

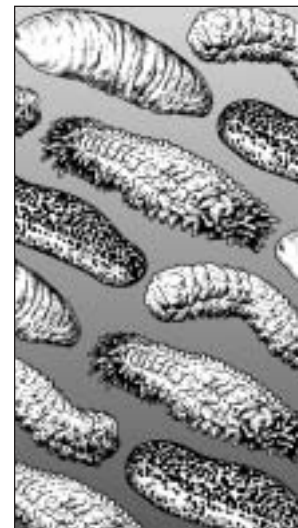


Secrétariat général de
la Communauté du Pacifique

LA BÊCHE-DE-MER

Numéro 15 – Octobre 2002

BULLETIN D'INFORMATION



Rédacteur en chef: Chantal Conand, Université de la Réunion, Laboratoire de biologie marine, 97715 Saint-Denis Cedex, La Réunion, France. Fax: +262 938166; [Chantal.Conand@helios.univ-reunion.fr] — **Production :** Section information, division Ressources marines, CPS, B.P. D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie. Fax: +687 263818; [cfpinfo@spc.int] — **Imprimé avec le concours financier de l'Union européenne.**

Éditorial

Bienvenue au numéro 15 du bulletin. La section “*Nouveaux membres*”, à la page 42, et le grand nombre de visites du bulletin dans les pages Web (www.spc.int/coastfish/News/bdm/bdm.htm) témoignent de l'intérêt accru des lecteurs pour notre publication. Merci donc à tous ceux qui, en m'envoyant des articles, m'ont aidé à lui garder son caractère vivant et bien documenté.

La section “*Informations nouvelles*” débute par un article sur la pêche des holothuries dans le détroit de Torres (p. 2), qui est suivi de deux articles sur les différents aspects de la biologie de la reproduction sexuelle des holothuries (p. 4 et p. 13). Dans la rubrique “*Nouvelles de l'aquaculture*”, vous trouverez trois articles originaux présentant de nouveaux projets qui seront mis en œuvre au Vietnam (p. 17), aux îles Marshall (p. 28) et en Nouvelle-Zélande (p. 29).

Les informations sur les prix des holothuries sont difficiles à obtenir. *INFOFISH Trade News* est l'une des meilleures sources d'information sur les tendances du marché des produits de la mer et nous remercions ses éditeurs de nous permettre de reproduire un tableau présentant les prix de la bêche-de-mer sur les marchés d'Asie (p. 31). Nous remercions aussi la *National Fisheries Authority* (NFA - Direction générale des pêches) de Papouasie-Nouvelle-Guinée de nous avoir communiqué des renseignements sur les prix de l'holothurie à l'exportation (p. 30). Le partage de l'information est le principal objectif de ce bulletin, et nous encourageons tous les autres services des pêches de la région Pacifique et d'ailleurs à suivre l'exemple de la NFA.

J'attire à nouveau votre attention sur le bulletin *Echinoderms Newsletter* qui est disponible sur le Web (www.nmnh.si.edu/iz.echinoderm) et sur une liste informatique sur les échinodermes qui a été créée à la suite du Congrès international de Dunedin. Vous pouvez souscrire en contactant sabine.strohr@nrm.se ou en envoyant un message électronique à listserv@nrm.se avec, dans la première ligne du message, SUBSCRIBE ECHINODERM-L, votre nom, votre prénom; aucun autre texte, svp.

Chantal Conand

Sommaire

La pêche d'holothuries dans le détroit de Torres
par D. D'Silva p. 2

Reproduction sexuée de *Stichopus chloronotus*, holothurie scissipare, à La Réunion (océan Indien)
par T. Hoareau et C. Conand p. 4

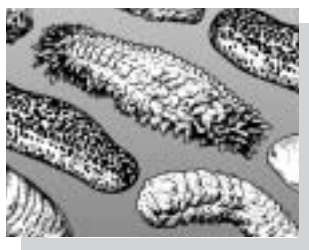
Évaluation du “modèle de recrutement des tubules” chez trois holothuries tropicales aspidochirotés
par C. Ramofafia et M. Byrne p. 13

Études préliminaires sur la croissance de l'holothurie de sable dans des bacs, des bassins et des cages au Vietnam
par R. Pitt et al. p. 17

La nouvelle station scientifique des îles Marshall inaugure un programme de recherche sur l'élevage des holothuries
par J.-F. Hamel et A. Mercier p. 28

Holothuries : l'élevage, la production et la valorisation des produits à valeur ajoutée
par A. Morgan p. 29
etc . . .





Informations la bêche-de-mer nouvelles

La pêche d'holothuries dans le détroit de Torres

Dallas D'Silva¹

Bref rappel historique

La pêche des holothuries est un secteur important de la pêche commerciale pour les insulaires du détroit de Torres. Aucun document précis n'atteste l'origine de la pêche d'holothuries dans le détroit de Torres, mais, au début du XVIII^e siècle, elle occupait déjà une place importante dans l'économie des populations du détroit de Torres et des côtes de Papouasie (Williams, 1994). Autrefois, c'était essentiellement l'holothurie de sable (*Holothuria scabra*) qui était exploitée, mais, de nos jours, on a cessé de ramasser cette espèce. Actuellement, l'effort de pêche se concentre sur l'holothurie de brisants (*Actinopyga mauritania*), l'holothurie noires à mamelles (*Holothuria nobilis*) et l'holothurie blanche à mamelles (*Holothuria fuscogilva*), ainsi que, dans une moindre mesure, sur des espèces de moindre intérêt commercial.

Régimes de gestion en vigueur

L'Office conjoint des zones protégées s'appuie sur la loi du Commonwealth de 1984 sur la pêche dans le détroit de Torres pour gérer la pêche commerciale et traditionnelle pratiquée dans la partie australienne de la zone protégée du détroit de Torres. Cet organisme regroupe les ministères du Commonwealth et du Queensland chargés de la pêche.

Les ressources halieutiques de la zone protégée du détroit de Torres sont gérées conformément aux dispositions du traité relatif au détroit de Torres, ratifié en 1985. Aux termes de ce traité, l'Australie et la Papouasie-Nouvelle-Guinée coopèrent en vue de la conservation, de la gestion et de l'exploitation optimale des ressources de la région, au profit des habitants traditionnels des deux pays.

L'Office australien de l'aménagement des pêches et le service des pêches du Queensland, respectivement basés à Thursday Island et à Brisbane, sont chargés de la gestion et de l'octroi de licences. La patrouille de surveillance de la navigation de plaisance et de la pêche du Queensland assure la surveillance et la ré-

pression des infractions, par le truchement d'agents basés à Thursday Island.

Le principe appliqué dans cette zone, comme dans toutes les autres du détroit de Torres, est que si une augmentation de l'effort de pêche est autorisée, elle doit être réservée exclusivement aux insulaires du détroit de Torres.

Principales mesures de gestion

Parmi les règles appliquées pour cette pêcherie, il faut citer : la restriction de la collecte d'holothuries au ramassage manuel ou par des dispositifs non mécaniques, tenus à la main; l'interdiction d'utiliser le narguilé ; la limitation de la longueur des canots des insulaires à moins de sept mètres de long ; et le respect d'un total admissible des captures (TAC, mesuré en poids humide éviscéré) et de tailles minimales pour les espèces d'intérêt commercial.

Tendances actuelles

Dans le détroit de Torres, les holothuries sont principalement récoltées par des équipes de deux ou trois pêcheurs qui plongent sans bouteille depuis des canots, ou ramassées à la main le long des récifs, à marée basse. Une fois récoltés, les animaux sont éviscérés, triés, nettoyés, bouillis, fumés et séchés. Ces opérations, qui demandent une abondante main-d'œuvre, sont généralement effectuées à bord de navires spécialement équipés ou à terre.

Les holothuries sont d'autant plus exposées à la surpêche qu'elles sont de grande taille, faciles à repérer et à ramasser, et qu'elles n'imposent pas le recours à des techniques de pêche complexes (Skewes et al. 2000). C'est la raison pour laquelle la pêche d'holothuries dans le détroit de Torres fait l'objet d'un certain nombre de contrôles, à l'entrée et à la sortie, qui visent à éviter la surpêche tout en permettant aux insulaires de tirer profit de l'exploitation des stocks d'holothuries. À l'heure actuelle, 148 navires traditionnels détiennent un permis de pêche. Les permis des exploi-

1. Service des pêches du Queensland, G.P.O. Box 46, Brisbane, Queensland, 4001, Australie

tants non insulaires sont assortis de conditions supplémentaires qui imposent la participation des insulaires à ces activités.

La surexploitation de l'holothurie de sable

L'holothurie de sable est une espèce de grande valeur marchande qui vit dans des eaux relativement peu profondes et est vulnérable face à la surexploitation. Les holothuries sur le récif Warrior ont été exposées à des niveaux excessifs d'effort de pêche au début des années 90, et en 1995 en particulier. Un phénomène semblable s'était déjà produit, à la fin des années 80 et au début des années 90, du côté de la zone protégée du détroit de Torres faisant face à la Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Suite aux inquiétudes soulevées par l'épuisement de la ressource et par la surexploitation des stocks d'holothuries de sable sur le récif Warrior, deux études indépendantes ont été menées, de novembre 1995 à janvier 1996, et en janvier 1998, pour évaluer à quel point leur abondance avait diminué. Les holothuries sont principalement destinées à l'exportation vers l'Asie. Leur récolte est interdite depuis le début de 1998, suite à des recommandations formulées par des chercheurs du Centre australien pour la recherche scientifique et industrielle (CSIRO) qui ont étudié le stock restant sur le récif Warrior. À leur avis, ce stock s'était amenuisé de 80 pour cent par rapport à novembre 1995. À l'époque, les stocks d'holothuries de sable étaient déjà considérés comme surexploités; aussi, la réduction constatée ultérieurement dénotait-elle une sérieuse aggravation de la situation (Skewes et al. 2000).

