des sites récifaux exige moins d'étapes préliminaires sur le récif que la transplantation de stock géniteur (figure 5).

Ces incertitudes sont en grande partie levées par le fait que les étapes de croissance et de fixation se déroulent dans l'écloserie. La préférence doit être donnée à la méthode de l'ensemencement en juvéniles lorsque les sites récifaux ne conviennent pas à la fixation des larves ou au recrutement spontané mais se prêtent bien à la croissance et à la survie des juvéniles.

Les inconvénients de l'élevage de juvéniles tiennent naturellement aux coûts et au temps requis. En outre, il faut choisir les sites avec d'autant plus de précaution que les juvéniles sont moins mobiles que les larves planctoniques et doivent par conséquent être implantés à proximité d'un habitat où ils peuvent trouver refuge.

Le choix d'un site convenant à l'ensemencement de juvéniles est un facteur décisif de la survie du troca (T. Crowe, données inédites) et du grand lambis

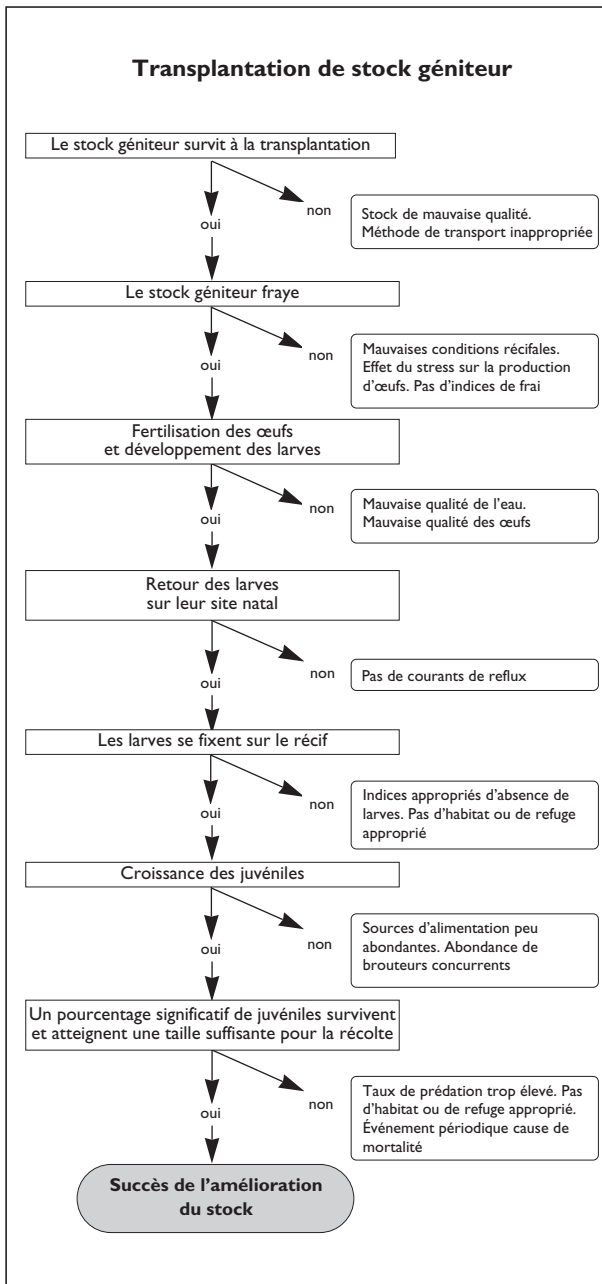


Figure 4. Transplantation de stock géniteur : diagramme des étapes essentielles du processus d'amélioration du stock. Les causes probables d'échec des étapes successives figurent dans les encadrés de droite.

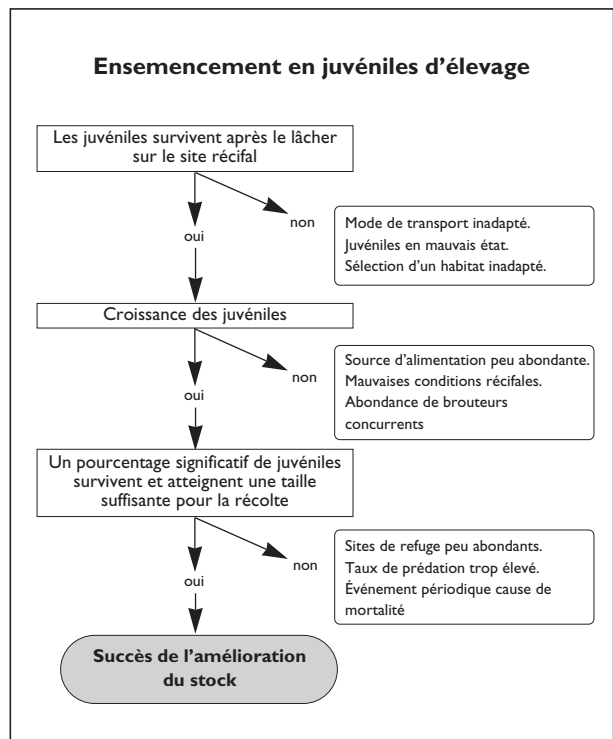


Figure 5. Diagramme des étapes essentielles du processus d'amélioration du stock à l'aide de juvéniles produits en écloserie. Les causes probables d'échec des étapes successives figurent dans les encadrés de droite.

(Stoner 1994). Malheureusement, on connaît encore mal les caractéristiques de l'habitat de prédilection du troca, malgré les études récentes (Colquhoun, comm. pers.).

Les expériences d'implantation de stock reproducteur et d'ensemencement de juvéniles réalisées en Australie occidentale montreront aux communautés aborigènes quelle est la méthode la plus économique à adopter sur ces récifs. Appliquées à grande échelle selon une gestion appropriée, les méthodes de reconstitution des stocks devraient apporter des bénéfices durables à l'exploitation du troca.

Bibliographie

- Battaglione, S.C. and J. Bell. 1999. Potential of the tropical Indo-Pacific sea cucumber, *Holothuria scabra*, for stock enhancement. In: B.R. Howell, E. Moksness & T. Svåsand. (eds) Stock enhancement and sea ranching. Oxford: Fishing News Books. 479–490.
- Castell, L.L. 1995. Relevant findings from research into seeding with *Trochus niloticus* in Australia and Vanuatu. Report submitted to James Cook University, Townsville, Queensland, 17 p.
- Crowe, T.P., M.J. Amos and C.L. Lee. 1997. The potential of reseedling with juveniles as a tool for the management of trochus fisheries. In: C.L. Lee and P.W. Lynch. (eds) Trochus: status, hatchery practice and nutrition. ACIAR Proceedings No. 79. 170–177.
- Doherty, P.J. 1999. Recruitment limitation is the theoretical basis for stock enhancement in marine populations. In: B.R. Howell, E. Moksness and T. Svåsand. (eds) Stock enhancement and sea ranching. Oxford: Fishing News Books. 9–21.
- Doumenge, F. 1973. Développement de l'exploitation du stock de *Trochus niloticus* sur les récifs de Tahiti. Commission du Pacifique Sud, Lettre d'information sur les pêches n° 10. 35–36.
- Gillett, R. 1993. Transplantation de trocas dans les îles du Pacifique. Commission du Pacifique Sud. Bulletin d'information Le troca n° 2. 13–16.
- Gimin, R. and C.L. Lee. 1997. The reproductive cycle of *Trochus niloticus* in King Sound, Western Australia. In: Trochus: status, hatchery practice and nutrition. C.L. Lee and P.W. Lynch (eds) ACIAR Proceedings No. 79. 52–59.
- Heslinga, G.A., O. Orak and M. Ngiramengior. 1983. Trochus reseedling for commercial exploitation - Republic of Palau. Pacific Tuna Development Foundation report. p. 38.
- Lee, C.L. 1997. Design and operation of a land-based closed recirculating hatchery system for the top-shell, *Trochus niloticus*, using treated bore water. In: Trochus: status, hatchery practice and nutrition. C.L. Lee and P.W. Lynch (eds) ACIAR Proceedings No. 79. 27–32.
- Magro, K.L. 1997a. Catch history of trochus in King Sound, Northwestern Australia between 1980 and 1995. In: Trochus: status, hatchery practice and nutrition. C.L. Lee and P.W. Lynch (eds) ACIAR Proceedings No. 79. 131–142.
- Magro, K.L. 1997b. Establishing a relationship between habitat and abundance of trochus in King Sound, Northwestern Australia. In: C.L. Lee and P.W. Lynch (eds) Trochus: status, hatchery practice and nutrition. ACIAR Proceedings No. 79. 150–163.
- McShane, P.E. 1992. Early life history of abalone: a review. In: S.A. Shepherd, M.J. Tegner and S.A. Guzmán del Prío (eds) Abalone of the world: biology, fisheries and culture. Oxford: Blackwell Science Ltd. 120–138.
- Purcell, S.W. In review. Cultured vs. wild juvenile trochus: disparate shell morphologies sends caution for seeding.
- Shepherd, S.A., P.A. Preece and R.W.G. White. In press. Tired nature's sweet restorer? Ecology of abalone stock enhancement in Australia. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.
- Sims, N. 1985. The abundance, distribution and exploitation of *Trochus niloticus* in the Cook Islands. Proceedings of the 5th International Coral Reef Symposium. 5: 539–544.
- Stoner, A.W. 1994. Significance of habitat and stock pre-testing for enhancement of natural fisheries: experimental analyses with queen conch *Strombus gigas*. Journal of the World Aquaculture Society 25: 155–165.
- Stoner, A.W. and M. Davis. 1994. Experimental out-planting of juvenile queen conch, *Strombus gigas*: comparison of wild and hatchery-reared stocks. Fishery Bulletin 92: 390–411.
- Yamaguchi, M. 1993. Green snail. In: A. Wright and L. Hill. (eds), Nearshore marine resources of the South Pacific. Institute for Pacific Studies, Suva. 710 p.





Reproduction et production de semences de burgaus (*Turbo marmoratus* L.) en Indonésie

Sigit A.P. Dwiono¹, Pradina¹ et P.C. Makatipu¹

Résumé

Sur cinq burgaus adultes (*Turbo marmoratus*) utilisés pour la reproduction (diamètre à la base compris entre 10,25 et 14,35 cm), deux mâles et une femelle ont pu se reproduire. La femelle a pondu 1 825 750 œufs de $0,24 \pm 0,02$ mm de diamètre chacun. Le taux d'éclosion des œufs était estimé à 66,7 pour cent.

Les œufs éclosent sous forme de trochophores planctoniques, 14 heures après la fécondation. Ils se sont métamorphosés en juvéniles benthiques au bout de 60 heures, et ont commencé à se nourrir de diatomées sessiles.

Au laboratoire, les juvéniles ont été nourris en diatomées sessiles d'élevage, du genre *Navicula*, dans des bassins rectangulaires en fibres de verre de 2,25 tonnes. En moins de 28 semaines, les juvéniles de $0,49 \pm 0,05$ mm de diamètre de coquille se sont transformés en jeunes juvéniles de $7,07 \pm 2,03$ mm.

Introduction

Le burgau, également connu sous les appellations vernaculaires de Batulaga, Matabulan ou Burgos, appartient à la plus grande espèce de gastéropodes marins du genre *Turbo*, famille des turbinidés (Gastropoda: Arcgæogastropoda: Trochidea) (Eisenberg 1981; Abbott et Dance 1986; Wilson 1993). La plus grande coquille rencontrée présentait un diamètre de 25 cm et pesait plus de 2 kg (Kubo 1991; Yamaguchi 1993).

L'habitat de *T. marmoratus* est le même que celui des autres espèces de gastéropodes marins tels que le troca (*Trochus niloticus*), *Tectus pyramis* et les turbinidés (*Turbo argyrostomus* et *Turbo chrysostomus*) : plattiers récifaux à courant d'eau clair et constant, jusqu'à une profondeur de 20 mètres. L'animal est actif la nuit (nocturne) et a une préférence pour les lits de coraux morts où les micro et macro-algues poussent en abondance. L'aire de répartition naturelle du burgau comprend la région Indo-Pacifique depuis l'ouest de l'océan Indien (Kenya, Seychelles, Chagos, Andaman et îles Nicobar) et les eaux du Sud-Est asiatique (Malaysia, Indonésie, Thaïlande et Philippines) jusqu'aux Îles Fidji, dans le Pacifique Sud. Dans le Pacifique occidental, cette aire s'étend jusqu'à 29° de latitude Nord (îles Ryukyu). On

trouve des burgaus en Polynésie française, depuis leur introduction en 1960 (Yamaguchi 1993).

Comme le troca (*T. niloticus*), le burgau est récolté pour sa précieuse coquille à très forte densité de nacre. Sa chair, source de protéines, est consommée par les pêcheurs. La coquille nacrée du burgau est utilisée en décoration, en peinture, en cosmétique et dans l'artisanat. Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la production mondiale de coquilles de burgaus a été estimée à 800 et 1 000 tonnes respectivement en 1986 et en 1987 (Yamaguchi 1993). La récolte du burgau aurait commencé en Indonésie au début du XXe siècle. D'après le Bureau central de la statistique d'Indonésie, les exportations indonésiennes de burgau ont progressé de 44,25 t à 144,60 t entre 1970 et 1981, au départ de deux ports principaux, Ujung Pandang (qui s'appelle maintenant Makassar) et Ambon (Usher 1984). Dans la province des Moluques, la production de burgaus est passée de 1,6 t à 16,6 t entre 1985 et 1989 (Arifin et Setyono 1992). Sur le marché d'Ambon, les coquilles de burgaus se vendent à 60 000 roupies (environ 7,5 USD) le kilo.

