



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 instantané
		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 instantané 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.