Les stocks d'holothuries de sable sont pris dans un cercle vicieux, la diminution progressive de leurs populations de géniteurs entraînant celle du recrutement. L'étude du CSIRO a également débouché sur l'introduction de mesures de gestion rigoureuses. Si la pression continue de s'exercer sur la pêche d'holothuries, le stock pourrait subir un effondrement complet. La seule stratégie de réhabilitation réalisable que le CSIRO ait trouvée consiste à maintenir la zone fermée.

La zone étant fermée depuis deux ans, il a été décidé de mener une autre étude pour voir si la population s'est régénérée. Lors d'un séminaire sur les holothuries qui s'est tenu sur Thursday Island en juillet 1999, les organismes de gestion et les représentants des pêcheurs insulaires ont admis que ce point revêtait une importance prioritaire.

En janvier 2000, le CSIRO a entrepris une troisième étude sur la population d'holothuries de sable sur le récif Warrior. Ces travaux ont montré que les stocks en sont encore à un degré d'épuisement grave et que la régénération de l'espèce n'a été que légèrement amorcée depuis 1998. Cette raréfaction a été corroborée par des estimations du stock permanent qui indiquent qu'il ne reste probablement pas plus de 100 tonnes d'animaux adultes sur le récif Warrior. Le volume du stock actuel est très bas par rapport à la bio-



CSIRO Division of Marine Research, Australie

Holothuries de sable
(*Holothuria scabra*)

masse "vierge", estimée à plus de 1 600 tonnes (Skewes et al. 2000).

L'Office australien de l'aménagement des pêches a pris acte des conclusions de la dernière étude en date, lors de sa réunion d'avril 2000, et a décidé de maintenir la fermeture de la pêche d'holothuries de sable. L'Office a porté ces résultats à la connaissance du groupe de travail Pêche d'holothuries, en lui demandant d'élaborer des accords de gestion à long terme, prévoyant notamment des conditions de surveillance et de répression des infractions pour cette zone.

La reconstitution des stocks d'holothuries de sable

D'après des expériences vécues dans d'autres régions d'Océanie, la reconstitution des stocks d'holothuries surexploités est un phénomène lent qui peut s'étaler sur plusieurs années. En effet, les holothuries, comme de nombreux autres invertébrés, diffusent leur semence dans la colonne d'eau, et le succès de la fécondation dépend en grande partie de la densité de population. La diminution de celle-ci sous l'effet de la pêche peut empêcher la reproduction des individus restants.

On explore actuellement la possibilité de réensemencer le récif Warrior en holothuries de sable pour contribuer à la reconstitution des stocks. La zone présente plusieurs caractéristiques qui la rendent appropriée à un réensemencement. Elle pourrait bénéficier des récents travaux conduits aux Îles Salomon par l'ICLARM qui a examiné certaines techniques de reproduction des holothuries de sable.

Bien que le réensemencement soit peut-être un moyen viable de faciliter la reconstitution des stocks à l'avenir, les organismes de gestion sont surtout préoccupés par la gestion durable d'autres espèces d'intérêt commercial qui sont pêchées à l'heure actuelle.

Récentes estimations des prises

D'après l'ensemble des fiches de pêche retournées par les pêcheurs des différentes îles, il a été récolté,

en 1999, 15 t d'holothuries ananas, 23 t d'holothuries noires et blanches à mamelles et 12 t de toutes les autres espèces combinées. Les prises de 1998 comprenaient 80 t d'holothuries ananas, 20 t d'holothuries à mamelles et 15 t d'autres espèces. Celles de 1997 incluaient 57 t d'holothuries ananas, 29 t d'holothuries à mamelles et 29 t d'autres espèces. Ces chiffres sont exprimés en poids humide et éviscéré.

Selon les chiffres officiels de 1995, la récolte totale d'holothuries de sable s'est élevée à 1000 t environ. Les professionnels estiment eux que les prises totales furent comprises entre 1200 et 1400 t de poids humide, dont toutes, sauf une cinquantaine de tonnes, étaient des holothuries de sable.

Situation des autres espèces d'intérêt commercial

On ne connaît pas, pour l'instant, l'état des stocks d'holothuries blanches et noires à mamelles, d'holo-

thuries de brisants et d'autres espèces de moindre valeur marchande. Il se pourrait que ces espèces subissent une pression de pêche encore plus forte à l'avenir, du fait de la demande croissante d'holothuries de qualité sur les marchés d'exportation.

Bibliographie

- Williams, G. 1994. Fisheries and Marine Research in Torres Strait. Bureau of Rural Sciences, Department of Agriculture, Fisheries and Forest, Australia. 84 p.
- Skewes, T., D. Dennis and C. Burrige. 2000. Survey of *Holothuria scabra* (sandfish) on Warrior Reef, Torres Strait, January 2000. CSIRO Division of Marine Research.

Reproduction sexuée de *Stichopus chloronotus*, holothurie scissipare, à La Réunion (océan Indien)

Thierry Hoareau et Chantal Conand
Laboratoire d'écologie Marine, Université de La Réunion

Introduction

Stichopus chloronotus est une holothurie de l'ordre des Aspidochirotes et de la famille des Stichopodidae largement répandue dans l'Indo-Pacifique tropical. Elle se trouve principalement sur les platiers et les pentes récifales, caractérisés en général par un fort hydrodynamisme. Sa densité, relativement faible, peut parfois atteindre plusieurs individus par m² (Franklin 1980; Conand 1989; Uthicke 1994; Conand et al. 1998).

Comme neuf autres espèces d'holothuries aspidochirotes, elle peut pratiquer deux modes de reproduction : sexuée et asexuée (Uthicke 1994, 1997; Conand et al. 1998 ; Uthicke et al. 2001). La reproduction sexuée a été étudiée en Australie (Franklin 1980) et en Malaisie (Tan Shau-Hwai et Yasin 2000). La reproduction asexuée s'effectue par scission transversale, permettant d'obtenir deux individus-fils qui régénèrent la partie manquante (Uthicke 1997; Conand et Uthicke 1998; Conand et al. 1998).

Le but de la présente étude est de décrire le cycle de reproduction sexuée à La Réunion. Ces résultats doivent permettre de mieux aborder les rôles respectifs de la reproduction sexuée et asexuée et d'interpréter la génétique des populations (Uthicke et al. 1999, 2001).

Matériels et méthodes

Les sites

La station d'étude de Trou d'Eau se situe sur la côte ouest de l'île de la Réunion, au niveau du complexe récifal de la Saline les Bains qui s'étend sur 5 km. Il s'agit d'un récif de type frangeant soumis à l'action des alizés mais caractérisé par un faible hydrodynamisme. Ce site d'échantillonnage principal correspond à la zone d'arrière récif qui forme un chenal constitué principalement de sédiment détritique corallien et parsemé de gros blocs basaltiques. Cette zone de 0,70 mètre de profondeur est soumise aux abords du rivage à une faible résurgence d'eau saumâtre, entraînant un recouvrement algal du substrat à certaines périodes de l'année.

La température de surface de l'eau de mer a été choisie comme paramètre de référence. Ces mesures ont été enregistrées toutes les heures, durant toute la période de l'étude (mars 2000 à avril 2001), à l'aide d'une sonde de type "VEMCO MINILOG-T", installée à une profondeur de 3 mètres, à la sortie du Port de la Pointe des Galets (Conand F. comm. pers.). La courbe des températures sur toute la durée de l'étude est établie à partir des moyennes pentadiennes des mesures horaires.

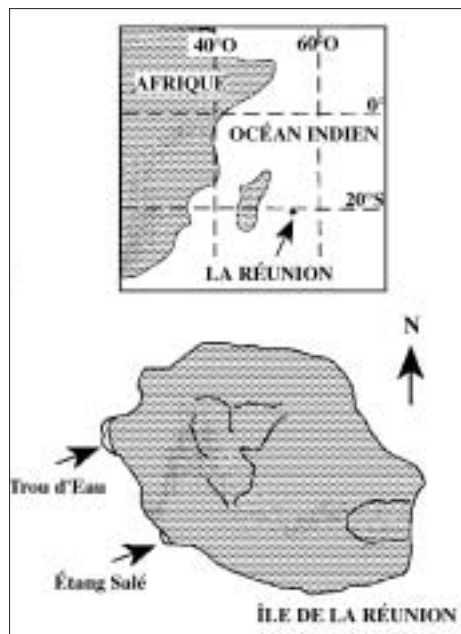


Figure 1. Sites d'étude de *Stichopus chloronotus*

L'échantillonnage

Des individus adultes (20) ont été collectés tous les mois à la station de Trou d'Eau, de mars 2000 à avril 2001. Les individus ont été choisis dans la classe de longueur (et de poids) maximale, ce qui a permis d'éviter le biais dû à la relation entre la taille des individus et la valeur de l'indice gonadique (Franklin, 1980). Le choix d'un tel échantillonnage basé sur une classe de taille homogène est recommandé pour l'étude des cycles de reproduction. Un échantillonnage sur les petits individus a été effectué pour déterminer la taille à première maturité dans cette population. Enfin, un échantillonnage complémentaire a été réalisé à la station de Planch'Alizés au vu des premiers résultats, pour obtenir des femelles complémentaires (figure 1).