Les coquilles commercialisées ne nécessitent pas de manipulation particulière après la récolte; elles peuvent être aisément empilées sans détérioration de

1. Division des ressources marines, Centre de recherche et développement océanographiques, LIPI, Guru-guru, Poka – Ambon 97233 Indonésie

leur qualité. Cet avantage explique une récolte intensive qui, à son tour, peut mettre en péril la population naturelle. Pour préserver ses ressources marines menacées, le gouvernement indonésien a interdit la pêche de plusieurs espèces animales, dont le burgau, par décret ministériel (n° 12/Kpts-II/1987). Prévoyant toutefois le potentiel de l'aquaculture, il a toutefois pris un autre décret (n° 07/Kpts/DJ-VI/1988) autorisant l'exploitation d'animaux protégés à condition qu'ils soient le produit d'une activité d'élevage. Malheureusement, ce décret n'atteint pas son objectif, car la technique de l'aquaculture du burgau est inconnue en Indonésie.

Pour remédier à cette situation, le Centre de recherche et développement océanographiques de l'Institut indonésien des sciences (LIPI), implanté à Ambon et qui relève de la division des ressources marines, a conduit une étude sur l'aquaculture du burgau. Le présent article rend compte des résultats de la première tentative d'induction de la ponte et d'élevage larvaire du burgau, pratiqués au laboratoire du LIPI à Ambon, Indonésie.

Matériel et méthodes

Des stocks géniteurs ont été récoltés par des plongeurs en scaphandre autonome sur les récifs côtiers au large du village de Lontor, sur l'île de Banda (Moluques centrales), en octobre 1996. Ces stocks, recueillis dans un bassin rempli d'eau de mer et modérément ventilé, ont été rapportés à Ambon par bateau.

La ponte a été induite en phase de nouvelle lune, les 27 et 28 octobre 1996. Le matin même de l'induction, les reproducteurs sélectionnés ont été nettoyés de l'épiflore, de l'épifaune et de leur saleté, puis rincés et placés dans un bidon de plastique de 40 litres, rempli d'une quantité d'eau de mer filtrée suffisante pour immerger la totalité des animaux. Une forte ventilation a ensuite été appliquée à l'eau du bidon, pendant huit heures environ. À 18h00, les stocks géniteurs ont été transférés dans un bassin rectangulaire en fibres de verre de 2,25 t, rempli d'eau de mer traitée aux ultraviolets et filtrée (2 microns). La ponte a eu lieu au cours de la nuit.

Après la ponte, quelques œufs ont été prélevés et observés au microscope pour vérifier la fécondation; celle-ci se manifeste par la première mitose qui a normalement lieu dans les cinq minutes qui suivent la fécondation. Les œufs fécondés ont ensuite été filtrés à travers un tamis à mailles de 60 microns, puis rincés à l'eau de mer propre et filtrée; leur quantité a été estimée. On a ensuite réparti les œufs dans un bassin rectangulaire de 2,25 t et deux bassins cylindro-coniques en fibres de verre de 2 tonnes.

Dès la métamorphose des œufs en larves trochophores nageuses, on a estimé la densité de larves dans chaque bassin. Les larves et le liquide ambiant ont été versés dans des bassins de taille identique, contenant des micro-algues sessiles de culture, *Navicula* spp. Ces algues de culture consistaient dans

un mélange de trois espèces de microalgues du genre *Navicula*, prélevées dans la baie d'Ambon (Makatipu et al. 1996). La croissance des algues a été accélérée par l'adjonction d'un liquide de culture "Okinawa" (Dwiono et al. 1995).

Au laboratoire, les juvéniles ont été nourris aux microalgues sessiles. Pour augmenter la surface nécessaire à la croissance des algues, des substrats constitués de coraux morts et de coquilles vides ont été ajoutés, favorisant la croissance des espèces de diatomées. Les fèces et autres sédiments ont été siphonnés chaque jour et de l'eau de mer fraîche, filtrée, ajoutée pour remplacer l'eau éliminée. Des renouvellements complets d'eau de mer n'ont été effectués qu'en cas de contamination par du phytoplancton (qui peut concurrencer les diatomées sessiles dans l'absorption d'éléments nutritifs) ou lorsque la quantité de microalgues benthiques restantes était insuffisante et que les juvéniles devaient être transvasés dans un autre bassin contenant des microalgues de culture récente. Pour estimer les taux de croissance, tous les quinze jours, on a mesuré 50 œufs ou coquilles de juvéniles, prélevés au hasard à cet effet.

Résultats

Il n'a pas été observé d'activité de ponte pendant la première nuit, malgré l'activité des animaux et leurs déplacements au fond du bassin. Le matin, l'induction de la ponte a été recommencée en appliquant des "stimuli" identiques par aération des animaux pendant toute la journée. Le soir, les animaux ont été transférés dans un bassin de ponte contenant de l'eau de mer récemment filtrée et traitée aux ultraviolets. Après ce deuxième traitement, on a constaté que les stocks géniteurs étaient plus actifs que la nuit précédente, et la première ponte a été observée chez une femelle et deux mâles ce même soir (tableau 1).

À 21h30, le premier mâle a commencé à pondre en relâchant des nuages blanchâtres (sperme) directement dans l'eau. Il expulsait le sperme par son siphon, par des mouvements alternatifs de contraction et de relaxation de la partie molle de son corps, toutes les 5 à 10 minutes. À 22h30, les deux tiers de l'eau de mer du bassin de ponte ont été soutirés pour réduire la forte concentration de l'eau en sperme, et remplacés par de l'eau de mer filtrée et traitée aux ultraviolets. Le renouvellement d'eau a provoqué une intensification de la ponte chez le premier mâle, ainsi que la ponte par le deuxième mâle, suivie de celle de la femelle.

L'épisode de ponte par la femelle a été très court (30 minutes environ), mais intense. Il n'a pas été observé d'autre ponte après 23h10; la femelle est restée inactive au fond du bassin. L'observation a donc été arrêtée à 0h30 le 29 octobre, aucune autre activité de ponte ayant été constatée, et tous les géniteurs ont été transférés dans le bassin de récupération.

Au moment de la ponte, les œufs étaient ronds, d'une couleur vert foncé, et mesuraient $0,24 \pm 0,02$ mm de

Tableau 1. Ponte induite chez le burgau (*Turbo marmoratus* L.) dans des conditions de laboratoire, au laboratoire expérimental de mariculture, le 28 octobre 1996.

N°	Diamètre de la coquille (en cm)	Sexe	Remarque
1	14,35	mâle	ponte de 21h30 à 00h30
2	12,40	inconnu	pas de ponte
3	12,00	femelle	ponte de 22h40 à 23h10
4	11,35	mâle	ponte de 22h39 à 00h30
5	10,25	inconnu	pas de ponte

diamètre. La première division cellulaire a eu lieu moins de 5 minutes après la fécondation des œufs. Les stades de 4, 8 et 16 cellules ont été atteints en l'espace de 10, 20 et 45 minutes respectivement après la fécondation. Après le stade de 16 cellules, les œufs ont été recueillis à l'aide d'un tamis à mailles de 60 microns et rincés à l'eau de mer filtrée et l'on a estimé leur quantité. Le nombre total d'œufs pondus par la femelle a été estimé à 1 825 750. Les œufs ont ensuite été transférés dans trois bassins d'éclosion.

Quatorze heures après la fécondation, les œufs sont éclos en libérant des larves nageuses trochophores. D'après les estimations effectuées à partir des bassins d'éclosion, le taux d'éclosion moyen était de 66,7 pour cent. Environ 22 heures plus tard (36 heures après la fécondation), la plupart des larves ont subi la première rotation de leur coquille et se sont métamorphosées en larves véligères. À l'âge de 60 heures, ces larves ont atteint le stade pédivéligère, et l'on pouvait distinguer la voile et le pied. Les larves pédivéligères dont le pied était complètement formé, se déplaçaient sur le substrat avant de se métamorphoser en juvéniles benthiques sans voile. Les juvéniles se sont nourris en raclant les microalgues sessiles benthiques croissant sur le substrat et sur les parois des bassins.

Le taux de croissance des juvéniles de burgaus ressort du tableau 2. Le taux de croissance instantané d'un animal n'est pas constant; il augmente proportionnellement à l'âge et à la taille de l'animal. Jusqu'à la quatorzième semaine, le taux de croissance varie

Tableau 2. Premiers stades de développement et de croissance du burgau (*Turbo marmoratus* L.) en laboratoire

Âge (semaines)	Stade	Diamètre de coquille (mm)				Taux de croissance instantanée
		Min	Max	Moy.	Écart-type	
0	Œufs	0,21	0,27	0,24	0,02	-
2	Juvénile	0,40	0,55	0,49	0,05	-
4	Juvénile	0,55	0,85	0,70	0,07	0,10
6	Juvénile	0,82	1,18	0,95	0,09	0,12
8	Juvénile	1,00	1,88	1,21	0,16	0,13
10	Juvénile	1,39	1,64	1,48	0,13	0,13
12	Juvénile	1,27	1,91	1,77	0,16	0,14
14	Juvénile	1,54	3,36	2,10	0,34	0,16
16	Juvénile	1,73	3,54	2,54	0,42	0,22
18	Juvénile	2,00	4,27	3,05	0,65	0,25
20	Juvénile	2,18	5,64	3,34	0,76	0,14
24	Juvénile	2,43	6,37	4,89	1,01	0,39
26	Jeune burgau	2,17	9,64	5,75	1,64	0,44
28	Jeune burgau	3,56	11,31	6,62	1,82	0,43
30	Jeune burgau	4,69	12,62	7,07	2,03	0,22

Les valeurs présentées (minimum, maximum, moyenne, écart-type) ont été obtenues par mesures aléatoires de 50 individus. Le taux de croissance instantané représente la croissance moyenne de la coquille entre deux mesures successives.

de 0,10 à 0,16 mm par semaine, et ensuite, de 0,22 à 0,25 mm par semaine.

Entre la dix-huitième et la vingtième semaines, ainsi qu'entre la vingt-huitième et la trentième, le taux de croissance instantané a diminué sous l'effet de l'épuisement des diatomées (*Navicula* spp.) dans le bassin. Il a repris après le transfert des juvéniles dans un autre bassin contenant des microalgues de culture en forte densité : il a alors atteint 0,39 à 0,44 mm par semaine.

La nourriture de culture abondante dans le bassin s'est toutefois rapidement épuisée (moins de huit semaines), et le taux de croissance instantanée a alors chuté. Cette rapidité d'épuisement montre que le taux de nourriture des juvéniles de burgaus était déjà trop élevé, et il était prévisible que le taux de consommation de nourriture des juvéniles dans le bassin dépasserait le taux de croissance des diatomées de culture. Une autre méthode d'élevage devait donc être envisagée.

Discussion et conclusion

Le burgau (*Turbo marmoratus*) est dioïque, c'est-à-dire que les sexes mâle et femelle sont séparés. Dans le milieu naturel, la proportion d'individus mâles et femelles est égale (Komatsu et al. 1995). La gonade (blanchâtre chez les mâles, vert foncé chez les femelles) est située à l'extrémité postérieure de la partie molle du corps de l'animal, près des glandes digestives. Dans les régions subtropicales de l'hémisphère Nord, la ponte naturelle des burgaus se produit au cours des mois chauds, de juin à septembre (Murakoshi et al. 1993; Yamaguchi 1993), tandis que, dans les eaux tropicales, la ponte peut avoir lieu plusieurs fois dans l'année.

Il n'a jamais été mené de recherche sur la biologie de la reproduction ou la ponte des burgaus dans les eaux tropicales. Le présent article décrit la première tentative d'induction de la ponte des burgaus effectuée en Indonésie.

Au cours de l'essai de ponte réalisé en octobre 1996, une seule femelle a pondu en tout 1 875 750 œufs. Les essais ultérieurs effectués sur la même femelle et quatre mâles ont débouché sur la ponte de 583 300 œufs en avril 1997 et de 1 575 000 œufs en juin 1997 (données inédites). Murakoshi et al. (1993), à Okinawa, ont signalé que des individus femelles de 16 à 20 cm de diamètre avaient produit de 850 000 à 6 000 000 œufs.

Le frai décrit dans le présent article s'est produit en phase de nouvelle lune, après le crépuscule. Les mâles ont pondu en premier, suivis de la femelle. Ce comportement est identique à celui des trocas, qui pondent de 21h00 à 24h00 (Pradina et al. 1996). Des travaux menés aux îles Yaeyama (24°-25° N) ont toutefois montré que la corrélation entre les cycles lunaires et la ponte des burgaus n'était pas prouvée (Komatsu et al. 1995).

À Okinawa, l'éclosion des œufs de burgaus a donné naissance à des larves trochophores, environ 22 heures après la fécondation dans l'eau à une température de 21 à 23 °C, alors que, dans l'eau chaude (25 °C environ), la période d'éclosion est ramenée à 12 heures seulement (Yamaguchi 1993). La période d'éclosion observée dans le cadre de la présente étude était de 14 heures, avec un taux d'éclosion de 66,7 pour cent à une température de 26 °C. Les taux d'éclosion des œufs de burgaus à Okinawa variaient d'une ponte à l'autre et atteignaient 14,6-100 pour cent (Murakoshi et al. 1993).

Les larves pédivéligères ont besoin d'un substrat approprié pour se fixer, c'est-à-dire un substrat solide couvert d'abondantes diatomées sessiles. Cet impératif est apparu au cours de l'étude, l'une des trois bassins en fibres de verre utilisées pour l'élevage larvaire n'étant pas suffisamment couvert de diatomées sessiles. Dans cette bassin, les larves pédivéligères ont continué de nager dans la colonne d'eau, tandis que, dans les deux autres bassins, elles s'étaient déjà fixées dès le troisième et le quatrième jour. Pour provoquer la fixation des larves, les pédivéligères ont été transférées dans un autre bassin contenant des diatomées sessiles plus abondantes. Trois heures après le transfert, la densité des larves pédivéligères nageuses a diminué, et trois heures plus tard, on n'observait plus aucune larve pédivéligère nageant dans la colonne d'eau. Ce phénomène est différent de celui que l'on a observé sur des trocas (*Trochus niloticus*) dont les larves pédivéligères consomment moins de diatomées sessiles dans la bassin d'élevage que les pédivéligères de burgaus (obs. pers.).

La croissance moyenne de la coquille de burgau observée lors de la présente étude était de $0,70 \pm 0,07$ mm, $1,21 \pm 0,16$ mm, $1,77 \pm 0,16$ mm, $2,54 \pm 0,42$ mm et $3,34 \pm 0,76$ mm pour des juvéniles âgés respectivement de 1, 2, 3, 4 et 5 mois. Ce taux de croissance était légèrement inférieur à celui que l'on a constaté aux premiers stades de croissance de juvéniles élevés dans des aquariums expérimentaux à Okinawa. Les juvéniles de burgaus d'Okinawa ont atteint des tailles moyennes de 0,5 mm, 2 mm et 4 mm au bout d'un mois, de trois mois et de 4,5 mois d'élevage, respectivement (Yamaguchi 1993). Dans une autre étude, on a élevé des juvéniles en masse dans un système à eau courante, et obtenu des individus mesurant de 1,3 à 4,1 mm au bout de 3 à 4 mois (Murakoshi et al. 1993). Ces résultats laissent à penser que la croissance des juvéniles de la présente étude était plus lente qu'en aquarium expérimental (petite échelle) à Okinawa, mais supérieure à celle que l'on a obtenu pour des juvéniles élevés en masse.

La différence des taux de croissance signalés dans les études précitées pourrait être proportionnelle à la nourriture dispensée. Dans l'expérience d'élevage à petite échelle, le dosage de la nourriture était plus facile à effectuer et à contrôler, tandis que, pour la culture à grande échelle, la manipulation et l'élevage des juvéniles étaient plus complexes.

Lorsque la coquille atteignait environ 7 mm de diamètre (au bout de 30 semaines), la rapidité de brouillage des juvéniles était très élevée et dépassait quasiment la capacité du laboratoire à fournir des diatomées sessiles. Au Japon, l'élevage en laboratoire était limité jusqu'à ce que les juvéniles, âgés de 3 à 4 mois, atteignent un diamètre de coquille de 1,3 à 4,1 mm. Ces juvéniles ont alors été transférés dans des bassins en béton, construits dans les zones intertidales, où ils ont continué à grossir. Le succès de cette technique d'élevage n'est pas connu, en l'absence de données relatives à la croissance et à la survie.

L'élevage dans des bassins en béton ou des cages édifiées dans les zones intertidales pourrait résoudre le problème de nourriture limitée en laboratoire, pour les gastropodes benthiques brouteurs d'herbes. Le grossissement d'autres gastropodes de la superfamille des trochidés (*Trochus niloticus* et *Turbo chrysostomus*) dans des cages érigées dans des zones intertidales s'est avéré réalisable (Dwiono et al. 1995, 1997 et 1998). Cette technique d'élevage en nourricerie marine a permis d'obtenir un taux de croissance plus élevé que l'élevage en laboratoire. La taille minimale (diamètre de coquille) utilisée dans la nourricerie marine était de 10 mm pour *T. niloticus*, tandis qu'elle était de 9,0 mm pour les gastropodes à croissance lente tels que *T. chrysostomus*. En supposant que les juvéniles de burgau (*T. marmoratus* L.) ont un comportement alimentaire similaire à celui de ces deux gastropodes, on peut espérer obtenir des résultats aussi encourageants pour le burgau élevé dans une nourricerie marine.

Bibliographie

- Abbott, R.T and S.P. Dance. 1986. Compendium of seashells. American Malacologist. Florida. 412 p.
- Arifin, Z. and D.E.D. Setyono. 1992. Potency of mollusc resources and their development prospect in Maluku. Proceeding of Workshop on Fisheries Resources in Maluku. Ambon 2-3 March (1992). Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai, Maros. 77-86 (in Indonesian).
- Dwiono, S.A.P., E. Danakusumah, Pradina and P.C. Makatipu. 1995. Hatchery of topshell (*Trochus niloticus* L.) in laboratory. National Seminar on Biology XI, University of Indonesia, Depok. 23-27 July 1995. 11 p. (in Indonesian).
- Dwiono, S.A.P., P.C. Makatipu and Pradina. 1997. A hatchery for the topshell (*T. niloticus*) in Eastern Indonesia. In: *Trochus: status, hatchery practice and nutrition*. ACIAR Proceeding no. 79. 33-37.
- Dwiono, S.A.P. and P.C. Makatipu. 1998. Experimental hatchery of *Turbo chrysostomus* L. (Mollusca: Gastropoda). Proceeding of the first LIPI – Hasanuddin University Joint Seminar on Marine Sciences, R&D Center for Oceanology, Ambon – Indonesia. 115-120 (in Indonesian).
- Eisenberg, J.M. 1981. A collector's guide to seashells of the world. New York: Crescent Books. 239 p.
- Komatsu, T., M. Murakoshi and R. Nakamura. 1995. A study on the reproduction of the green snail, *Turbo marmoratus*, in the Ryukyu Islands, southern Japan. *Suisanzoshoku* 43(3):297-304.
- Kubo, H. 1991. Topshell (*Trochus niloticus*), green snail (*Turbo marmoratus*) and turban snail (*Turbo argyrostomus*). In: Shokita et al. (eds). *Aquaculture in Tropical Areas*. Midori Shobo, Tokyo. Hal 276-287.
- Makatipu, P.C., S.A.P. Dwiono and Pradina. 1996. Growth pattern of *Navicula* spp. in various culture media. *Perairan Maluku dan Sekitarnya* 11:57-65 (in Indonesian).
- Murakoshi, M., T. Komatsu and R. Nakamura. 1993. Development of mass seed production techniques for green snail, *Turbo marmoratus* in Okinawan water. *Suisanzoshoku* 41(3):299-309.
- Pradina, S.A.P. Dwiono, P.C. Makatipu and E. Danakusumah. 1996. Spawning experiment in the topshell *Trochus niloticus* (Gastropoda) in laboratory. *Perairan Maluku dan Sekitarnya* 10:59-69 (in Indonesian).
- Usher, G.F. 1984. Coral reef invertebrates in Indonesia: their exploitation and conservation needs. IUCN/WWF Project Report no. 1688. 97 p.
- Wilson, B. 1993. Australian marine shells. Volume 1. Kallaroo, Western Australia: Odyssey Publishing. 408 p.
- Yamaguchi, M. 1993. Green snail. In: A. Wright and L. Hill. (eds). *Nearshore marine resources of the South Pacific*. Institute for Pacific Studies, Suva, 497-511.





Les préférences des juvéniles de trocas en matière d'habitat en Australie occidentale et leurs conséquences pour la mise en valeur et l'évaluation des stocks

Jamie R. Colquhoun

Introduction

La reconstitution des stocks de trocas (*Trochus niloticus*) a commencé dans les années 20 avec le transfert d'individus adultes dans le Pacifique Sud (Crowe et al. 1997). La mise au point de techniques simplifiées d'élevage de trocas en écloserie a facilité la production de juvéniles (Heslinga et al. 1983 ; Lee 1997) dont le lâcher constitue désormais une formule viable pour la mise en valeur des stocks. Il demeure que les stratégies de lâcher de juvéniles de culture en sont à leurs balbutiements et qu'il faut réunir des informations supplémentaires, comme par exemple les habitats récifaux se prêtant le mieux au réensemencement.

Les programmes de réensemencement se heurtent à divers problèmes, notamment la prédation, la robustesse des juvéniles et la présence d'habitats convenable (Yamaguchi 1990 ; Nash 1993 ; Castell 1997). À Orpheus, une île de la grande barrière de corail, Castell (1997) a montré que les juvéniles de trocas étaient particulièrement abondants sur les platiers récifaux tandis que les adultes habitaient plus volontiers la crête et les pentes récifales. L'écologie du troca se caractérise toutefois par des différences régionales inhérentes (Amos 1991; Nash 1993) et les récifs d'autres régions peuvent comporter d'autres habitats et structures d'ensemble. Le manque de connaissances sur les habitats d'élection des juvéniles de trocas dans les régions à l'étude fait obstacle à la réussite des programmes de reconstitution des stocks.

À l'embouchure de King Sound, sur la côte nord de l'Australie occidentale, la récolte du troca est devenue une petite activité commerciale. Les communautés aborigènes de la région veulent reconstituer les stocks récifaux en voie d'épuisement avec des juvéniles élevés en écloserie. On dispose d'informations sur la distribution, l'abondance et les habitats d'élection des juvéniles d'autres régions, mais leur écologie est largement méconnue sur les récifs d'Australie occidentale. Il convient donc de déterminer les habitats où ils sont naturellement abondants et qui se prêtent donc au réensemencement. Le potentiel de réensemencement augmentera si l'on dispose d'informations sur l'abondance, la répartition par taille et les habitats d'élection sur les différents récifs

et d'un récif à l'autre. Ces connaissances favoriseront en outre l'élaboration de méthodes efficaces et précises d'évaluation et de suivi des stocks. Cette étude avait pour objet de préciser les habitats d'élection des juvéniles vivant à l'état naturel sur les récifs coralliens de King Sound et de mettre en évidence d'éventuelles différences avec les préférences des adultes.

Zone étudiée

On a procédé à plusieurs recensements de mai à juin 2000 sur la zone intertidale de quatre récifs frangeants situés à l'embouchure de King Sound, en Australie occidentale (16°25'S, 123°07'E) (fig1). On y trouve une forte prédominance des constructions algales, essentiellement constituées de corallines encroûtantes (Brooke 1995).

Deux types de récifs prédominent : les terrasses intertidales orientées au large, et les fronts récifaux à pentes douces. Les terrasses intertidales présentent une marge côtière étagée, responsable d'un effet d'endiguement interne.

Les quatre récifs sélectionnés pour cette étude s'intègrent dans un ensemble plus vaste qui fait l'objet de recherches sur la mise en valeur des stocks dans la région. Ils sont de tailles différentes et sont représentatifs des récifs de la région ; on y trouve des populations naturelles de trocas, aux stades juvénile et adulte. On a réparti les zones intertidales en quatre habitats : une plate-forme de débris de coraux morts (le platier), les patates ou pinacles coralliens (les patates), le sable/les herbiers (sable) et les blocs/roche. Un habitat infratidal de corail vivant situé sur la marge externe des récifs n'a pas été étudié du fait de la profondeur trop importante.

Caractéristiques des habitats récifaux

L'habitat formé par la plate-forme récifale se situe sur la marge externe des récifs et fait partie intégrante de la pente et du platier récifal. La couverture de surface y est principalement composée de communautés algales diverses, parsemées ici et là de masses de coraux durs de faible hauteur, de coraux mous, d'éponges, d'ascidiens et de zoanthides.

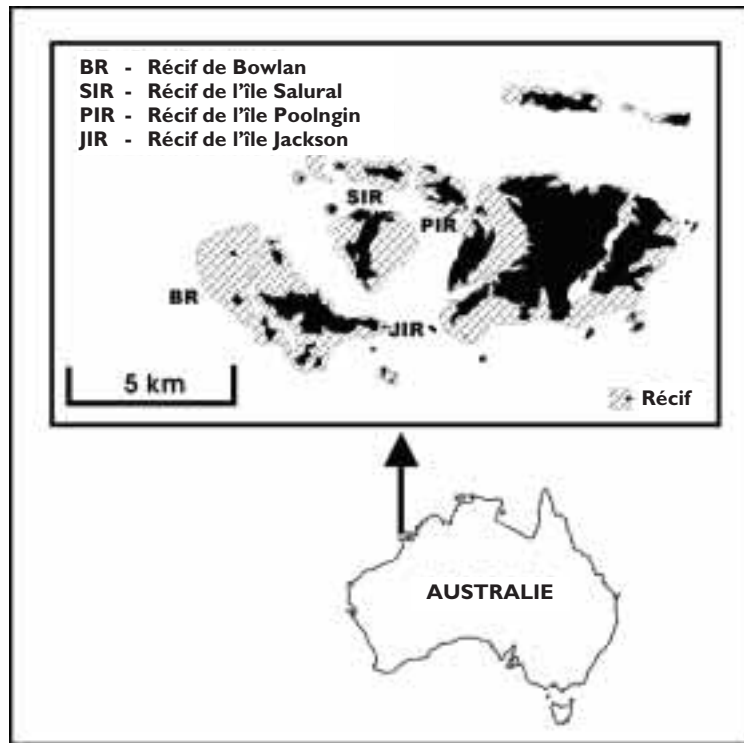


Figure 1. Zone étudiée et emplacement des récifs à l'embouchure de King Sound, Australie occidentale.

L'habitat constitué par les patates de corail occupe la majeure partie de ces récifs ; il se situe à l'arrière ou sur les flancs du platier de corail mort et s'étend vers la côte jusqu'aux plaques de sable et aux herbiers. C'est un lacs de mares, de sable, de roche et de débris coralliens recouvrant un socle de limonite ou de quartz. À marée basse, il n'y a généralement guère plus d'un mètre de fond et *Sargassum* spp. et *Turbinaria* sp. dominent le paysage.

Les plaques de sable et les herbiers composent l'autre habitat principalement situé sur la partie interne des récifs, sans pour autant en être isolé. Le sable prédomine, avec ici et là des patates de roche ou de débris de corail. Le biotope est en majorité composé d'herbes marines (comme *Thalassia hemprichii*, *Enhalus acoroides* et *Halophila ovalis*).

L'habitat de roche et de blocs de corail est constitué de rochers siliceux de quartz-gneiss et de granit. Il prévaut sur les flancs des récifs frangeants et s'étend de l'habitat infratidal de corail vivant jusqu'à la zone infralittorale de sable et d'herbiers.