Les prélèvements et traitements des gonades

Les individus ont été anesthésiés dans une solution de chlorure de magnésium (37%). Les dissections ont été effectuées dès l'arrivée au laboratoire, après une heure de trajet. La longueur à 0,5 cm près (Lt) et le poids total à 10^{-1} g près (Pt) de chaque individu ont été déterminés. Les gonades ont été pesées à 10^{-2} g près (Pg), puis fixées au formol (10%). Enfin, le poids éviscéré (Pe) a été obtenu; il est plus représentatif que le poids total qui comprend le liquide coelomique et le contenu du tube digestif, sources de variabilité importante (Conand 1989). L'indice gonadique ou RGS, est calculé selon Conand (1989).

$$\text{RGS} = (100 \times \text{Pg}) / \text{Pe}$$

La moyenne mensuelle (\pm écart-type) est calculée; son évolution permet de déterminer les périodes de maturité, ponte et repos sexuel.

Les gonades de Stichopodidae sont caractérisées par deux touffes de tubules situées de part et d'autre du mésentère. Ces tubules se ramifient distalement et s'unissent à leur base en un sac, sorte de renflement lié au mésentère dorsal. En général, on note chez cette famille la présence de saccules qui correspondent à des expansions qui se développent lors de la maturation (Conand 1993a). Cependant, cette forme caractéristique est absente chez *S. chloronotus* qui présente des extrémités distales en tube.

Les caractères macroscopiques et microscopiques des gonades ont été déterminés à partir des échantillons fixés au formol. La longueur des tubules gonadiques a été mesurée entre la base gonadique et l'extrémité distale à 5 mm près (Lg). Le diamètre des tubules a été mesuré (Dg). Ces deux valeurs ont été utilisées dans la description des stades de maturité de *S. chloronotus*, en les comparant avec les résultats obtenus sur les caractéristiques macroscopiques des gonades comme la couleur, la morphologie et la consistance, et par d'autres méthodes de description (RGS, observations microscopiques, coupes histologiques).

La détermination du sexe a été possible à la loupe binoculaire pour les stades avancés de maturation des femelles, mais d'une manière générale l'utilisation du microscope s'est avérée nécessaire. De plus, la distribution des diamètres des ovocytes a été établie à partir des prélèvements au formol et a permis de déterminer les caractéristiques des stades de maturité.

L'atrésie correspond au phénomène de désintégration des cellules germinales non pondues. Ainsi, elles se retrouvent sous forme d'amas colorés en plusieurs endroits de la lumière des tubules gonadiques. Un nouveau paramètre a été défini et utilisé afin de déterminer la fin du cycle sexuel, car la proportion de ces amas augmente avec la chute de l'activité reproductrice. Une valeur semi-quantitative ou indice d'atrésie, a été attribuée à chaque individu, à partir des échantillons au formol.

- *aucune atrésie (0)* : aucun amas cellulaire de dégénérescence n'a été observé au niveau de l'ensemble de la gonade;
- *faible atrésie (1)* : petits amas colorés épars, distribués surtout au niveau des extrémités distales des tubules;
- *moyenne atrésie (2)* : les amas sont beaucoup plus importants en nombre et en taille, avec toujours une plus forte proportion aux extrémités distales. Les amas sont aisément visibles à l'œil nu;
- *forte atrésie (3)* : les amas sont remplacés par des structures qui occupent l'ensemble du volume du lumen dans les tubules principaux de la go-

nade. Certains amas persistent aux extrémités distales des tubules qui paraissent assez vides.

Une courbe de l'évolution de l'atrésie a par ailleurs été établie et mise en relation avec celle des RGS moyens sur la durée de l'étude.

Des coupes histologiques ont été préparées afin de décrire plus précisément les stades de maturité observés. Deux colorations ont été utilisées, Trichrome et HPS (Hématéine-Phloxine-Safran).

Résultats

Sex-ratio

Sur l'ensemble de l'échantillonnage annuel de 260 individus, seules 8 femelles ont été récoltées; le sex-ratio est de 97,3 pour cent de mâles (figure 2). Dans l'échantillon complémentaire effectué à Planch' Alizés sur les 12 individus capturés, il y avait 5 femelles et 7 mâles, donc un sex-ratio plus équilibré.

Étude des indices gonadiques et des gonades

L'évolution mensuelles des RGS moyens (figure 3a) montre plusieurs phases au cours de l'année. De mars à la fin mai, les valeurs varient peu entre 1,64 et 1,69. A partir de la fin mai, on observe une chute rapide des RGS jusqu'à une valeur de $0,83 \pm 0,29$ en juillet. Puis, on observe une lente progression de la valeur moyenne des RGS jusqu'à un maximum en début novembre avec $3,22 \pm 0,93$ (premier pic de RGS). Les RGS diminuent légèrement jusqu'à fin décembre ($2,41 \pm 0,74$). Au mois de janvier, les RGS augmentent à nouveau très rapidement pour atteindre un deuxième pic à la fin janvier ($4,58 \pm 1,36$). Les valeurs diminuent ensuite progressivement jusqu'à fin mars ($3,31 \pm 1,10$). L'évolution des RGS montre donc deux pics vers la mi-novembre et fin janvier. Les chutes des valeurs, correspondent aux deux périodes de ponte (Conand 1989). Ces deux pics se situent pendant la saison chaude (figure 3b).

où les températures de l'eau de mer sont les plus élevées. Par ailleurs, les valeurs de RGS obtenues pour le mois de mars (Fig. 3a) divergent d'une année à l'autre, le RGS moyen étant de $1,64 \pm 0,45$ en 2000 et de $3,31 \pm 1,10$ pour mars 2001 ($t = -6,27$, différence significative au seuil de 5%).

L'analyse du diamètre des tubules gonadiques montre que ce paramètre suit l'allure de la courbe des RGS moyens. En effet, de mars à juin, le diamètre des tubules diminue lentement en même temps que la première chute des RGS. Lorsque les valeurs de RGS augmentent (premier pic mi-novembre), une sensible augmentation du diamètre des tubules apparaît. Comme les diamètres, les longueurs des tubules gonadiques évoluent parallèlement à la courbe mensuelle des RGS. Les longueurs moyennes diminuent donc lors de la première chute des valeurs de RGS et augmentent avec l'apparition du premier pic de RGS.

La description macroscopique des gonades selon les stades de maturité est plus délicate que chez d'autres espèces holothuries (Conand 1989, 1993). En effet, il n'y a pas de grandes variations de leur aspect au cours du cycle sexuel. On a cependant pu identifier : 1) un stade de maturation, 2) un stade de pré-ponte ou mûr, et 3) un stade de post-ponte (figure 4). Aucun individu au stade immature n'a été observé, en dehors de ceux de l'échantillon complémentaire, réalisé pour déterminer le poids à la première maturité.

Concernant l'atrésie, l'allure générale de la courbe de l'indice moyen d'atrésie au cours du cycle de reproduction (figure 3a) est inverse à celle des RGS moyens. En effet, lorsque le premier pic de la courbe des RGS apparaît à la mi-novembre, l'atrésie est en forte chute et arrive en fin novembre, à une valeur nulle. Après une sensible remontée entre les deux saisons de ponte (début janvier), les valeurs de l'indice rechute. La remontée des valeurs moyennes de l'indice d'atrésie s'effectue au moment de la chute des RGS, juste après la ponte.

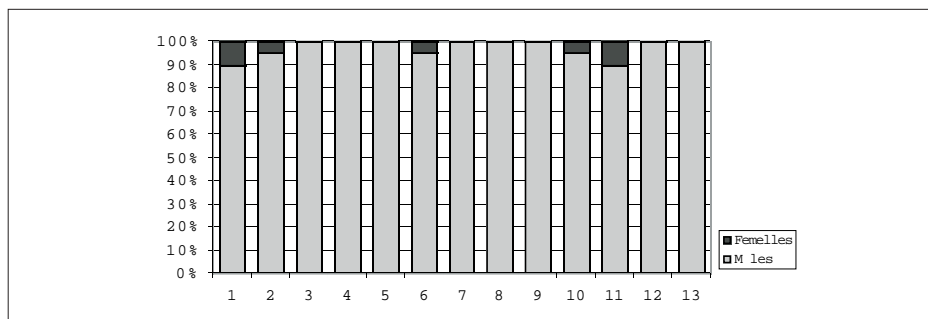


Figure 2. Répartition mensuelle du sex-ratio de *Stichopus chloronotus*, population de Trou d'Eau, La Réunion (échantillon mensuel de 20 individus, mars 2000 - avril 2001)