Matériel et méthodes

Pour déterminer la densité de trocas au sein de chaque habitat, on a effectué un recensement sur des radiales de 50 x 2 m, positionnées dans chaque habitat de façon aléatoire et perpendiculaire à la côte. Sur les récifs de grande taille, on a préalablement identi-

fié les zones représentatives des différents habitats. Aux fins du recensement, six radiales ont été définies dans chaque habitat et sur chacun des récifs, sauf pour l'habitat de sable du récif de l'île Jackson dont la superficie ne justifiait que deux radiales. La procédure consistait à couvrir lentement les 50 m de la radiale, en marchant au centre de la bande avec un T de 2 m de large débordant d'un mètre de part et d'autre. On a ainsi procédé au comptage de tous les trocas repérés sur chacune des radiales. On a par ailleurs mesuré le diamètre de la coquille à la base et répertorié les individus dans des catégories de taille de 10 mm. Le travail de recensement se limitait à environ deux heures avant et après la marée basse, selon la hauteur du récif et l'amplitude des marées.

Les graphiques de la répartition par taille ont ensuite été établis et on a reporté la densité au nombre d'individus à l'hectare. La précision moyenne (E.T./moyenne) de l'abondance a été calculée pour chacun des habitats étudiés. Pour faciliter les travaux futurs, on a en outre calculé l'effort moyen d'échantillonnage (n) nécessaire pour chaque habitat et pour trois niveaux de précision : 0,1; 0,2; 0,3. Pour les analyses concernant les juvéniles, on a utilisé les données concernant les individus de <50 mm. À >50 mm, les animaux étaient considérés adultes car l'entrée en maturité sexuelle se situe à ~50 mm (Gimin et Lee 1997). On a appliqué le test de Cochran pour déterminer l'homogénéité des variances entre récifs et habitats. Un test ANOVA à deux facteurs a

été utilisé pour l’analyse de la densité des juvéniles de trocas sur les différents récifs et habitats. La superficie totale des différents habitats de chacun des récifs a été estimée à partir de photographies aériennes tandis que les distances ont été évaluées lors du recensement sur le terrain.

Résultats

Le recensement a permis de montrer que ni les juvéniles, ni les adultes n’ont de préférence exclusive en matière d’habitat. On les rencontre fréquemment dans trois des quatre habitats infralittoraux de ces récifs (fig. 2), à savoir la plate-forme récifale, les patates de corail et la roche. Dans ce dernier habitat, on trouve des juvéniles de grande taille (40–50 mm)

(Fig.2). Ces travaux ont aussi confirmé que les juvéniles de trocas ne semblent guère apprécier les habitats sableux. En effet, on n’a trouvé que deux juvéniles dans cet habitat sur l’un des récifs. On n’a repéré aucun juvénile de <30 mm ni aucun adulte de >100 mm au cours de ce recensement. Les trocas étaient répartis de façon globalement similaire entre les habitats des différents récifs et aucune classe de taille n’y était prédominante (fig. 2).

Les juvéniles et les adultes sont nombreux sur la plate-forme, dans les patates et les rochers, mais leur répartition au sein de ces habitats est extrêmement inégale. C’est ce que montrent les estimations de la précision (E.T./moyenne) de l’abondance moyenne dans chaque habitat, dont les valeurs se situent entre 0,39 et

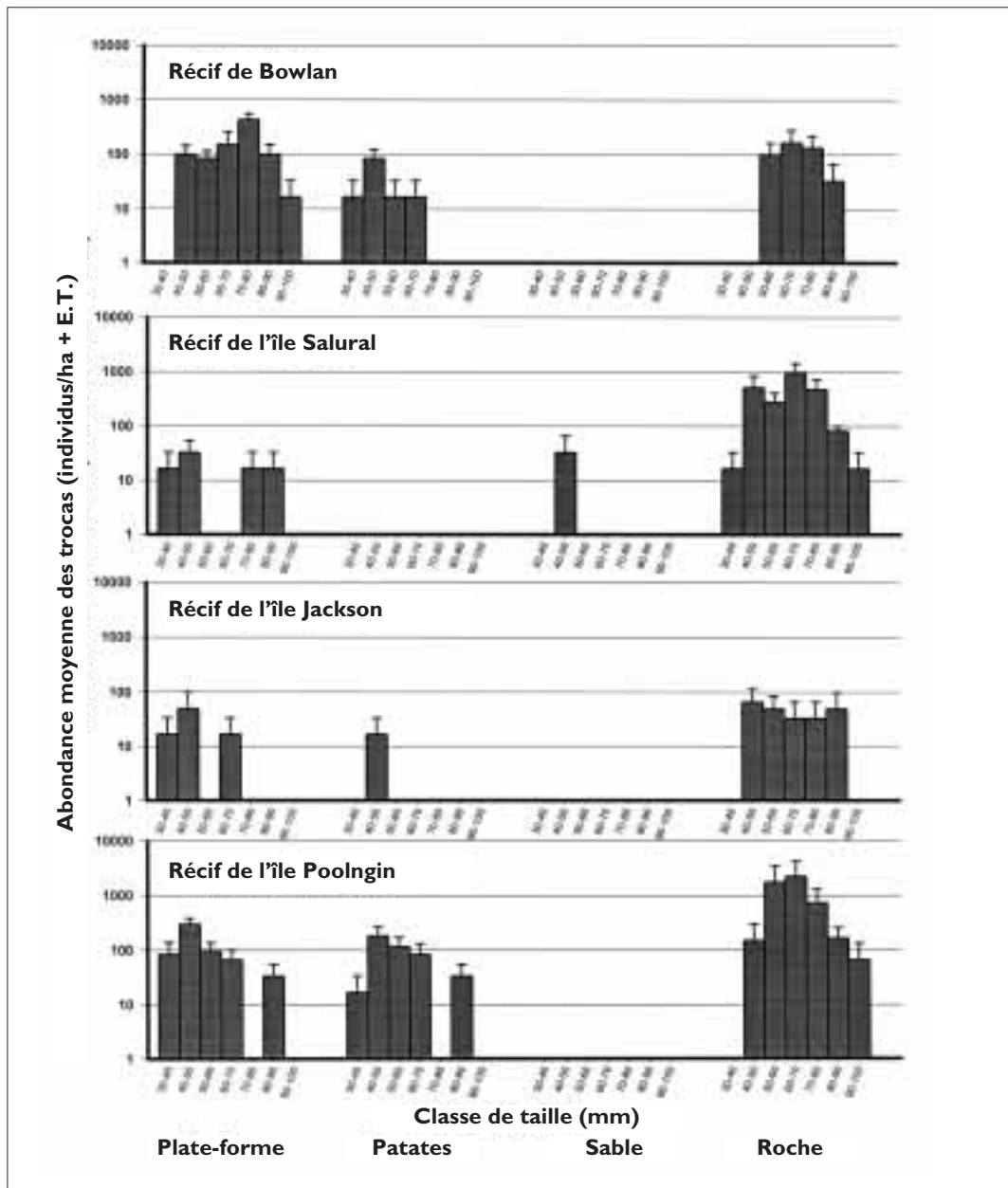


Figure 2 : Distribution de *T. niloticus* par classe de taille dans les habitats des quatre récifs étudiés. L’ordonnée est à l’échelle logarithmique et les données d’abondance sont reportées de 100 m² à l’hectare.

0,42. Il faudrait un effort d’échantillonnage considérable pour obtenir un niveau de précision plus acceptable (tableau 1). Un agent pose et recense environ six radiales (50 m x 2 m) à l’heure.

Aucun juvénile n’a été trouvé dans plus de la moitié des radiales posées sur les trois habitats constitués par la plate-forme récifale, les patates et la roche. On n’en a pas repéré non plus dans l’habitat rocheux du récif de Bowlan et dans les patates du récif de Salural (fig. 3).

Bien qu’il y ait un grand nombre de juvéniles dans les rochers, cet habitat n’occupe qu’une faible partie de la surface totale de chacun des quatre récifs. (tableau 2). Les plates-formes sont le seul habitat dans lequel des juvéniles ont été trouvés quel que soit le récif. L’habitat “patates de corail” représentait généralement la majorité des surfaces récifales (tableau 2).

Il ressort clairement des recensements que les trocas sont présents dans l’habitat de roche lorsque celui-ci est bordé par une plate-forme récifale ou par des patates, mais pas lorsqu’il jouxte l’habitat sableux. Il y a en outre dans l’habitat de roche une zone infratidale étroite mais distincte qui abrite des trocas. Du fait de l’ombre et de la multitude de crevasses et d’anfractuosités, ils y sont considérablement mieux protégés du dessèchement que sur les patates ou le platier.

Le test de Cochran a mis en évidence une hétérogénéité importante de l’abondance moyenne des juvé-

Tableau 1. Nombre moyen (50 m x 2 m) de radiales (n) (± E.T.) nécessaires pour obtenir une précision de 0,1, 0,2 et 0,3 pour chaque habitat.

Précision	Habitat		
	Plate-forme	Roche	Patates
0,1	30 (± 7)	29 (± 3)	31 (± 15)
0,2	15 (± 4)	15 (± 2)	15 (± 7)
0,3	10 (± 2)	10 (± 1)	10 (± 5)

Tableau 2. Estimation de la superficie totale du récif infralittoral et surface occupée par chaque habitat, exprimée en pourcentage de la superficie totale de chaque récif.

Récif	Surface totale de la zone infralittorale (ha)	Plate-forme récifale (%)	Patates (%)	Sable (%)	Roche (%)
Bowlan	238	31	48	18	3
Salural	66	21	62	9	8
Jackson	9	16	67	12	5
Poolngin	13	49	39	9	3
Superficie moyenne (ha)		29,3	54,0	12,0	4,8

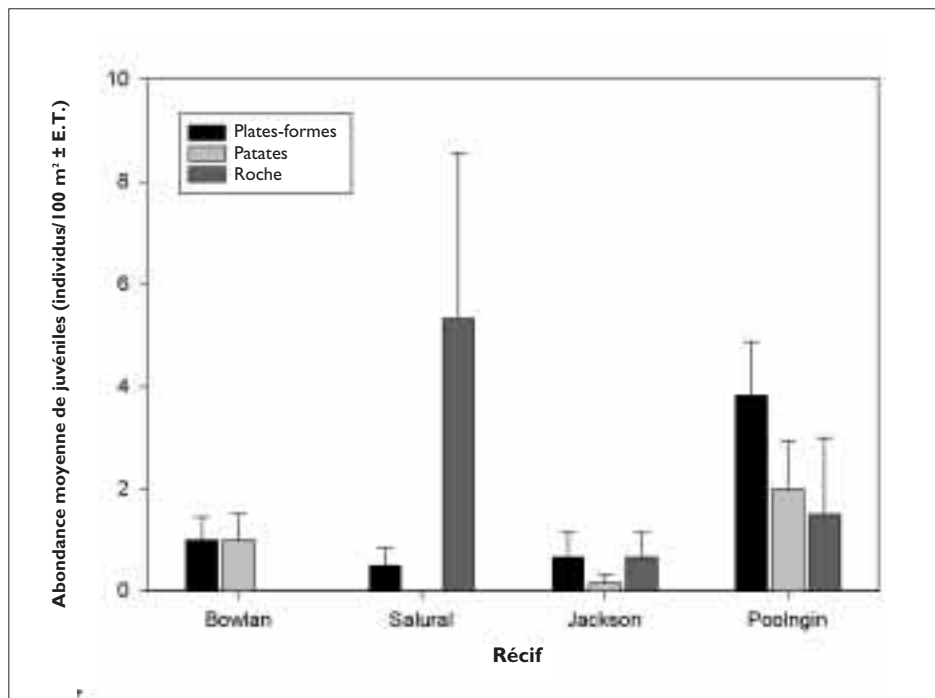


Figure 3. Abondance moyenne des juvéniles de trocas (30–50 mm de largeur) sur la plate-forme récifale, les patates et les rochers pour les quatre récifs à l’étude.

niles, même après \sqrt{x} transformations (Cochran C : $P = 0,19$). La figure 3 montre en outre clairement que l'abondance des juvéniles varie de façon significative d'un habitat et d'un récif à l'autre. C'est pourquoi un test ANOVA à deux facteurs a été appliqué, à des fins strictement exploratoires, afin de déterminer le pourcentage de variance de chacun des termes du modèle. La majeure partie de la variation d'ensemble (63%) est imputable à la variabilité de l'abondance des juvéniles d'une radiale à l'autre. Les interactions entre récif et habitat représentent 25% de la variabilité de l'abondance. La variabilité des niveaux, à l'intérieur des principaux effets — récifs et habitats — n'explique qu'un pourcentage relativement faible de la variabilité d'ensemble des données (9% et 3% respectivement). Ces résultats montrent que les juvéniles de trocas sont très irrégulièrement répartis sur ces récifs, à des degrés divers au sein (essentiellement) des habitats, d'un habitat à l'autre et d'un récif à l'autre (fig. 3)

Discussion

Ces conclusions confirment que les différences régionales sont inhérentes à l'écologie du troca. Du fait de son cadre limité, cette étude ne permet pas de mettre en évidence, avec une bonne résolution, des schémas spatiaux de l'abondance des juvéniles. On a néanmoins constaté que des juvéniles de grande taille (30–50 mm) habitent trois macro-habitats des récifs étudiés à King Sound.

Les variations de densité et de distribution des juvéniles et des adultes sont particulièrement élevées au sein des habitats d'un même récif, ce qui atteste une répartition irrégulière ou en bouquets. On pense que les densités des populations de trocas sont fonction de l'orientation des récifs, du degré d'exposition aux courants ou aux brisants, de la nature du substrat, de la disponibilité d'aliments et de la profondeur (Heslinga et al. 1983).

Les fortes densités enregistrées dans l'habitat de roche montrent qu'il constitue l'un de leurs habitats préférés. Sims (1985) a constaté sur les récifs des Îles Cook de très nettes distributions en bouquets dans les zones soumises à une forte agitation hydrodynamique où les trocas se regroupent sur les parois rocheuses dénudées des chenaux de refoulement profonds. Lors de recensements effectués à Dead Henoat (Indonésie), on a pu voir que les juvéniles de trocas étaient particulièrement abondants sous la roche et les blocs de corail de tout le littoral (Dangeubun et Latuihamalo 1998). Les études menées jusqu'ici sur les trocas d'Australie occidentale n'ont pas tenu compte de cet habitat d'élection.