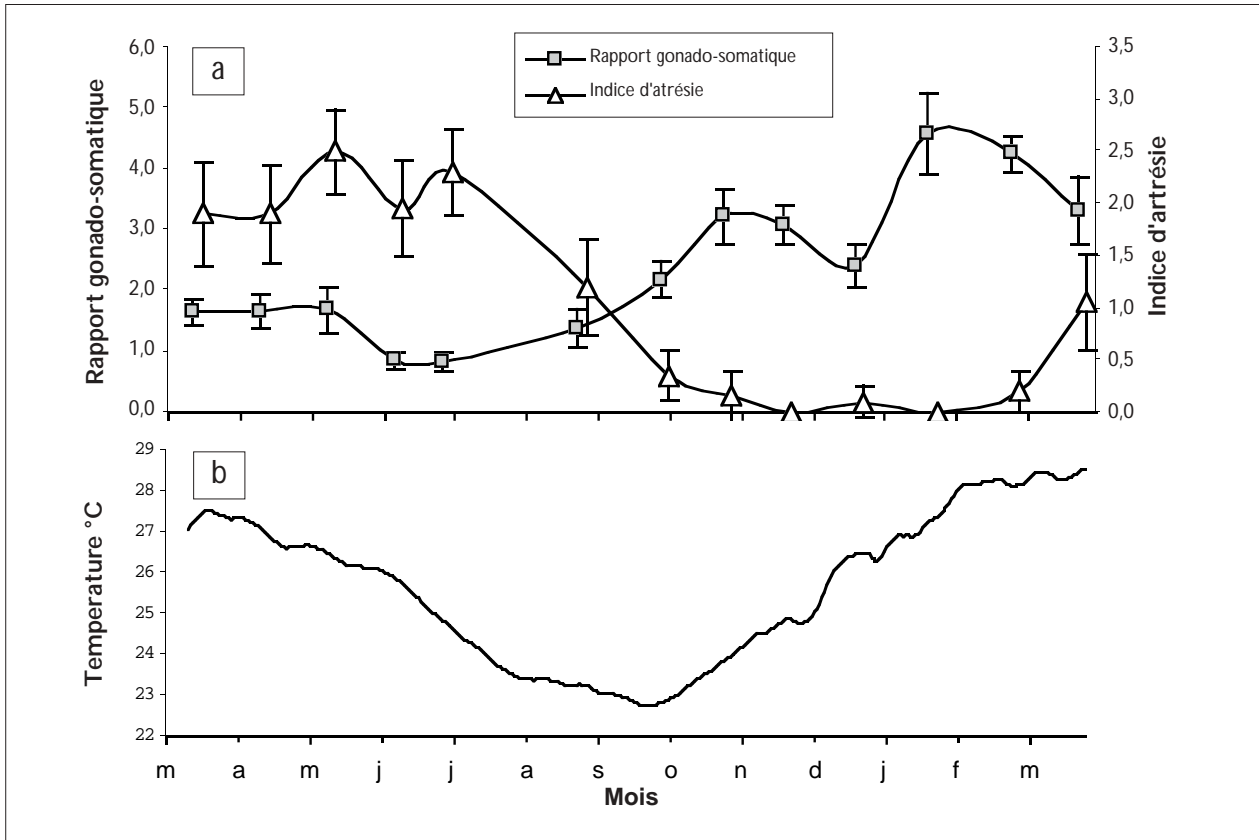


Figure 3. Variations du rapport gonado-somatique et de l'indice d'atrésie de *Stichopus chloronotus*, et des températures de surface à La Réunion (valeurs mensuelles ± écart type)

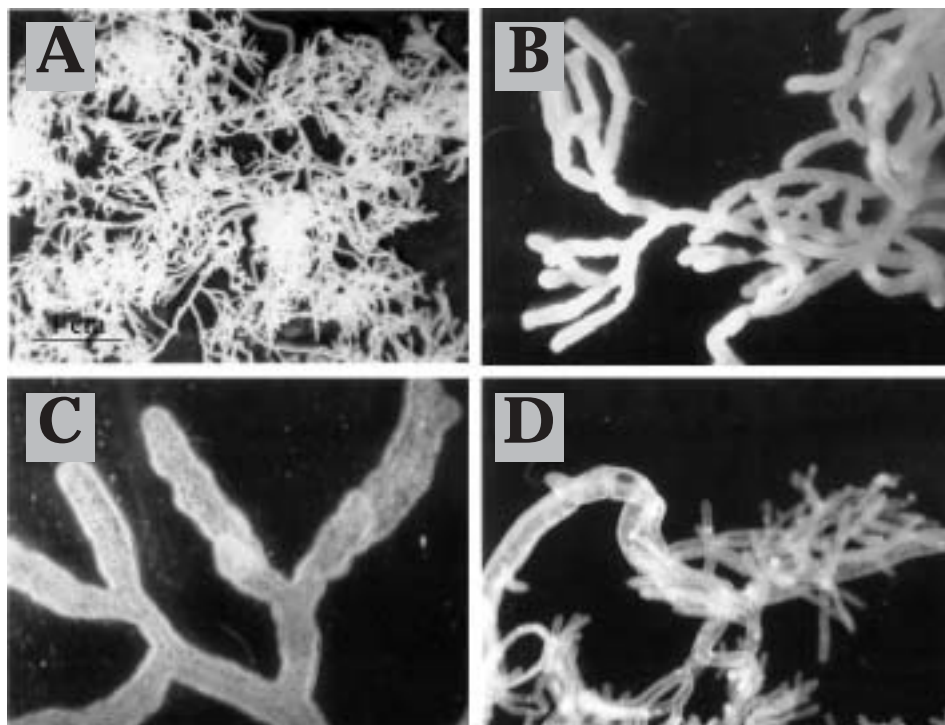


Figure 3. Morphologie des gonades de *Stichopus chloronotus*.
 A: Testicule. B: Tubule de testicule à maturité.
 C: Tubule d'ovaire à maturité. D: Tubule testiculaire en post-ponte avec atrésie.

La distribution de fréquence des diamètres des ovocytes à partir des échantillons au formol, est présentée pour chaque stade en figure 5. Pendant la phase de post-ponte (figure 5a), les ovocytes sont distribués entre de 12 μm à 48 μm , avec un mode à 30 μm . Pendant la maturation (figure 5b), les ovocytes en cours de développement ont des diamètres entre 36 μm et 78 μm avec une moyenne à 64 μm . Les trois seules femelles récoltées pendant la période de ponte (figure 5c) ont des ovocytes mesurant de 30 à 114 μm , les ovocytes mûrs ayant un mode à 84 μm .

L'étude histologique a permis une observation plus fine de ces différents stades. Ainsi, la distinction entre les individus immatures et ceux en stade de maturation est plus nette. L'histologie a donc permis la description de 4 stades de maturité : 1) immature, 2) maturation, 3) en pré-ponte ou mûrs, et 4) post-ponte (figure 6). Ces stades sont décrits dans le tableau 1.

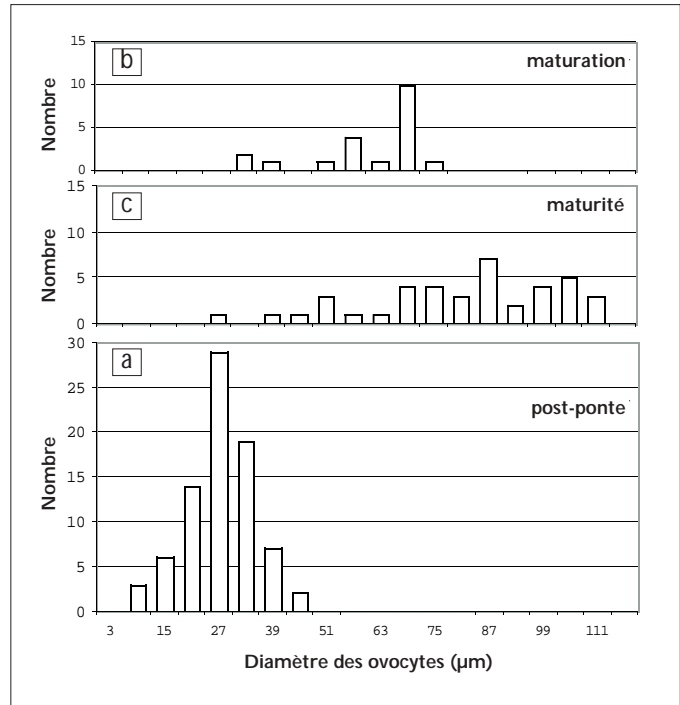


Figure 5 : Distribution de fréquence des diamètres des ovocytes, a : post-ponte; b : maturation; c : maturité

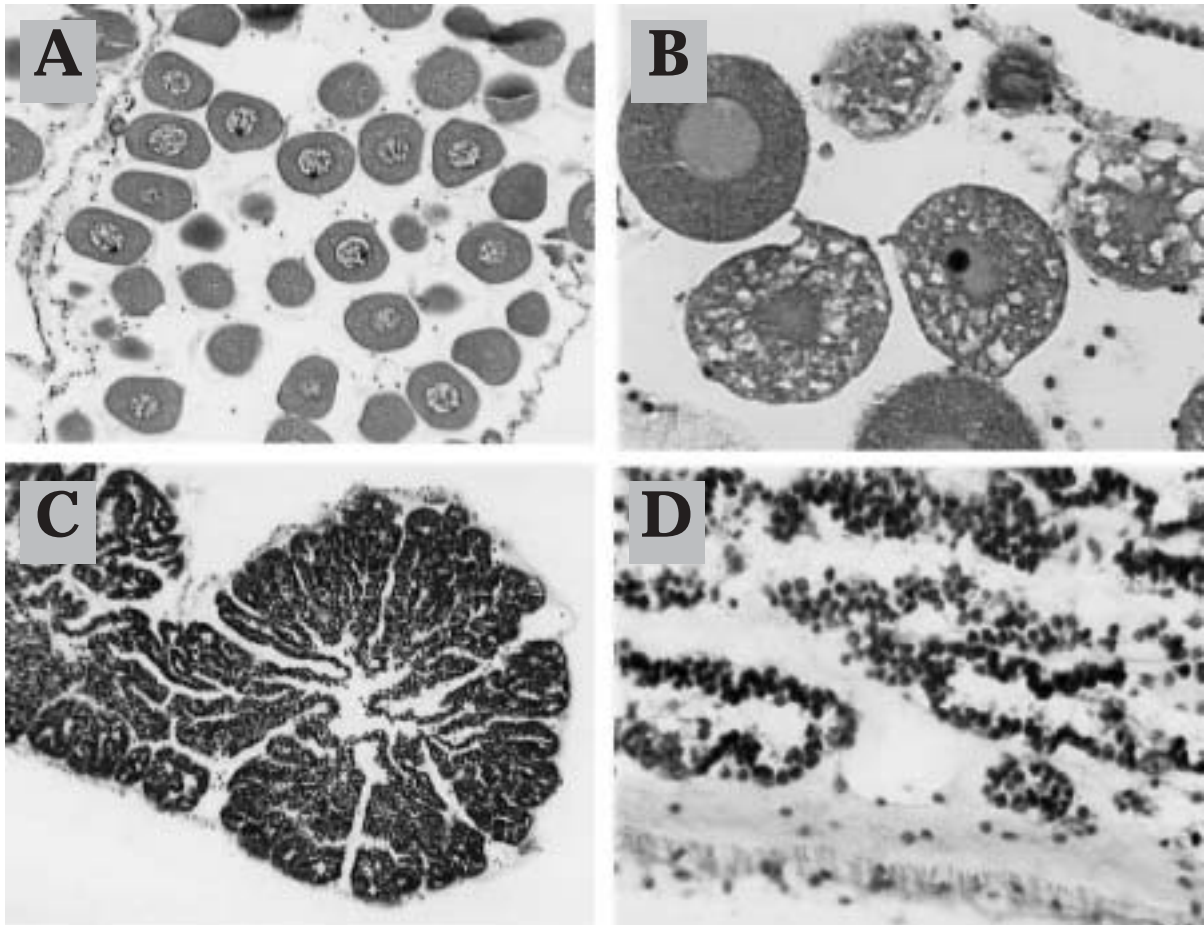


Figure 6. Caractéristiques histologiques des gonades de *Stichopus chloronotus*
 A: Tubule ovarien et ovocytes à maturité. B: Ovocytes en désintégration (atrésie).
 C: Tubule testiculaire à maturité. D: Tubule testiculaire en maturation.

Première maturité sexuelle

La détermination de la première maturité sexuelle a été effectuée à partir de 20 petits individus de l'échantillonnage complémentaire à Trou d'eau (11/03/01). Le poids à première maturité a été estimé à 50 g. En effet, tous les individus dont le poids total était supérieur à 50 g avaient des gonades et ceux dont le poids était inférieur n'en avaient pas.

Évolution des stades de maturité pendant le cycle annuel.

La figure 7 présente la proportion des individus de chaque stade, au cours du temps, appuyée sur les autres résultats. Ainsi une majorité d'individus en post-ponte est observée entre mars et juillet, puis leur diminution se fait parallèlement à l'augmentation des individus en maturation entre août et octobre. En novembre, les individus en pré-ponte augmentent fortement puis diminuent en décembre. Ils augmentent à nouveau fortement en janvier pour diminuer progressivement en février et mars. Le cycle est donc caractérisé par une première saison de ponte en novembre de faible importance, suivie d'une saison principale en février-mars pendant la saison chaude.

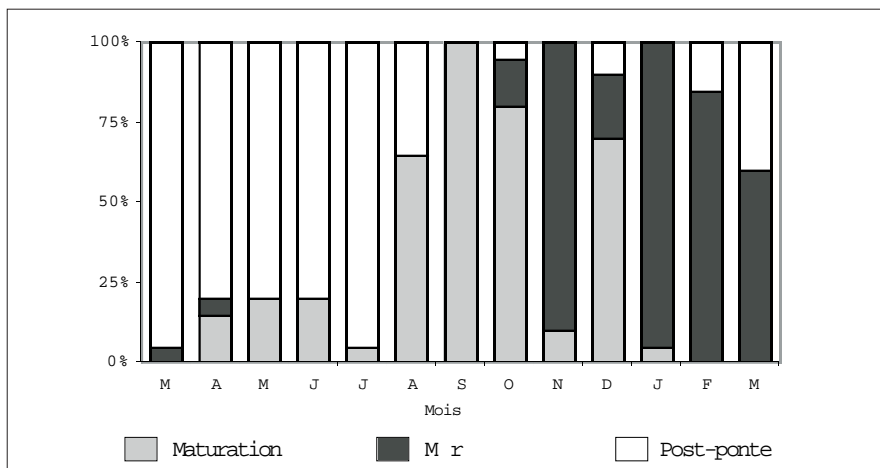


Figure 7. Cycle de reproduction de *Stichopus chloronotus* à La Réunion

Tableau 1. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques des gonades de *Stichopus chloronotus* aux différents stades de maturité

Différents stades	Caractéristiques anatomiques et macroscopiques des gonades	Caractéristiques microscopiques
Stade immature	Les tubules sont petits et peu ramifiés.	Présence de rares villosités contre les parois des tubules. Peu de cellules germinales.
Stade de maturation	Les tubules sont blanchâtres et déjà très ramifiés ; les villosités sont bien visibles.	Mâles : Les villosités augmentent. Peu de cellules germinales dans la lumière des tubules. Femelles : les ovocytes sont très serrés les uns contre les autres et occupent la totalité de la lumière des tubules. A ce stade, les ovocytes mesurent entre 36 et 78 µm, avec une moyenne autour de 64 µm.
Stade mûr	Léger changement de coloration, passant alors du blanchâtre au blanc cassé voire brun-crème dans les 2 sexes. Les tubules sont renflés.	Mâles : Les villosités sont moins prononcées et restent associées à la paroi. Les spermatozoïdes en cours de maturation sont bien visibles. Les spermatozoïdes apparaissent sous forme de granules denses dans la lumière du tube Femelles : Les ovocytes sont indépendants de la paroi du tubule où il reste des ovogonies. A ce stade, les ovocytes sont pour la plupart mûrs, ils mesurent 84 µm en moyenne et jusqu'à 114 µm pour les plus gros. Ils sont caractérisés par un noyau de diamètre très important, bien visible et par la présence d'un nucléole excentré.
Stade de post-ponte	Les tubules sont plus ou moins vides avec des spermatozoïdes ou des ovocytes résiduels non pondus, en général en atresie (masses jaunâtres).	Pour les deux sexes, on observe des tubules plus ou moins vides. On note la présence de cellules non émises, d'ovocytes en dégradation plus ou moins avancée chez les femelles et des masses d'atresie chez les mâles.

Discussion

Cette étude qui fait suite à celle de la reproduction asexuée par scission de *Stichopus chloronotus* (Conand et al. 1998), est la première concernant la reproduction sexuée à La Réunion. Elle est réalisée dans le site de Trou d'Eau où le taux de scission est très fort. Ce site est caractérisé par une résurgence d'eau riche en éléments nutritifs (Cuet 1989) qui permet un développement algal et une forte teneur en matière organique des sédiments. Ces caractéristiques sont très favorables à l'installation et à la prolifération de cette espèce qui a un mode de nutrition détritivore (Conand 1989; Uthicke 1997).

La détermination microscopique des sexes a permis d'observer des valeurs très déséquilibrées du sex-ratio de 0,97 : 0,03 en faveur des mâles. Ce cas est rare chez les autres espèces d'holothuries où les proportions sont souvent peu différentes de 1:1 (Conand 1989; Hopper 1997; Uthicke 1997; Hamel et al. 2001). Chez *S. chloronotus*, plusieurs populations déjà étudiées présentaient des sex-ratio équilibrés : en Australie (GBR) (Franklin, 1980), en Indonésie (Tan Shau-Hwai et Bin Yasin 2000) ou encore à l'île de la Réunion (site de Planch'Alizés) (Conand obs. non publiées). Cependant, un déséquilibre de sex-ratio comparable à celui de la présente étude a été décrit par Uthicke et al. (1999) à Great Palm Island (GBR). En effet, sur 59 individus, une seule femelle avait été observée. Quatre hypothèses pourraient expliquer ces résultats : 1) une forte mortalité des femelles adultes, 2) un taux de scission plus important chez les mâles, 3) un faible recrutement de femelles (dû à une forte mortalité des larves ou juvéniles femelles), et 4) une inversion de sexe pendant le cycle de vie (larvaire planctonique ou adulte). La distribution des poids, identique chez les mâles et les femelles suppose une même distribution d'âge et une même survie chez les 2 sexes, ce qui permet de rejeter la première hypothèse. Aucune différence des taux de scission entre sexe n'a été détectée (Uthicke *et al.*, 1999), ce qui rejette la seconde hypothèse. Par ailleurs, les mêmes distributions de taille entre les mâles et les femelles ainsi que l'absence d'individu hermaphrodite va à l'encontre de l'hypothèse de l'inversion de sexe au stade adulte. Ainsi, sur Trou d'eau, l'important déséquilibre du sex-ratio peut être expliqué soit par une plus grande mortalité des femelles lors du recrutement, soit par une capacité de dispersion des larves différentes suivant le sexe, comme sur la GBR (Uthicke et al. 1999).