On a noté dans plusieurs régions que les juvéniles de trocas apprécient les habitats de roche, ce qui s'explique par la stabilité du substrat, l'abondance de nourriture et une moindre accumulation de vase (Sims 1985 ; Hahn 1989 ; McGowan 1990 ; Nash 1993). La portion infralittorale de l'habitat de roche — qui jouxte la plate-forme ou les patates de corail — semble offrir un habitat convenable aux adultes et

aux juvéniles de grande taille et présenter en outre plusieurs des caractéristiques physiques et biologiques du platier ainsi que des patates. Les roches sont généralement lisses et recouvertes d'algues gazonnantes et d'algues filamenteuses rases.

Les fortes densités de juvéniles et d'adultes recensés dans l'habitat de roche permettent de penser que cet habitat pourrait convenir au transfert de juvéniles et d'adultes de grande taille. Les parois des blocs de corail offrent en effet une bonne protection contre le dessèchement, les courants et les prédateurs ; la nourriture y est abondante, ce qui augmente le taux de survie des trocas. Toutefois, on n'y trouve ni la matrice récifale, ni les petits abris qu'offre le platier, ce qui n'en fait sans doute pas un refuge adapté pour les juvéniles de petite taille élevés en éclosion. Les habitats qui se prêtent le mieux au transfert des "naissains" d'éclosion sont sans doute ceux où l'on dénombre d'importantes populations naturelles de juvéniles de trocas.

Les portions topographiquement complexes — à l'échelle de dixièmes de centimètres — de la plate-forme et des patates, caractérisées par de nombreux trous et crevasses, constituent probablement l'habitat le mieux adapté au réensemencement des juvéniles de petite taille. On pense que c'est dans ces cavités que vivent les juvéniles de <30 mm de largeur (Nash 1993). Lors des recensements, il est rare de localiser des juvéniles de <30 mm de diamètre et on ne sait pas grand chose de leur écologie (Heslinga et al. 1984 ; Arifin et Purwate 1993 ; Nash 1993 ; Castell 1997 ; Purcell et Colquhoun, observations personnelles). Pour Castell (1997), de faibles variations d'habitat peuvent avoir une incidence considérable sur la survie des juvéniles et il convient donc d'en tenir compte dans les expériences de réensemencement.

Les individus adultes de >100 mm sont rares sur les récifs de King Sound (Magro 1997). Cela peut être dû à la longévité de l'espèce dans cette région ou à la pression exercée par la pêche. Tant que l'on n'aura pas réalisé d'études à plus grande échelle spatiale, par exemple sur des récifs ne subissant guère, voire aucune pression due à la pêche, la taille maximale des trocas restera inconnue.

Il convient d'adopter une démarche différente de celle des autres études pour estimer la taille des populations, le potentiel de réensemencement ou les sites de transfert dans la région. Du fait des variations de taille et d'emplacements des différents habitats du troca sur les récifs, il faudra impérativement définir et recenser tous les habitats potentiels et préciser leur superficie totale sur chaque récif. Dans les études précédemment effectuées, on divisait le récif en zones (Magro et Black 1995 ; Castell 1997 ; Magro 1997), chacune d'elles représentant une portion du récif définie en fonction de sa distance par rapport à la côte ou à la bordure externe du récif. Rares sont les études où le récif est divisé en habitats définis en fonction de caractéristiques physiques et biologiques, quelle que soit la distance qui les sépare de la côte ou de la bordure externe du récif.

Quand la distribution se présente en grappes, il est très difficile de distinguer les schémas de distribution et d'abondance sans un effort marqué d'échantillonnage spatio-temporel. Avec un suivi plus intensif des trois habitats d'élection, sur un plus grand nombre de récifs, on pourrait minimiser les variations et accroître la précision des données de taille des populations.

Avec un effort d'échantillonnage adéquat, on sera en mesure de couvrir une proportion plus importante de la population et on obtiendra des seuils de confiance acceptables, permettant de déceler tout affaissement de l'abondance imputable à la surpêche ou d'évaluer la réussite des expériences de réensemencement ou de transfert (Nash 1993). Une moyenne de quinze radiales par habitat permettrait d'améliorer notablement la précision qui s'établirait au niveau souhaitable de 0,2. À elles toutes, ces informations contribueront à l'élaboration du protocole applicable aux futurs recensements des populations de trocas d'Australie occidentale.

Remerciements

Cette étude a pu être réalisée grâce à un financement de l'ACIAR et du service des pêches d'Australie occidentale. Je souhaite ici remercier de son soutien Dr Chan L. Lee, coordonnateur du projet ACIAR de recherche sur le réensemencement des récifs en trocas. Je voudrais en outre remercier tout spécialement Dr Steve Purcell, du service des pêches d'Australie occidentale, pour l'appui sans faille qu'il m'a accordé tout au long du projet, ainsi que pour ses observations et les révisions apportées au manuscrit. Merci à John Mckinlay, du même service, et au Dr Keith McGuinness, de NTU, de l'aide qu'ils m'ont fournie pour les problèmes statistiques et merci à Peter Moore, Kojie Ah-Choo et Joe Cornish pour leur assistance sur le terrain. Enfin, merci à toute la communauté Bardi de m'avoir apporté son soutien et son savoir.

Bibliographie

- Amos, M. 1991. Experiences in trochus resource assessment and field survey: Workshop on trochus resource assessment, development and management (Port Vila, Vanuatu, 13 May – 02 June 1991). ICFMaP Technical Document 13, SPC, Noumea. pp. 9.
- Arifin, Z. and P. Purwati. 1993. Conservation and sustainable use of lola gastropod (*Trochus niloticus*) in Banda Islands, Indonesia. Report to MAB-UNESCO and EMDI-Canada. pp. 54.
- Brooke, B. 1995. Geomorphology. In: F.E. Wells, J.R. Hanley and D.I. Walker (eds), Marine biological survey of the southern Kimberley, Western Australia. Western Australian Museum, Perth. 21-57.
- Castell, L. 1997. Population studies of juvenile *Trochus niloticus* on a reef flat on the northeastern Queensland coast, Australia. Marine Freshwater Research 48:211-217.
- Crowe, T., M. Amos and C. Lee. 1997. The potential of reseedling with juveniles as a tool for the management of trochus fisheries. In: C.L. Lee and P.W. Lynch (eds), Trochus: status, hatchery practice and nutrition. ACIAR Proceedings No. 79. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. 170-177.
- Dangeubun, J. and M. Latuihamalo. 1998. Density, abundance, and distribution of juvenile molluscs with emphasis on Trochus, Kei Besar Island, Indonesia. Phuket Marine Biological Center Special Publication 18(1):59-62.
- Gimin, R. and C. Lee. 1997. The Reproductive Cycle of *Trochus niloticus* in King Sound, Western Australia. In: C.L. Lee and P.W. Lynch (eds), Trochus: status, hatchery practice and nutrition. ACIAR Proceedings No. 79. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. 52-59.
- Hahn, K. 1989. Culture of the tropical top shell, *Trochus niloticus*. In: CRC Handbook of culture of abalone and other marine gastropods. Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc. 301-315.
- Heslinga, G., Orak, O. and M. Ngiramengior. 1983. Trochus reseedling for commercial exploitation - Republic of Palau. Annual Report Submitted to the Pacific Tuna Development Foundation. Division of Marine Resources, Koror, Republic of Palau. 105 p.
- Heslinga, G., Orak, O. & M. Ngiramengior. 1984. Coral Reef Sanctuaries for Trochus Shells. Marine Fisheries Review 46(4): 73-80.
- Lee, C. 1997. Recherche sur le réensemencement des récifs en trocas par ACIAR. Méthode simplifiée d'induction de la ponte chez le troca. Le troca, bulletin d'information de la CPS n°5:37-39
- Magro, K. 1997. Estimating the total habitat and biomass of trochus in King Sound, northwestern Australia. In: C.L. Lee and P.W. Lynch (eds), Trochus: status, hatchery practice and nutrition. ACIAR Proceedings No. 79. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia. 22-24.
- Magro, K. and R. Black. 1995. A preliminary assessment of the standing stock and biomass of trochus in King Sound, northwestern Australia. Final report to the Fisheries Research and Development Corporation. Canberra. p. 29.
- McGowan, J. 1990. Trochus and you. Marine Resources Division, Department of Resources and Development, Saipan, Mariana Islands. p. 20

Nash, W. 1993. Trochus. In: A. Wright and L. Hill (eds), *Nearshore Marine Resources of the South Pacific*. ICOD, Canada. 451–495.

Sims, N. 1985. The abundance, distribution and exploitation of *Trochus niloticus* L. in the Cook Islands. *Proceedings of the Fifth International Coral Reef Congress*, Tahiti 5: 539–544.

Yamaguchi, M. 1988. Transplantation and marine ranching/farming of inshore resources on coral reefs. *South Pacific Commission Fisheries Newsletter* 46:37–42.



Transplantation de burgaus (*Turbo marmoratus*) et de trocas (*Trochus niloticus*) à Tongatapu (Tonga) : bilan des recensements récents

'Ulunga Fa'anunu¹, Siosaia Niumeitolu¹, Mosese Mateaki¹ et Kenichi Kikutani²

Introduction

Le précédent projet de recherche et de développement en matière d'aquaculture mené par l'Office japonais de coopération internationale (JICA) et le ministère des Pêches des Tonga (projet quinquennal suivi de deux ans de bilan) était axé sur l'élaboration de techniques de production en éclosérie de reproducteurs de troca et de burgau. L'objectif était de relâcher les juvéniles afin d'accélérer la fixation et l'amélioration de ces deux espèces dans le milieu naturel.

Le JICA a détaché un expert en mission de courte durée pour participer à l'étude de la reconstitution et de la régénération des stocks reproducteurs. L'expert a déterminé la taille optimale des coquillages du point de vue de la reconstitution des stocks et de leur lâcher, et il a étudié la prédation et les moyens de la limiter. Il a en outre mis au point une technique de récupération des coquillages et une méthode de surveillance. Il a également été fait appel à son expertise et à son assistance pour la rénovation du système d'adduction d'eau de mer, entreprise en août 1999 dans le cadre d'une subvention allouée par le Japon.

Devant l'ampleur de la tâche qui incombait à l'expert, le JICA a dépêché un autre expert en courte mission pour aider le premier à dresser l'inventaire des ressources, gérer les coquillages et l'éclosérie pendant la construction du système d'adduction d'eau de mer et pour apporter son concours au Programme de formation en faveur des pays tiers (TCTP).

Situation actuelle du Centre de mariculture de Sopu, à Tongatapu

En 1982, le cyclone Isaac avait endommagé la plupart des installations du Centre de mariculture de Sopu (SMC); elles ont été reconstruites dans le cadre du projet du JICA, étalé sur sept ans. Le mauvais état du système d'adduction d'eau de mer restait le principal handicap de l'éclosérie. Fin 1999, une nouvelle station de pompage et un nouveau hangar ont été construits (figures 1 et 2). Le projet s'est achevé en mars 2000.

Les installations du SMC comprennent désormais 50 bassins d'élevage situés dans l'éclosérie, trois pompes d'adduction d'eau de mer, quatre pompes à air à soufflante, un générateur, un tableau de commandes et d'autres équipements de captage implantés dans la nouvelle station de pompage. Un réservoir a été installé au sommet de la station de pompage (figure 1). Hormis cette station, il y a deux unités de filtrage de l'eau de mer et un réservoir de combustible pour le générateur. Une crépine a été placée au bord du récif pour filtrer l'eau de mer.

Après l'installation du système d'adduction d'eau de mer, le taux de croissance des burgaus (*Turbo marmoratus* L.) a augmenté plus vite qu'auparavant, ce qui s'explique naturellement par l'alimentation régulière en eau de mer de bonne qualité (figure 3).

On a dénombré environ 12 550 burgaus élevés dans l'éclosérie — 270 géniteurs, 780 individus issus des pontes de 1996 et 1997, 2900 de celle de 1998 et 8600

1. Ministère des Pêches, Tonga

2. Office japonais de coopération internationale (JICA)

de celle de 1999. La première phase d'élevage intermédiaire, pour les juvéniles issus de la première ponte du nouveau millénaire, commencera en juillet. Jusqu'à présent, 900 juvéniles ont été recueillis dans le bassin de fixation.

Recensement des burgaus (*Turbo marmoratus*) et des trocas (*Trochus niloticus*) introduits

Recensement des burgaus introduits sur l'île d'Euaiki

Les recensements de burgaus relâchés ont été réalisés en mai 1999 et en avril 2000, sur l'île d'Euaiki (figure 4).

En mai 1999, on recapturé onze burgaus, tous lâchés en mai et en juin 1998 (Numeitolu et al., 1999). La plupart des coquillages récupérés se trouvaient dans des trous, des cavités ou sous des saillies. Quelques individus seulement ont été trouvés sur les bosses coralliennes.

En avril 2000, nous avons récupéré 35 burgaus sur le site de l'étude de mai 1999. Là encore, la plupart des coquillages se trouvaient dans des trous, des cavités ou sous les saillies, et quelques individus seulement sur les bosses coralliennes. Sur ces 35 coquillages, deux avaient été relâchés en août 1994, 25 en mai et juin 1998, 5 en mai 1999 et 3 en février 2000.

Ce recensement nous laisse à penser que le premier groupe introduit (en août 1994) a survécu et contribue au recrutement naturel. Les groupes relâchés en 1998 et 1999 ont atteint la taille de maturité. Étant donné qu'il en a été recueilli beaucoup sur une surface très restreinte, on peut penser que ces burgaus ont déjà formé un groupe reproducteur.

Dans le présent compte rendu, nous nous limiterons aux burgaus relâchés en 1998 parce qu'il faudrait disposer de davantage de données pour étudier les burgaus relâchés en 1994, 1999 et 2000.



Figure 1. Nouvelle station de pompage d'eau de mer au SMC



Figure 2. Les nouveaux bassins en fibres de verre et le hangar du SMC



Figure 3. Ulunga Fa'anunu est fier de présenter des burgaus nés et élevés au SMC. Le nouveau système de captage d'eau de mer a permis d'améliorer les taux de croissance.