Le cycle de reproduction a été décrit en utilisant les méthodes classiques. Les RGS moyens mensuels peuvent avoir une évolution différente selon l'espèce ou le site considérés. Chez *Stichopus chloronotus* l'allure bimodale de la courbe observée à La Réunion correspond donc à une stratégie semi-annuelle de reproduction qui vient confirmer les études antérieures menées

sur cette espèce (Franklin 1980; Tan Shaw-Hwai et Bin Yasin 2000). Il existe une différence significative entre les valeurs moyennes des deux pics (statistiquement significative au seuil de 5%), ce qui suppose une intensité différente dans l'activité de reproduction pour les deux périodes de ponte. Ceci a déjà été observé par différents auteurs, notamment Franklin (1980) concernant *S. chloronotus*, mais aussi Conand (1989 et 1993b) et Hamel et al. (2001) concernant *Holothuria scabra*. Les valeurs moyennes de RGS pour les mois de mars 2000 ($1,64 \pm 0,45$) et 2001 ($3,31 \pm 1,10$) divergent de manière significative ($p = -6,27$ au seuil de 5%). Or les températures de l'eau en mars 2001, sont supérieures d'environ 1°C par rapport à la moyenne pluriannuelle. Cet allongement de la saison chaude a donc entraîné un décalage et/ou un prolongement du cycle de reproduction. Ce phénomène a déjà été observé par divers auteurs, notamment par Hopper et al. (1998) qui, sur *Actinopyga mauritiana*, ont mis en évidence un important bouleversement du cycle de reproduction sous l'influence de la température.

La comparaison des valeurs obtenues à celles d'autres auteurs montre plusieurs similitudes comme la présence de deux périodes de reproduction, une activité plus importante pendant la saison chaude, mais aussi certaines divergences. Cependant cette comparaison ne peut se faire que par l'allure générale de l'activité de reproduction car le choix des indices gonadiques propre à chaque auteur limite la comparaison des valeurs obtenues (poids total, ouvert ou éviscéré). Ainsi, le cycle de reproduction décrit en Malaisie (Tan Shau-Hwai et Yasin 2000) semble être étalé sur une plus longue période qu'à la Réunion. En effet, un plus grand décalage entre les deux pics de reproduction (figure 8) entraîne un retard de la fin du cycle. Un pic plus précoce est de plus observé. Les données obtenues sur la Grande Barrière (Franklin 1980), montrent entre les deux pics une même période qu'à la Réunion (figure 8). Les valeurs sont par ailleurs trop faibles pour distinguer une différence d'intensité de l'activité de reproduction entre les deux périodes de ponte. Le cycle sur la Grande Barrière semble avoir la même durée qu'à la Réunion. Cependant, on peut distinguer un décalage entre les deux cycles de reproduction.

La morphologie des gonades a été étudiée ici sous deux aspects : (1) le diamètre des tubules et (2) la longueur des tubules. L'évolution du diamètre des tubules, permet de situer les valeurs les plus fortes juste pendant les périodes de ponte, comme l'avait observé Franklin (1980). L'évolution de la longueur des tubules montre des valeurs plus importantes pendant la période de forte activité de reproduction. Chez *S. chloronotus*, les tubules sont présents tout au long de l'année et il n'y a pas de phase de repos sexuel. L'estimation du diamètre des ovocytes est faite sur du matériel fixé au formol. Une valeur moyenne de 84 µm a été obtenue et une valeur maxi-

male de 114 μm a été observée pendant le stade de pré-ponte. Ces valeurs sont supérieures à celles de Franklin qui avait travaillé sur du matériel fixé dans du liquide de Bouin qui provoque une plus forte rétraction des cellules que le formol.

L'évolution mensuelle de l'indice d'atrésie montre une étroite dépendance avec l'activité de reproduction. L'allure générale de la courbe de l'indice d'atrésie est inverse de celle des RGS et montre donc de plus fortes valeurs entre avril et août. Cet indice est intéressant pour confirmer les autres résultats.

L'étude histologique a confirmé les résultats obtenus sur le choix des différents stades à l'aide des observations macroscopiques. Dans cette étude, la première maturité sexuelle a été estimée à 50 g, à partir d'un effectif de 20 individus, mais cette valeur est en accord avec celle de Franklin (1980).

La proportion d'individus de chaque stade au cours du cycle est bien corrélée à la courbe des RGS et montre relativement bien l'évolution mensuelle des stades des individus.

La description du cycle de reproduction de *S. chloronotus* est donc basée sur la synthèse de trois paramètres différents qui sont : 1) l'évolution des RGS moyens, 2) l'évolution mensuelle de l'indice moyen d'atrésie, et 3) les proportions mensuelles d'individus de chaque stade.

Conclusion

Le cycle de reproduction de *Stichopus chloronotus* sur le site de Trou d'Eau à La Réunion ne montre pas de

grandes divergences par rapport aux autres populations déjà étudiées en Australie (GBR) (Franklin, 1980) et en Malaisie (Tan Shau-Hwai et Yasin 2000). En effet, comme sur les autres sites, ce cycle s'étend sur une année et se caractérise par deux périodes de ponte. Cependant, l'étude de Conand et al. (1998) menée sur cette même station a montré que la structure même de cette population est tout à fait remarquable, d'une part, par les fortes densités observées (3,7 ind/m²), d'autre part par la faible valeur du poids moyen des individus et enfin par la reproduction asexuée par scission (Conand et al. 1998). Il faut cependant noter que les pontes se situent en saison chaude et la scission en saison froide. La présente étude apporte des éléments nouveaux pour aborder les différentes stratégies adaptatives de cette population et servira de base pour évaluer les rôles respectifs des deux types de reproduction dans la dynamique de population.

Bibliographie

- Conand, C. 1989. Les Holothuries aspidochirotés du lagon de Nouvelle-Calédonie : biologie, écologie et exploitation. Études et Thèses ORSTOM, Paris. 393 p.
- Conand, C. 1993a. Ecology and reproductive biology of *Stichopus variegatus*, an Indo-Pacific coral reef sea cucumber (Echinodermata : Holothuroidea). Bulletin of Marine Science, 52, 3 : 970-981.
- Conand, C. 1993b. Reproductive biology of the holothurians from the major communities of the New Caledonian Lagoon. Marine Biology 116 : 439-450.

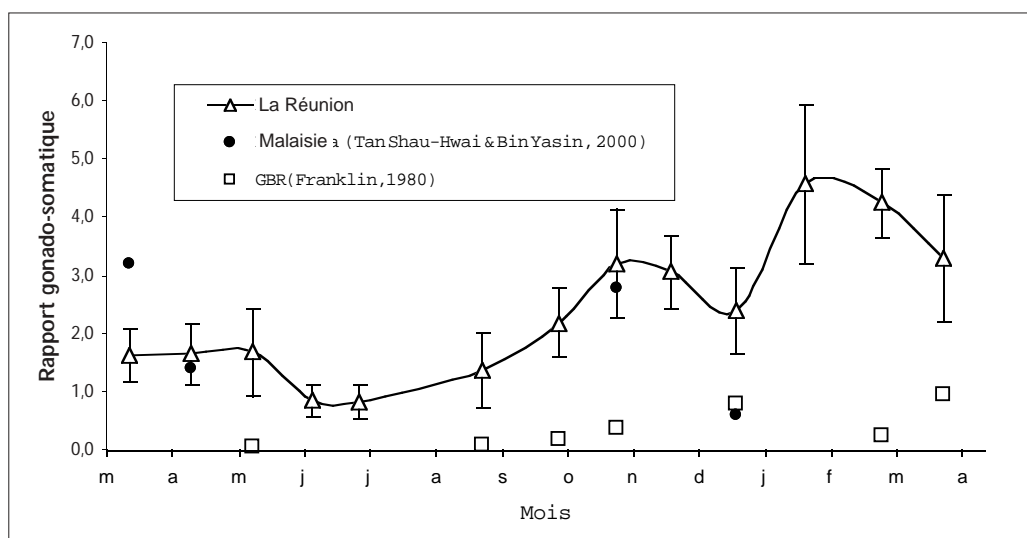


Figure 8. Comparaison de l'évolution mensuelle des RGS moyens entre La Réunion, la Malaisie et la Grande barrière australienne (GBR)

- Conand, C., A. Jérôme, N. Dijoux & J. Garryer. 1998. Reproduction asexuée par scission dans une population de *Stichopus chloronotus*, La Réunion, Océan Indien. La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS 10 : 15-23.
- Cuet, P. 1989. Influence des résurgences d'eau douce sur les caractéristiques physico-chimiques et métaboliques de l'écosystème récifal à La Réunion. Doctorat en Chimie de l'Environnement, Univ. Aix-Marseille III : 295 p.
- Franklin, S. E. 1980. The reproductive biology and some aspects of the population ecology of the holothurians *Holothuria leucospilota* and *Stichopus chloronotus*. Ph. D. Thesis, University of Sydney : 253 pp.
- Hamel, J.-F., C. Conand, D. L. Pawson et A. Mercier. 2001. The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuridae : Echinodermata) : Its biology and its exploitation as bêche-de-mer. Advances in Marine Biology, 41 (in press)
- Hopper, D. R., C. L. Hunter & R. H. Richmond. 1998. Sexual reproduction of the sea cucumber, *Actinopyga mauritiana* (Echinodermata : Holothuroidea), in Guam. Bulletin of Marine Science, 63, 1 : 1-9.
- Tan Shau-Hwai, A. et Z. Bin Yasin. 2000. Reproduction cycle of *Stichopus chloronotus* (Brandt, 1835) in the Straits of Malacca. 10th International Echinoderm Conference, New Zealand. abstracts p : 92.
- Uthicke, S. 1994. Distribution patterns and growth of two reef flat holothurians *Holothuria atra* and *Stichopus chloronotus*. Echinoderms through Time, David, Guille, Féral & Roux (eds). Rotterdam. 569-576.
- Uthicke, S. 1997. Seasonality of asexual reproduction of *Holothuria (Halodeima) atra*, *H. (H.) edulis* and *Stichopus chloronotus* (Holothuroidea : Aspidochirotida) on the Great Barrier Reef. Marine Biology 129: 435-441.
- Uthicke, S. 2000. The influence of asexual reproduction on the structure and dynamics of *Holothuria (Halodeima) atra* and *Stichopus chloronotus* populations of the Great Barrier Reef. Mar. Freshwater Res.
- Uthicke, S., J.A.H. Benzie et E. Ballment. 1999. Population genetics of the fissiparous holothurian *Stichopus chloronotus* (Aspidochirotida) on the Great Barrier Reef, Australia. Coral Reef, 18 : 123-132.
- Uthicke, S., C. Conand, & J.A.H. Benzie. 2001. Population genetics of the fissiparous holothurians *Stichopus chloronotus* and *Holothuria atra* (Aspidochirotida) : a comparison between Torres Strait and La Réunion. Mar. Biol. (in press)