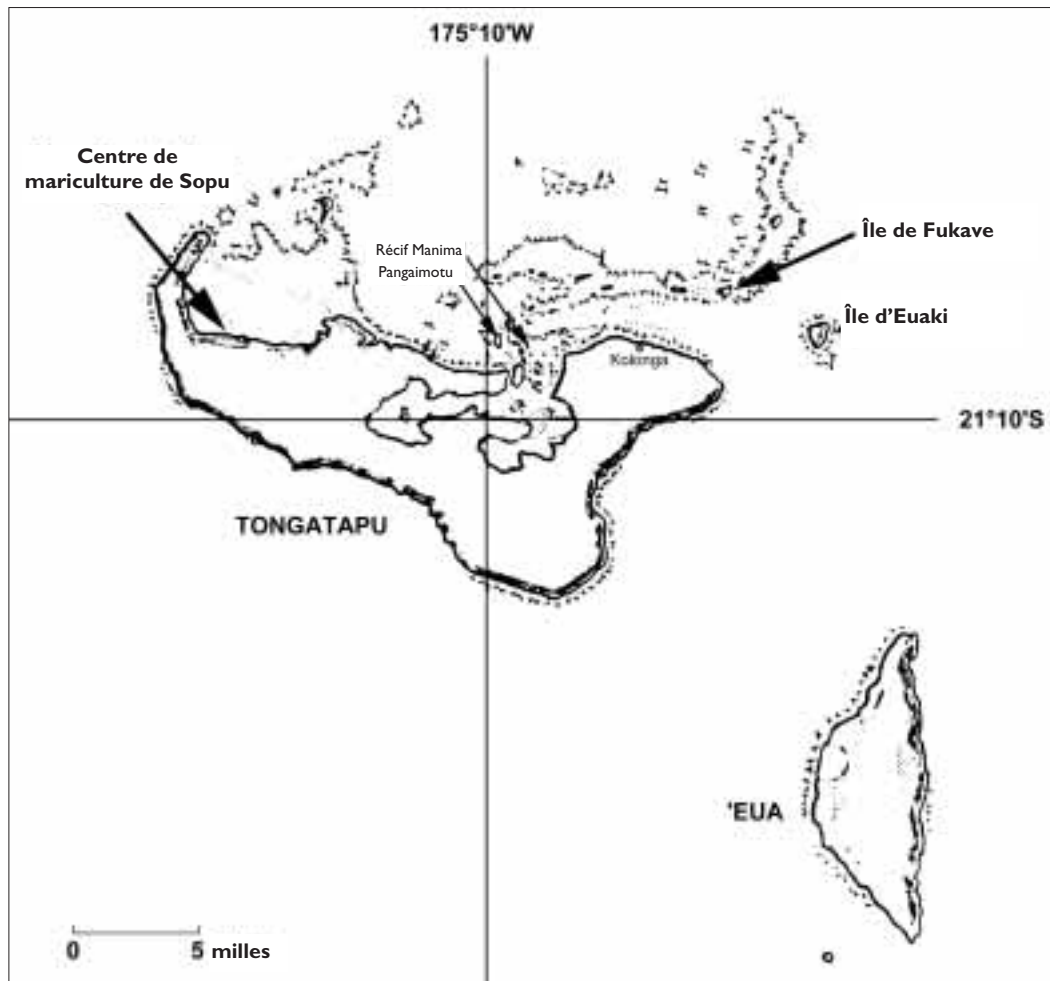


Figure 4. Sites de lâchers de burgaus et de trocas, à Tongatapu

Le tableau 1 indique la hauteur de coquille acquise pour chaque tranche d'âge. L'écart était respectivement de 54,2 mm et de 89,6 mm, un et deux ans après le lâcher. La hauteur moyenne de la coquille, pour chaque année était de 111,2 mm et 146,6 mm (tableau 1). Ces résultats montrent que le taux de croissance des naissains de burgaus, après le lâcher dans la nature, était considérablement plus élevé que celui des coquillages en captivité. Les juvéniles de burgaus présentaient une hauteur de coquille moyenne de 57 mm au moment du lâcher. Au bout de deux ans dans la nature, leur coquille atteignait en moyenne 146,6 mm, taille témoignant de leur maturité et autorisant leur commercialisation.

Cette année, quatorze coquilles sont venues s'ajouter au nombre de coquilles récupérées l'an dernier. Nous supposons que l'une des raisons de cette augmentation tient au fait que la croissance de la coquille a rendu les coquillages plus visibles et plus faciles à trouver sur le terrain. Par rapport à l'année précédente, la hauteur de la coquille avait augmenté de 40 mm.

On a trouvé deux burgaus du groupe relâché en 1994. Il est toutefois difficile d'estimer le nombre global de survies dans ce groupe, qui a probablement essaimé tout autour de l'île d'Euaiki.

Recensement des trocas relâchés sur l'île de Fukave

Des dénombrements des trocas récupérés, introduits sur l'île de Fukave, ont été réalisés depuis 1994 (Numeitolu et al., 1999). Le tableau 2 indique le nombre de trocas récupérés et le pourcentage de récupération. Sur les 400 trocas relâchés en 1994, nous avons récupéré 125 individus au cours de notre recensement de juin 2000. Le pourcentage de récupération était de 31,1 pour cent, contre 28,2 pour cent l'année précédente. Cette augmentation peut s'expliquer par le fait que l'équipe a observé sept habitats cette année, contre six seulement l'année précédente. D'après les résultats du recensement de cette année, nous pouvons dire que les trocas introduits en premier, à partir de 1994, constituent encore un groupe important de géniteurs.

Étude du recrutement des trocas

En raison de circonstances imprévues, survenues au cours des années précédentes, nous n'avons pas été en mesure d'effectuer suffisamment de recensements. En février 2000, nous en avons fait un sur le récif qui entoure l'île de Pangaimotu (figure 4). Nous avons récupéré cinq trocas en une heure. Les diamètres des trocas recapturés étaient de 100,5 mm,

96,9 mm, 71,6 mm, 73,7 mm et 63,7 mm.

En juin 2000, nous avons trouvé deux juvéniles de trocas, à 0,5 m de profondeur, sur les platiers du récif de Manima. Leur diamètre de coquille était de 50 mm.

Un pêcheur a trouvé un troca sur le récif voisin du village de Kolonga. Ce spécimen lui semblant nouveau, il l'a emporté chez lui et en a informé le ministère. Nous l'avons ensuite interrogé, en lui expliquant l'importance qu'aura cette espèce pour les Tongiens, dans un proche avenir. Nous avons conservé la coquille, dont le diamètre était de 124,8 mm.

Les tailles des trocas recapturés indiquent que le recrutement s'est probablement opéré chaque année depuis 1994 et que de nouvelles générations de trocas sont en train de se propager.

État du recrutement des burgaus

Faute de temps, nous n'avons pas pu procéder à une étude du recrutement des burgaus. Nous avons néanmoins obtenu des renseignements importants dans l'un des journaux locaux, *The Taimi Tonga*. Une nuit, un plongeur a trouvé un grand burgau sur le tombant antérieur externe du récif d'Eua (figure 4). D'après la photo figurant sur le journal, le burgau présentait une hauteur de coquille de plus de 16 cm et était âgé de trois à quatre ans. L'île d'Eua est située à près de 20 km au sud-sud-est de l'île d'Euaiki où les burgaus ont été introduits.

Production de naissains de burgaus

Nous avons produit des naissains de burgaus à partir de la ponte naturelle d'œufs, en avril 2000. Nous avons obtenu 100 000 larves, au stade de la fixation, à partir des 900 000 œufs fécondés. Les larves ont été divisées et transférées dans deux bassins de fixation de 4 tonnes. La phase 1 d'élevage intermédiaire (ICP1) a débuté le 29 juin. Près de 700 juvéniles de 2,5 à 3,0 mm de largeur de coquille avaient déjà été transférés en vue d'ICP1. La quantité finale obtenue à l'issue de la phase 1 sera confirmée d'ici à trois mois.

Tableau 1. Taux de croissance des burgaus recapturés sur l'île d'Euaiki

No.	Hauteur initiale de la coquille (mm)*	Hauteur de coquille (mm) au moment de la récupération	Hauteur acquise (mm)
Burgaus récupérés en mai 1999			
1	57,0	95,0	38,0
2	57,0	110,0	53,0
3	57,0	116,8	59,8
4	57,0	104,4	47,4
5	57,0	99,8	42,8
6	57,0	104,0	47,0
7	57,0	120,0	63,0
8	57,0	120,0	63,0
9	57,0	128,0	71,0
10	57,0	110,5	53,5
11	57,0	115,0	58,0
Moyenne		111,2	54,2
Burgaus récupérés en juin 2000			
1	57,0	143,5	86,5
2	57,0	145,5	88,5
3	57,0	147,5	90,5
4	57,0	154,4	97,4
5	57,0	152,5	95,5
6	57,0	150,0	93,0
7	57,0	152,5	95,5
8	57,0	145,0	88,0
9	57,0	132,5	75,5
10	57,0	150,5	93,5
11	57,0	145,8	88,8
12	57,0	157,5	100,5
13	57,0	152,0	95,0
14	57,0	140,2	83,2
15	57,0	131,2	74,2
16	57,0	147,7	90,7
17	57,0	143,2	86,2
18	57,0	149,5	92,5
19	57,0	146,0	89,0
20	57,0	145,0	88,0
21	57,0	153,7	96,7
22	57,0	149,4	92,4
23	57,0	138,6	81,6
24	57,0	144,0	87,0
Moyenne		146,6	89,6

* Hauteur moyenne initiale de la coquille au moment du lâcher, en mai et juin 1998

Tableau 2. Nombre de trocas récupérés et taux de récupération sur le site de l'île de Fukave

Année	Nombre de trocas récupérés	Taux de récupération
1994	91	22,8%
1995	57	14,3%
1996	78	19,5%
1998	96	24,0%
1999	113	28,2%
2000	125	31,3%

Vu la situation présente, la production de cette année pourrait contribuer à constituer un bon stock pour les futurs lâchers.

Autres activités

Des campagnes de sensibilisation du public à la transplantation du troca et du burgau ont été diffusées par Radio Tonga de décembre 1999 à juillet 2000. Le public était invité à protéger ces importantes ressources jusqu'à ce qu'elles atteignent une taille suffisante pour autoriser leur récolte. La station a diffusé des informations sur le recrutement de ces coquillages et les activités du SMC.

Orientation future

Le ministère des Pêches a proposé de mettre en œuvre les dispositions recommandées par Nuimeitolu et al. (1999) en faveur des deux espèces. Pour l'instant, le ministère devrait toutefois se

concentrer sur la production de burgaus, le lâcher de naissains en vue de la fixation de groupes de géniteurs, et l'étude du recrutement. Il devrait également décréter l'interdiction permanente de récolter des burgaus et des trocas jusqu'à ce que ces populations soient suffisamment nombreuses pour supporter une exploitation commerciale durable.

Bibliographie

Japan International Cooperation Agency. 1999. Basic design study report on the project for renovation of seawater supply system in the Kingdom of Tonga. GRT CR (2) 99-046: 86 p.

Nuimeitolu S., M. Mateaki and K. Kikutani. 1999. Report on the seed releasing and restocking survey of trochus and green snail. In: Technical report of the JICA short term expert: 11 p.



Le troca, un trésor qu'il faut protéger

Keith Saunders¹

Les îlots du King Sound comptent des centaines de platiers de récifs coralliens. Cet environnement présente des conditions quasi-idylliques pour une espèce de mollusques trop sous-estimée, le troca (*Trochus niloticus*). Le troca était très abondant, autrefois, dans ces zones intertidales. Celles-ci, à l'état vierge, ne subissent pas les effets néfastes des effluents provenant des zones habitées ou industrielles. Or, la conjugaison de la récolte excessive de ces coquillages, au cours des vingt dernières années, et, dans une moindre mesure, du braconnage illégitime par des pêcheurs étrangers, explique la chute brutale des populations de trocas. De 135 tonnes, chiffre record atteint au cours des années 80, leur récolte a en effet dégringolé à moins de 15 tonnes.

Une gestion halieutique moderne est en mesure de garantir le respect de pratiques de pêche durables, grâce à la mise en œuvre de projets innovants d'aquaculture et d'éducation des pêcheurs locaux. La lutte contre l'impact des pêcheurs étrangers, qui récoltent illégalement les coquilles de trocas, suppose une approche pragmatique, plus anticipatoire.

Le département des opérations internationales (IOS) du Service des pêches d'Australie occidentale est composé d'agents professionnels expérimentés

d'observation et de contrôle, qui accomplissent diverses tâches ardues pour le compte de l'Office australien de la gestion des pêches. Ils interviennent dans tous les environnements et dans des conditions extrêmes : depuis les zones tropicales de l'archipel des Cocos et des îles Christmas, dans l'océan Indien, jusqu'aux eaux australes de l'île de Heard, dans l'océan Antarctique. Ils assurent des services d'observation, de contrôle et de surveillance à la pointe du progrès. L'observation des stocks de trocas du King Sound n'est qu'une des nombreuses tâches de surveillance des pêches qu'accomplissent les agents de l'IOS basés à Broome (Australie occidentale).

Les trocas du King Sound sont recherchés par les pêcheurs indonésiens qui ne disposent que d'un étroit créneau pour chasser leur butin. D'habitude, ces pêcheurs arrivent d'Indonésie par le Nord et pénètrent dans le King Sound à la faveur de la nuit. Le labyrinthe de mangroves et la forte amplitude des marées (jusqu'à 10 mètres) leur permettent de dissimuler leurs embarcations dans la journée.

Les bateaux, généralement de 10 à 15 mètres, ont un équipage de 12 à 30 personnes. Un effectif nombreux leur permet de ne pas rester trop longtemps à découvert pendant la récolte. C'est à marée basse,

1. Fisheries WA (Service des pêches d'Australie occidentale), P.O. Box 71, Broome, WA 6725, Australia

parfois en plein jour, que l'opération est la plus rapide, lorsque le troca est hors d'eau. Les braconniers s'avancent de front et ratissent la zone récifale, ne laissant échapper aucun coquillage, quelle que soit sa taille.