Pierre Laboute - IRD

Stichopus chloronotus

Évaluation du “modèle de recrutement des tubules” chez trois holothuries tropicales aspidochirotés

Christian Ramofafia^{*, 1, 2} et Maria Byrne¹

Introduction

Les holothuries ont une seule gonade comprenant une ou deux touffes de tubules allongés. Les tubules se développent en une seule cohorte ou en cohortes distinctes d'âge différent (Smiley et al. 1991). Chez les espèces où le développement de la gonade est uniforme, l'état gamétogénique des tubules est semblable pour l'ensemble de la gonade et tous les tubules ont une apparence uniforme. Chez les espèces où la gonade a des cohortes de tubules, la gamétogénèse est synchrone à l'intérieur des cohortes mais asynchrone entre celles-ci. Généralement, les tubules de petite taille se trouvent à un stade précoce de la gamétogénèse et les tubules de grande taille sont mûrs. Les tubules de ces gonades sont recrutés progressivement de la partie antérieure à la partie postérieure de la base de la gonade. Une telle évolution progressive des tubules a été décrite en détail pour l'espèce *Stichopus californicus* et a constitué la base du “modèle de recrutement des tubules” pour le développement ovarien des holothuries (Smiley et Cloney 1985; Smiley 1988, 1994; Smiley et al. 1991).

Dans un cycle annuel de reproduction donné, la gonade de *S. californicus* est structurée en trois cohortes distinctes (primaire, secondaire et féconde) de tubules. Les tubules primaires sont fixés sur la section antérieure de la base de la gonade et contiennent des ovocytes prévitellogènes. Dans la partie centrale de la gonade, les tubules secondaires comportent des ovocytes vitellogènes. Les tubules féconds sont fixés sur la partie postérieure de la base de la gonade et ne comptent que des ovocytes vitellogènes tardifs. Après la reproduction, ces tubules sont résorbés. Chez *S. californicus*, il faut au moins deux ans pour que des tubules qui ont été recrutés deviennent matures. Les tubules primaires apparaissent l'année N et évoluent en tubules secondaires lors de l'année N+1. Les tubules secondaires deviennent des tubules féconds lors de l'année N+2 (Smiley et Cloney, 1985). D'aucuns ont fait valoir que ce schéma de développement des ovocytes et des ovaires pourrait s'appliquer *grosso modo* à toute la classe des Holothuroidea (Smiley et Cloney 1985).

Lorsqu'ils ont évalué l'applicabilité du modèle de recrutement des tubules pour les holothurides, Sewell

et al. (1997) ont signalé que le développement de la gonade d'un grand nombre d'espèces des ordres Dendrochirotés, Apodes et Molpadides ne correspondent pas au modèle. La plupart des holothurides appartenant à ces ordres semblent posséder des ovaires dont tous les tubules se trouvent à un stade analogue de développement. Bien que le modèle ait été axé sur une espèce aspidochirote, seuls les ovaires d'*Holothuria forskali* (ordre Aspidochirotés) auraient par la suite correspondu aux prédictions du modèle (Tuwo et Conand, 1992). À l'image de *S. californicus*, *H. forskali* est un holothuride présent en zone tempérée. L'évaluation du développement ovarien chez plusieurs aspidochirotés tropicaux — notamment d'*Holothuria atra*, *H. floridana*, *H. mexicana*, *H. nobilis*, *Actinopyga echinites*, *Stichopus variegatus* et *Thelenota ananas* (Conand 1981, 1982, 1993a, b; Engstrom 1980; Pearse 1968) — a permis de constater que leurs ovaires n'évoluent pas conformément aux prédictions du modèle (Sewell et al. 1997). Dans cet article, nous décrivons le développement de la gonade chez *H. fuscogilva*, *H. scabra* et *Actinopyga mauritiana* aux îles Salomon, et nous évaluons le système de croissance des tubules gonadiques par rapport au modèle. Il existe d'autres descriptions de reproduction pour *H. fuscogilva* chez Conand (1981, 1989, 1993a), Ramofafia et al. (2000), pour *A. mauritiana* chez Conand (1989, 1993a), Hopper et al. (1998), Ramofafia et al. (2001), et pour *H. scabra* chez Ong Che et Gomez (1985), Conand (1989, 1993a).

La morphologie de la gonade

Organisation du tubule

La gonade de *H. fuscogilva*, *H. scabra* et *A. mauritiana* était composée d'une seule touffe de tubules issus de la base de la gonade (figure 1A). Aucune cohorte distincte de tubules n'a été constaté. Les tubules étaient disposés tout autour de la base de la gonade qui avait une position centrale (figure 1A). Un seul conduit génital traversait la base de la gonade jusqu'au gonopore externe.

La croissance du tubule

Après la période de reproduction estivale de *H. fuscogilva* et *A. mauritiana* (août-décembre), de nouveaux

* Mél. : cramo@anatomy.usyd.edu.au

1. Department of Anatomy and Histology F13, Université de Sydney (Australie).
2. ICLARM Coastal Aquaculture Centre, P. O. Box 438, Honiara (îles Salomon).

tubules sont apparus en mars ou en avril. Ces tubules se sont ensuite développés et ont atteint leur maturité en août (*H. fuscogilva*) ou en octobre (*A. mauritiana*). Chez *H. scabra*, le développement de la gonade a été asynchrone et la reproduction a semblé être continue. Chez *H. scabra*, le développement de la gonade a été différent selon les individus mais l'état des tubules de toutes les gonades était semblable. Chez toutes les espèces, les tubules gonadiques se sont développés en une seule et même cohorte (figure 1A).

Chez ces trois espèces, la croissance de la gonade s'est matérialisée par une augmentation de la taille (longueur et diamètre) des tubules et du nombre de ramifications. La taille des tubules a augmenté au fur et à mesure du développement des ovocytes. La ramification des tubules a augmenté le volume de la gonade, et donc la fécondité. La ramification des tubules chez ces trois espèces s'est toujours effectuée par bifurcation qui intervenait une ou deux fois sur des segments préalablement ramifiés (figure 1B). La longueur des branches était variable, mais l'état gamétogénique était semblable dans les ramifications. Chez *H. fuscogilva*, quelques tubules ramifiés de petite taille ont été observés. Cependant, l'état gamétogénique de ces tubules courts était semblable à celui de tubules d'une longueur plus importante. Les ovaires gravides des trois espèces occupaient plus de la moitié de la cavité coelomique, s'étendant distalement jusqu'à la région postérieure de la cavité coelomique; en outre, leur poids humide variait entre 50 et 100 grammes. Les ovaires gravides étaient généralement empilés avec des ovocytes matures que l'on voyait facilement à travers la paroi transparente de l'ovaire (figure 1C, D).

Chez ces trois espèces, la reproduction n'était pas synchrone parmi les tubules. En cours de reproduction, les ovaires avaient des tubules après ponte ou

non. L'examen de préparation de de ces tubules écrasés et placés entre une lame et une lamelle fait apparaître la présence de phagocytes et d'ovocytes dégénérés, indiquant qu'un grand nombre d'œufs non pondus étaient résorbés. Dans les ovaires vides, tous les tubules étaient de taille réduite et avaient un aspect ridé (figure 1E). Toutefois, des œufs non fécondés pouvaient encore être présents et un grand nombre d'entre eux étaient dégénérés (figure 1F). Chez *H. fuscogilva* et *A. mauritiana*, des individus sans gonade ont été découverts. Pour ces espèces, il semble que la résorption totale des gonades intervient chaque année chez certains individus, lors de la phase de post-ponte. On a rarement trouvé des individus sans gonade chez *H. scabra*, ce qui donne à penser que la résorption totale des gonades chez cette espèce est rare.

La gamétogenèse

L'histologie de l'ovaire a montré que, chez *H. fuscogilva* et *A. mauritiana*, la gamétogenèse avait débuté en mars ou en avril par la présence d'ovocytes précoces dans la couche germinale. Chez *H. scabra*, la gamétogenèse a été asynchrone chez les individus ayant des gonades dont le stade de maturité était différent pendant toute l'année. Malgré cette différence, la gamétogenèse était semblable chez ces trois espèces, les ovocytes vitellogènes apparaissant le long de l'épithélium germinale au cours de reconstitution des ovaires. L'activité vitellogène a été observée dans des ovaires en phase de croissance, les ovocytes prévitellogènes, vitellogènes précoces, intermédiaires et tardifs étant répartis dans toutes les tubules gonadiques. À l'approche de la maturité, les ovocytes pleinement développés occupaient une place prépondérante dans le tubule. Chez les trois espèces, l'histologie a permis de constater que les ovocytes prévitellogènes étaient présents le long de l'épithélium germinale tout au long de

Tableau 1. Description de la morphologie du tubule gonadique chez trois holothuries par comparaison au modèle de recrutement du tubule.