Lorsque le bateau est rempli, que le temps presse ou que la marée met fin aux efforts des braconniers, ceux-ci se replient. Pour ne pas être repérés, ils cachent à nouveau leur bateau au milieu des épaisses mangroves qui bordent les myriades d'îlots du Sound. À la tombée de la nuit, les pêcheurs mettent le moteur en marche pour sortir du Sound, gagner la haute mer et rentrer. L'île indonésienne la plus proche n'est qu'à 360 milles marins du Nord du King Sound.

Bien que la plupart des bateaux indonésiens naviguent au moteur, des bateaux à voile traditionnels sont parfois utilisés. Un protocole d'accord a été signé, en 1974, entre l'Australie et l'Indonésie. L'Australie acceptait d'autoriser les pêcheurs traditionnels indonésiens à exploiter une zone de plus de 150 milles marins carrés située dans les eaux de la zone de pêche australienne. L'Australie faisait ainsi un geste en faveur de l'Indonésie pour soutenir l'effort de pêche limité des pêcheurs traditionnels. Il se peut en effet que les Indonésiens aient été jadis les premiers à intervenir dans la région et, celle-ci n'étant pas exploitée de manière importante par les Australiens depuis lors, il y avait de la place pour les pêcheurs indonésiens.

Normalement, les pêcheurs indonésiens sont autorisés à opérer dans la zone couverte par le protocole d'accord à condition de n'utiliser que des moyens traditionnels. La définition du terme "traditionnel" est tout à fait précise : une embarcation traditionnelle est un bateau à voile, en bois, sans moteur. Les méthodes de pêche doivent également être traditionnelles. Il n'y aurait rien à redire à la présence d'un bateau à voile traditionnel, observé dans la zone du protocole par un avion de surveillance.

Un bateau à voile qui veut pêcher le troca dans le King Sound peut arriver d'Indonésie en traversant la zone du protocole, jusqu'à sa limite Sud. La distance entre celle-ci et l'entrée du King Sound n'est que de 120 milles marins. Le navire des braconniers n'est donc susceptible d'être détecté que durant un créneau de 20 heures, au lieu de 60 s'il transite par la zone du protocole, auquel cas il semble, vu du ciel, un bateau à voile traditionnel. Le retour est également favorisé par les eaux sûres de cette zone.

Les bateaux à moteur ne sont pas admis dans la zone du protocole. La distance qu'ils ont à parcourir entre les eaux indonésiennes (à la périphérie de la zone de pêche australienne) et le King Sound est d'environ 250 milles nautiques. À une vitesse moyenne de 6 à 12 nœuds, ils sont à découvert pendant 30 à 40 heures. Le retour vers les eaux indonésiennes sans danger peut être beaucoup plus lent. Un bateau de taille moyenne peut transporter une à deux tonnes de trocas.

Pour lutter contre ces braconniers et assurer une chance de survie au *T. niloticus*, les agents des services des pêches australiens peuvent faire appel aux ressources de la marine royale australienne et aux avions du service australien de garde-côtes et de douanes. Les garde-côtes effectuent des patrouilles aériennes pratiquement journalières au-dessus de la zone du King Sound, ce qui facilite la détection des braconniers. Les pêcheurs connaissent toutefois parfaitement les meilleures astuces pour éviter d'être repérés. Les agents de l'IOS écument les eaux du Sound à bord de patrouilleurs de la marine royale australienne, ce qui leur permet d'explorer les rivages et les plages des îles. Ces agents expérimentés sont tout à fait au courant des activités des braconniers et peuvent facilement déterminer si des braconniers ont opéré dans la zone.

Les braconniers de trocas sont généralement appréhendés par des agents des services des pêches à la suite d'une observation d'un avion de surveillance ou d'une alerte donnée par des pêcheurs locaux qui signalent un bruit insolite ou un bateau à l'horizon. Au milieu d'une de ces nuits de Kimberley, silencieuses et magiques, le bruit caractéristique du moteur diesel monocylindrique d'une embarcation indonésienne s'entend distinctement sur plusieurs kilomètres à la ronde, et ne prête pas à confusion car la plupart des bateaux de pêche locaux sont équipés de diesels marins modernes, ultrarapides.

Une fois appréhendés, les bateaux à voile ou à moteur sont remorqués ou escortés jusqu'au port de Broome (Australie occidentale). Située à quelque 150 milles nautiques au sud de l'entrée du King Sound, la ville de Broome est le siège d'une des activités perlières les plus riches du monde. Les braconniers sont détenus à 16 km au nord de Broome, dans une crique servant de centre de détention pour les immigrés et les pêcheurs en situation irrégulière. Les braconniers y sont surveillés jusqu'à ce qu'ils comparaissent devant un tribunal. Ils attendent généralement une semaine environ. Si leur culpabilité est prononcée, deux cas de figure se présentent : les délinquants primaires versent une caution de bonne conduite, et les récidivistes purgent une peine d'emprisonnement.

Ces dernières années, le nombre de braconniers dans le King Sound a légèrement reculé. On peut espérer que cette évolution est due à la présence des autorités australiennes, et non à la diminution des stocks de trocas.





Comment distinguer les juvéniles de *Trochus niloticus* et de *Trochus histrio* sur le terrain

Graeme Dobson¹

La recherche de juvéniles de *Trochus niloticus* de petite taille dans les structures coralliennes complexes n'est jamais chose facile, mais la difficulté s'accroît encore en présence de juvéniles d'espèces apparentées de gastéropodes. Il est souvent malaisé de faire la distinction entre les juvéniles de *Trochus* spp. de petite taille et on collecte ainsi inutilement des spécimens qui seront expédiés pour analyse.

Lors des recensements effectués sur les récifs du nord-ouest australien, on confond principalement *Trochus niloticus* et *Trochus histrio*. Une caractéristique fiable a néanmoins été trouvée pour les distinguer sur le terrain ; il s'agit du nombre de stries parallèles sur la coquille (Figure 1). *T. histrio* a six ou sept stries distinctes et très noduleuses, tandis que *T. niloticus* en a entre 13 et 16 qui sont faiblement dessinées et s'estompent vers la base de la coquille. En faisant courir le pouce sur la coquille, on perçoit facilement les stries du bout de l'angle.

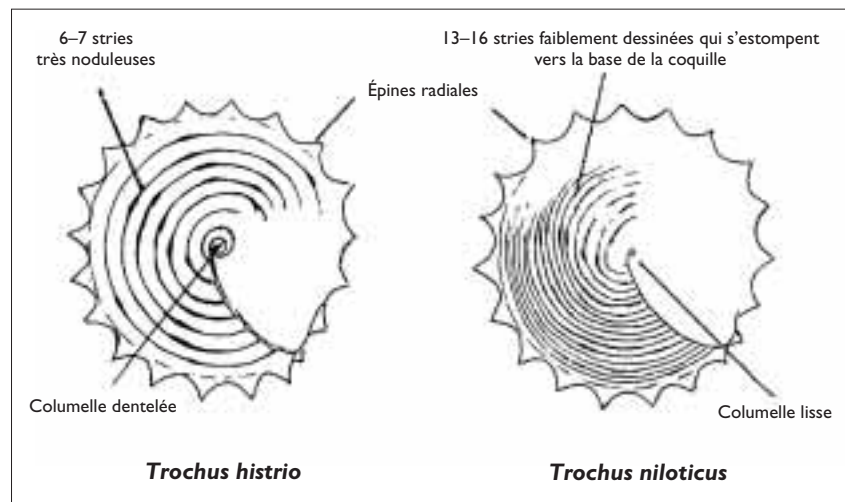


Figure 1. Le nombre et l'épaisseur des stries permettent de distinguer *Trochus niloticus* de *T. histrio*

Dès que les coquilles des juvéniles de *T. niloticus* atteignent plus de 20 mm de diamètre à la base, les stries s'estompent. À ce stade néanmoins, ils peuvent être identifiés sans difficulté par la coloration et les motifs de la coquille.



Les détecteurs sous-marins de métaux au service de la recherche sur le réensemencement des récifs en trocas

Tasman Crowe²

Les chercheurs qui étudient la pêche, l'écologie et la mise en valeur des stocks doivent avoir recours à plusieurs techniques pour récupérer le plus grand nombre possible d'animaux marqués. Les choses se compliquent quand ils doivent repérer des animaux furtifs et relativement petits dans des environnements complexes, surtout s'il s'agit d'espèces mobiles susceptibles de se déplacer sur une vaste

zone. Le projet de recherche sur le réensemencement des récifs en trocas mené par le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) a pour objet le marquage de juvéniles de 16 à 25 mm qu'il faut ensuite localiser sur des zones très étendues, peuplées de structures coralliennes complexes, en Australie, en Indonésie et à Vanuatu (Crowe et al., à la révision). Après leur lâcher, les animaux se

1. School of Biological, Environmental and Chemical Sciences, Northern Territory University, Darwin, NT 0909, Australie
 2. Northern Territory University, Darwin, NT 0909, Australie. Adresse actuelle : Biodiversity and Ecology Division, School of Biological Sciences, University of Southampton, Bassett Crescent East, Southampton, SO167PX, Royaume-Uni. Mèl: tpc@soton.activités.uk

réfugient souvent à l'intérieur ou au-dessous du substrat (dans le corail vivant ou les débris de corail) et il est très difficile de les repérer à l'œil nu (Voir aussi Castell et al. 1996).

Pour résoudre ce problème, nous avons utilisé des détecteurs sous-marins de métaux permettant de localiser les marques métalliques apposées sur les animaux. Le détecteur utilisé est un *Pulse 8X*, équipé d'un disque de 7,5 pouces (20 centimètres), distribué par JW Fishers Mfg (1953 County St., E. Taunton, MA 02718, Etats-Unis). C'est un détecteur à induction par impulsions qui fonctionne en eau douce et en mer et ne réagit ni au sel, ni aux minéraux du substrat. L'appareil est protégé par un boîtier étanche à 30 mètres et peut être rechargé avec une batterie de 12 V, ce qui en fait un outil de recherche bien adapté aux régions isolées.

Nous avons constaté que ce détecteur repère systématiquement une marque aluminium de 0,3 g, soit la plus petite que l'on puisse fixer sur un juvénile de troca. Les marques peuvent être détectées dans un rayon de 8 centimètres du disque, quel que soit le milieu d'intervention (air, eau, roche, sable ou corail), et sont localisées avec précision à 1 ou 2 cm de distance. Les marques ont été taillées dans des feuilles d'aluminium ménager de 30 x 300 mm, repliées sur elles-mêmes pour former des carrés de 15 x 15 mm. Elles ont ensuite été fixées aux coquilles des juvéniles de trocas avec de la colle cyanoacrylée. Du fait de la souplesse de l'aluminium, elles se moulent sur les coquilles, ce qui améliore considérablement la solidité du collage.

On a procédé à une série d'essais pilotes pour éprouver la fiabilité du système lors desquels on a notamment testé : i) le pourcentage de récupération des trocas marqués, dans un habitat typique, par les méthodes classiques de recherche; ii) l'effet des marques sur la survie à court terme des trocas; iii) la durée effective de vie des marques (taux de perte, détectabilité à long terme).

Les essais ont été réalisés sur des juvéniles élevés en l'écloserie à l'Université du Territoire du Nord (Australie). Les sites de recensement se trouvaient sur le récif corallien de Cunningham Point, sur la côte est de la péninsule de Dampier, au nord-est de Broome, en Australie occidentale.

Les résultats confirment l'efficacité de cette technique de marquage pour la localisation de trocas dans les habitats complexes que constituent les récifs coralliens. Plus de 85% de la population marquée ont été systématiquement récupérés (Crowe et al., sous presse). On a depuis utilisé ces informations pour ajuster les estimations de survie résultant d'une expérience à grande échelle où la même technique avait été appliquée pour tester la mise en valeur des stocks de trocas (Crowe et al., à la révision ; Castell et al. 1996). Différentes marques visuelles ont été utilisées lors des travaux de recherche sur la mise en valeur des stocks de trocas, mais leur efficacité a rarement été éprouvée (Crowe et al. 1997).

Contre toute attente, les marques en feuille d'aluminium pliée n'ont pas d'effet mesurable sur la survie à court terme des juvéniles de trocas (Crowe et al. sous presse). Elles ont toutefois une durée de vie limitée. Après 1,5 mois en écloserie, toutes les marques étaient encore bien en place. Après quatre mois, nombre d'entre elles s'étaient détachées et elles auraient sans doute été perdues sur le récif. Après six mois, nous n'avons enregistré en laboratoire qu'une faible perte de détectabilité des marques. Nombre des animaux marqués et relâchés sur le récif à l'occasion d'une étude plus vaste étaient cependant indétectables après trois mois. Sur les récifs, les marques sont exposées à des conditions changeantes d'exposition au sel, à l'air et au soleil entraînant une corrosion de l'aluminium qui devient difficile à détecter. Ces problèmes pourraient ne pas se poser en zone infratidale où les marques peuvent être utilisées en toute sécurité pendant un mois au moins. Après deux à trois mois, la récupération des animaux devient aléatoire et ne devrait même pas être envisagée au-delà de trois mois.

On devrait obtenir de meilleurs résultats avec des pièces de métal massif moins susceptibles de corrosion. Les colles cyanoacrylées seraient alors inefficaces car elles ne permettent qu'un collage par contact direct (et ne combent donc pas les espaces). Les mastics époxydes (de type *Milliput* ou *Sea Goin' Pox*) pourraient être mieux adaptés et offrir une adhérence plus longue. L'identification des individus est aisée, les numéros d'identification pouvant être frappés dans le métal massif. L'aluminium est l'un des métaux les plus faciles à détecter, à l'inverse de l'acier inoxydable qui échappe souvent aux détecteurs de métaux.

Les essais ont été réalisés dans un habitat constitué de débris coralliens où les trocas vivaient parfois jusqu'à 3 ou 4 cm de la "surface". Cet habitat est de complexité moyenne du point de vue des recherches que nous effectuons sur le réensemencement. Le disque de 7,5 pouces (20 cm) ne parvient pas à détecter les animaux profondément enfouis dans des habitats plus complexes (par exemple des coraux branchus de type *Acropora* spp.)

On pourrait utiliser des têtes plus petites (1 pouce ou 27 mm) pour localiser les animaux vivant dans ces habitats, mais cela prendrait énormément de temps. Les cibles plus importantes peuvent être détectées à plus grande distance (jusqu'à 2 m avec un disque de 7,5 pouces). Ce détecteur peut aussi être équipé de disques plus puissants (jusqu'à 18 pouces ou quelque 50 cm) qui permettent de repérer les grosses cibles de bien plus loin, sans que le détecteur gagne en sensibilité par rapport aux disques de 7,5 pouces utilisés pour les petites marques. Cette technique serait bien moins efficace dans les endroits contenant beaucoup de débris métalliques en raison du nombre de faux signaux.

En bref, les détecteurs de métaux constituent de notre point de vue un outil efficace pour la récupération d'animaux portant des marques métalliques

appropriées. C'est une méthode relativement peu coûteuse (le détecteur coûte moins de 1500 dollars US et le coût des marques est négligeable), pratique, reposant sur de petites marques sans danger, et qui pourrait se prêter à nombre des applications de la recherche sur la pêche, l'écologie et la mise en valeur des stocks. Des informations complémentaires figurent dans un article qui paraîtra sous peu dans la revue *Aquaculture* (Crowe et al., sous presse).

Remerciements

Je souhaite exprimer ma reconnaissance au Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) qui a financé ce projet de recherche, et je remercie notamment de leur soutien Barney Smith, coordonnateur du programme de recherche (pêches) et Dr Chan Lee, coordonnateur du projet Trocas.

Bibliographie

Castell, L., W. Naviti and F. Nguyen. 1996. Detectability of cryptic juvenile *Trochus niloticus* Linnaeus in stock enhancement experiments. *Aquaculture* 144:91–101.

Crowe, T.P., M.J. Amos and C.L. Lee. 1997. The potential of reseedling with juveniles as a tool for the management of trochus fisheries. In: C.L. Lee and P.W. Lynch (eds), *Trochus: status, hatchery practice and nutrition*. ACIAR Proceedings No. 79. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. 170–177.

Crowe, T.P., C.L. Lee, K.A. McGuinness, M.J. Amos, J. Dangeubun, S.A.P. Dwiono, P.C. Makatipu, F. N'guyen, K. Pakoa and J. Tetelepta, J. (in review). Experimental evaluation of the use of hatchery-reared juveniles to enhance stocks of the topshell *Trochus niloticus* in Australia, Indonesia and Vanuatu. *Aquaculture*.

Crowe, T.P., G. Dobson and C.L. Lee. (in press). A novel method for tagging and recapturing animals in complex habitats and its use in research into stock enhancement of *Trochus niloticus*. *Aquaculture*.



La collecte du ra'ui¹

Lisa Williams

Source : *Cook Islands News*, 22 janvier 2000

Le ra'ui imposé sur divers secteurs du lagon de Rarotonga depuis deux ans a eu des retombées tout simplement magiques si l'on considère qu'il n'a pas été légalement prescrit et qu'il n'y a pas véritablement de moyen pour le faire respecter. Certes, c'est ainsi que Mère Nature remercie ceux qui l'autorisent à se reposer, mais d'autres diraient peut-être que *te mana o te ra'ui* (le pouvoir du ra'ui) est tel qu'il offre bien plus qu'un garde-manger bien approvisionné.

Imaginez la scène à Nikau : des montagnes fumeuses de chair de troca bouillie, délicatement extraite de leurs coquilles par les travailleurs. C'est l'un des souvenirs que me laissera la récolte du troca sur Aitutaki. Il y a là tellement de chair, que ça ne viendrait même pas à l'idée de la consommer. Les gens entretiennent des feux pendant des heures entières ; ils y font bouillir de l'eau dans des fûts et des boîtes à biscuits où ils ébouillantent les trocas que d'autres ont récolté dans le lagon et amènent en sacs.

Sur Aitutaki, la récolte du troca est un ouvrage communautaire auquel tous participent et c'est au même effort en commun que l'on fera appel d'ici quinze jours, lorsque le ra'ui sera levé et que Nikao procédera à sa première récolte.

Depuis des années maintenant, la récolte du troca est une importante source de revenus pour Aitutaki. Sur Rarotonga, on n'a encore jamais organisé de récolte commerciale et on espère qu'Aitutaki offrira des conseils sur la façon de mener la première récolte de Nikau, après la levée du ra'ui.

La coopération entre les îles se présente déjà de manière fort encourageante. Aitutaki se chargera de peser les coquilles expédiées par Nikao — quelque deux tonnes ou cinquante sacs de farine — qui seront ensuite exportées sur la Nouvelle-Zélande. Nikao devrait enregistrer un gain d'environ 30 000 dollars N.Z. qui sera versé au fond communautaire des vil-

1. Ra'ui : mot rarotongan traduisant une interdiction ou une clôture saisonnière. Dans le cas d'espèce, il désigne une réserve ou une zone marine protégée.

lages. En bout de ligne, les trocas servent de label d'exportation pour les Îles Cook et sont utilisés dans la confection de prêt-à-porter de luxe et la fabrication de bijoux.

Il existe aussi une demande pour la coquille de troca polie, qui peut être teintée ou vendue telle quelle. On en voit parfois dans les presse-papiers. En revanche, vous ne verrez jamais de minuscules spécimens quitter nos rives, car il a été décidé de n'exporter que les animaux mesurant entre 8 et 11 cm. Les individus hors de cette fourchette sont en effet nécessaires au maintien et à la reconstitution des stocks qui seront ultérieurement récoltés. Le service des ressources marines qui a procédé à un état des lieux du lagon avant la mise en place du *ra'ui*, il y a deux ans, pourra vous le confirmer.

Au recensement effectué avant le *ra'ui*, les populations de trocas étaient estimées à environ 10 000 individus. Un an après, les stocks sont passés à 30 000, pour plafonner aujourd'hui à quelque 40 000 animaux dans le seul *ra'ui* de Nikao; les responsables des pêches pensent que la zone a atteint sa pleine capacité car les rochers qui abritent les trocas sont bien peuplés. L'heure de la récolte est bel et bien venue et il ne faudra que 11 000 coquilles environ pour atteindre le quota de deux tonnes.

La période de repos apportée par le *ra'ui* a certes permis aux stocks de trocas du lagon de Nikao de battre tous les records, mais c'est justement son potentiel économique qui incite les villageois à prêcher la prudence et la saine gestion plutôt que la razzia.

À la réunion publique organisée à Nikao cette semaine, nombreux sont ceux qui veulent laisser cette espèce s'épanouir dans leur lagon afin d'en faire une salle de classe vivante pour les enfants des écoles. En effet, outre les promesses de gains économiques, le *ra'ui* de Nikao a permis de restaurer la faune marine dans toute sa diversité.

Kina, atuke, avake, vana (différentes espèces d'oursins), *paua* (bénitiers), *matu rori* (gonades d'holothuries), *rori matie, rori pua, rori puakatoro, rori toto* (différentes espèces d'holothuries), trocas, tritons, *ariri, ungakoa* et *poreo* (crustacés et coquillages) sont autant d'espèces qui méritent leur place dans les manuels scolaires car elles sont effectivement là, dans le milieu naturel, où les élèves peuvent les observer. Ça fait réfléchir quand on sait qu'il y a seulement deux ans ce lagon était menacé du fait de la surpêche. Même les coraux sont de retour, pleins de vie et de couleurs, tandis que le *ra'ui* restitue leurs droits aux résidents du lagon.

“Je ne veux pas suivre l'exemple d'Arorangi quand ils ont levé leur *ra'ui*”, déclare un notable de Nikao, “ça ne rime à rien du tout. On a pu voir les avantages qu'en tire le tourisme ainsi que les écoles qui peuvent amener les élèves étudier les poissons sur place. Il faut que ça reste comme ça”.

Pendant la réunion de cette semaine, le membre du Parlement pour Nikao et Ngamau Munokoa, pour le

REAP, ont engagé des consultations pour décider de la manière dont le *ra'ui* pourrait être administré au-delà de 2000 ou s'il convient de le lever le 5 février. Les résultats sont gratifiants : tous conviennent que le *ra'ui* a amené plus de poissons qu'il n'y en a jamais eu dans le lagon de Nikao. Tous sont d'accord pour que le *ra'ui* ne soit que provisoirement levé - juste quelques jours, le temps de pêcher un peu et de récolter les trocas- puis retour à la fermeture de la pêche. Les règles sont simples : pas de pêche au filet, pas de pêche de nuit et aucune prise de crustacés ou de coquillages, mis à part la récolte du troca.

Ce dernier point n'est pas si bien passé auprès des “mamas” qui ne manqueront pas de lorgner les *paua* pendant qu'elles ramasseront les trocas sur le récif. Elles devront toutefois réprimer leur convoitise, car les études menées sur cette partie du lagon ont montré que les stocks de *paua* ne se sont pas reconstitués aussi rapidement que les populations de trocas. Les *paua* sont encore petits et même si les “mamas” se bornent à prendre ceux de bonne taille, comme elles le suggèrent, ça ne sera pas facile de résister à la tentation du “frais pêché” après avoir connu le “frais débarqué de l'avion” en provenance des autres îles.

Sur l'île, Nikao est le seul village situé dans la zone du *ra'ui* à effectuer une récolte. Takitumu vaka est très tenté de le faire, mais ce ne sera pas dans la zone du *ra'ui*. Pénétrer dans ce garde-manger marin après deux ans d'abstinence n'est pas rien et ça démange tout le monde à Rarotonga.

Hier après-midi, une réunion sur le *ra'ui* a été organisée à Ngatangia. À Tikioki où les stocks de poissons ont grossi de façon aussi spectaculaire que les stocks de coquillages de Nikao, une autre réunion est prévue lundi soir au Kent Hall. Pendant ce temps, Nikao poursuit les préparatifs. La zone du *ra'ui* sera surveillée par des résidents qui se sont spontanément proposés pour veiller à ce que nul ne touche aux fruits défendus, ni ne pêche après 18 heures.

Au bout du compte, le *ra'ui* apporte une évidente moisson de récompenses et d'enseignements. Si l'homme accepte de s'effacer pendant le temps nécessaire, le garde-manger du lagon se reconstitue de lui-même et il redevient une source d'abondance alimentaire, financière et éducative.

Comme l'a noté un observateur intéressé, ceux qui approuvaient le *ra'ui* dans le seul but de gonfler les captures ont pu constater combien leur propos était de courte vue. Le *ra'ui* nous pousse en fait sur la bonne voie.

S'il est bien administré, il mène droit à un consensus sur la gestion du lagon en collaboration avec la communauté, il fortifie notre appréciation de *ui tupuna*, il enrichit aujourd'hui les Îles Cook au plan économique, tout en léguant aux générations futures un somptueux patrimoine environnemental. Quelle récompense pour ceux qui n'ont pas ménagé leurs efforts afin que le *ra'ui* soit un succès !





Le projet ACIAR de recherche sur le réensemencement des récifs en trocas, en images

Chan L. Lee¹

Le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) a financé un projet de recherche sur le réensemencement des récifs en trocas qui s'est poursuivi de 1995 à 1998. En 1999, il a été prolongé de deux ans et s'est achevé en avril 2001.

Le projet porte sur trois pays : l'Australie, Vanuatu et l'Indonésie. On trouvera dans le no.6 du Bulletin d'information *Le troca*, pages 16 et 17, des informations complémentaires concernant ce projet de vulgarisation sur les trocas.

Ce projet constitue selon moi une excellente illustration de la manière dont ACIAR intervient et regroupe les chercheurs pour tenter de résoudre des difficultés communes aux pays ou régions concernées.

Le projet ACIAR de recherche sur le réensemencement des récifs en trocas a été amplement discuté au cours des deux dernières années et j'espère que cet exposé en images saura traduire sur un ton plus enjoué l'essence de notre action et des personnes qui y ont participé.

Le marquage des juvéniles de trocas avec des marques en aluminium



Graeme Dobson, étudiant de maîtrise es sciences, avec un détecteur de métal, à la recherche de juvéniles marqués.

1. Fisheries WA, P.O. Box 71, Broome, WA, Australie 6725. Mél : clee@fish.wa.gov.au



Non, ce ne sont pas des prédateurs en flagrant délit de consommation de juvéniles, mais des étudiants qui nous ont aidés à accrocher les juvéniles à des lignes de pêche avant leur lâcher sur le récif.

La ponte des trocas à l'écloserie de Vanuatu. Dr C. Lee (à gauche) et Moses Amos (à droite), le coordonnateur du projet à Vanuatu



Barney Smith, coordonnateur du programme pêches de l'ACIAR, remet une attestation de remerciement à un propriétaire traditionnel de l'île Sunday (Australie) pour l'aide qu'il a apportée au projet de recherche.

Après un dur labeur, l'équipe du projet de recherche ACIAR, déclare forfait pour le reste de la journée.





L'équipe du projet ACIAR de recherche sur le réensemencement des récifs en trocas en visite sur l'un des sites de Vanuatu.

De gauche à droite :
Dr Neil Andrew, chef d'équipe; Dr Putro Dwiono, coordonnateur du projet en Indonésie; Félix Nguyen, chercheur à Vanuatu; Moses Amos, coordonnateur du projet à Vanuatu; et Pakoa Kola, chercheur à Vanuatu.

Des ornements en troca et en nacre
vendus par la communauté aborigène
de Lombadina (Australie)



Fricassée de trocas : Un mets de choix

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



Système d'Information
sur les Ressources Marines
des Îles du Pacifique

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 documents 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.