Caractéristiques du modèle	Espèces		
	<i>Holothuria fuscogilva</i>	<i>Holothuria scabra</i>	<i>Actinopyga mauritiana</i>
Cohortes de tubules distinctes	Cohorte unique	Cohorte unique	Cohorte unique
Recrutement progressif du tubule	Non	Non	Non
Pas de résorption totale du tubule	Oui, parfois	Absente	Oui, parfois
Aucun renouvellement gamétogénique des tubules en phase post-ponte	Renouvellement gamétogénique	Renouvellement gamétogénique	Renouvellement gamétogénique
Production unique d'ovocytes à l'intérieur des tubules	Génération d'ovocytes qui se chevauchent	Génération d'ovocytes qui se chevauchent	Génération d'ovocytes qui se chevauchent
Les ovocytes ont besoin de plus d'une année pour arriver à maturité	Les ovocytes sont arrivés à maturité en moins d'une année	Les ovocytes peuvent arriver à maturité en moins d'une année (?)	Les ovocytes sont arrivés à maturité

la phase de développement. Le renouvellement gamétogénique au cours de la période de ponte a été observé chez ces trois espèces mais la fréquence de ce phénomène était plus importante chez *H. scabra* que chez *A. fuscogilva* et *A. mauritiana*.

Synthèse et conclusion

Pour que les ovaires des holothuries correspondent au modèle, la gonade doit se composer de cohortes distinctes de tubules dont chacun contient des gamètes au même stade de développement (Smiley 1988). Le recrutement de ces ovaires montre un schéma régulier de résorption de tubules féconds après la reproduction, suivi d'un remplacement par

des cohortes de tubules vitellogènes. Le développement des ovaires chez *H. fuscogilva*, *H. scabra* et *A. mauritiana*, provenant des Îles Salomon, était différent à bien des égards du modèle (tableau 1). À l'évidence, il n'y a pas de correspondance avec le modèle décrit pour *S. californicus* (Smiley 1988). Le développement des ovaires chez *H. fuscogilva*, *H. scabra* et *A. mauritiana* provenant d'autres zones tropicales est semblable à celui décrit ici (Conand 1993a; Hopper et al. 1998; Ong Che et Gomez 1985; Reichenbach 1999; Tuwo 1999). Le nombre croissant d'espèces aspidochiotes ne correspondant pas au modèle nous conduit à être d'accord avec Frick et al. (1996) et Sewell et al. (1997) lorsqu'ils affirment que le modèle n'est pas la règle pour l'ovogénèse des holothurides.

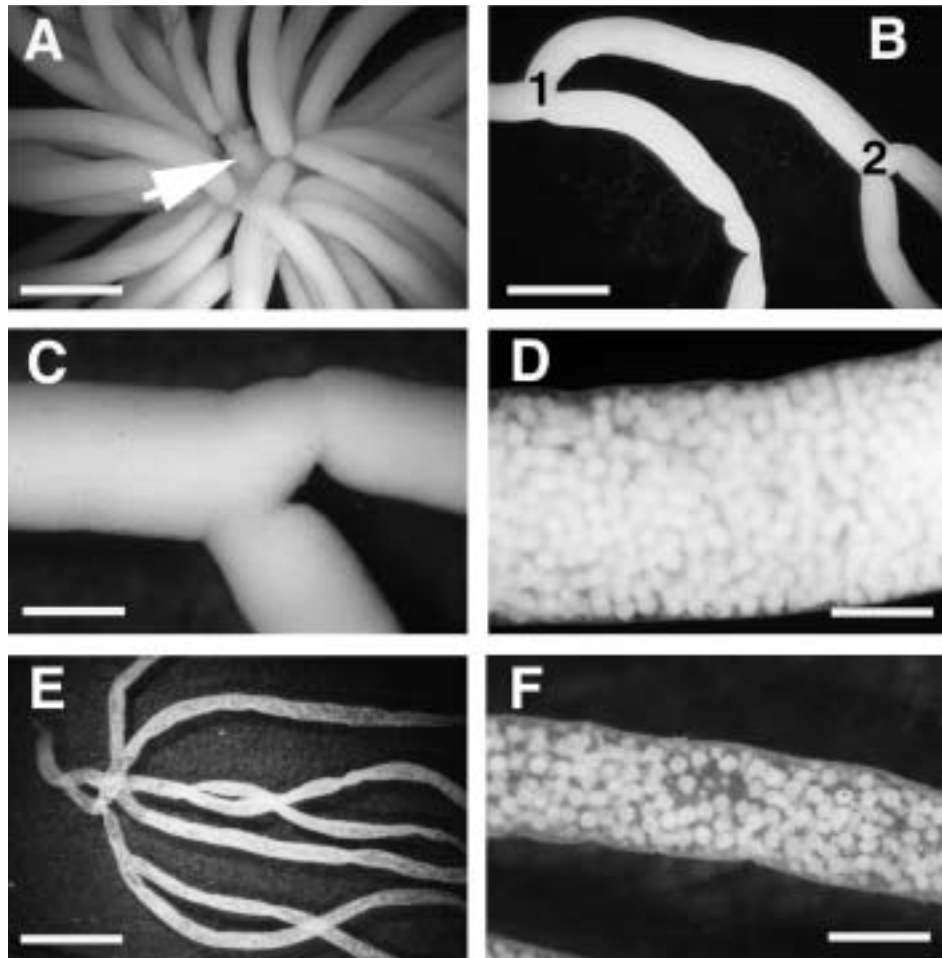


Figure 1. Morphologie de la gonade des holothuries aspidochiotes des zones tropicales

- A. *A. mauritiana*. Ovaire mature composé d'une touffe unique de tubules issus de la base de la gonade (flèche). Notez la fixation radiale des tubules autour de la base de la gonade.
- B. Ramification du tubule (1 et 2) qui donne naissance à des branches de longueurs variables.
- C. Tubule ramifié de *A. mauritiana* illustrant le développement gamétogénique à l'intérieur des branches.
- D. Tubule d'ovaire mûre de *H. fuscogilva* pleine d'ovocytes matures visibles à travers la paroi transparente du tubule.
- E. Tubule vide de *A. mauritiana*. Notez la taille réduite des tubules.
- F. Une partie du tubule, apparaissant en E, grossie pour montrer les ovocytes résiduels disposés de façon désordonnée.

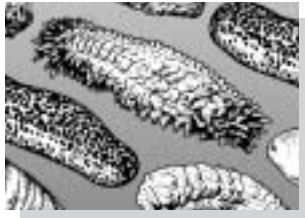
Échelle de A, B, E = 300 µm; C = 90 µm; D = 53 µm; F = 50 µm.

Remerciements

Ces travaux ont été entrepris au Centre d'aquaculture côtière (CAC) des Îles Salomon. Les auteurs remercient les chercheurs du CAC de leur avoir fourni une aide technique et d'avoir recueilli des échantillons, en particulier Stephen Battaglène, Maxwell Sau, Henry Rota, Idris Lane et Cletus Pita. Ils remercient également le personnel du service d'examen au microscope électronique de l'Université de Sydney qui leur a fourni des photographies, sans oublier l'ACIAR pour son aide financière, l'AusAID pour la bourse d'études du troisième cycle accordée à Christian Ramofafia et le Conseil australien pour la Recherche pour un crédit important octroyé à Maria Byrne.

References

- Conand, C. 1981. Sexual reproduction of three commercially important holothurian species (Echinodermata) from the lagoon of New Caledonia. *Bull. Mar. Sci.* 31(3):523-543.
- Conand, C. 1982. Reproductive cycle and biometric relations in a population of *Actinopyga echinites* (Echinodermata: Holothuroidea) from the lagoon of New Caledonia, western tropical Pacific. In: Lawrence JM (ed.) International Echinoderm Conference, Belkema, Rotterdam. 437-442.
- Conand, C. 1989. Les Holothuries Aspidochirotes du lagon de Nouvelle-Calédonie : biologie, écologie et exploitation. Etudes et Thèses, Paris : ORSTOM. 393 p.
- Conand, C. 1993a. Reproductive biology of the holothurians from the major communities of the New Caledonian Lagoon. *Mar. Biol.* 116:439-450.
- Conand, C. 1993b. Ecology and reproductive biology of *Stichopus variegatus* an Indo-Pacific coral reef sea cucumber (Echinodermata: Holothuroidea). *Bull. Mar. Sci.* 52(3):970-981.
- Engstrom, N.A. 1980. Reproductive cycles of *Holothuria (Halodeimeia) floridana*, *H. (H) mexicana* and their hybrids in Southern Florida, USA. *International J. Invert. Reprod.* 2:237-244.
- Frick, J. E., E.E. Ruppert and J.P. Wourms. 1996. Morphology of the ovotestis of *Synaptula hydriiformis* (Holothuroidea: Apoda): an evolutionary model of oogenesis and the origin of egg polarity in echinoderms. *Invertebr. Biol.* 115:46-66.
- Hopper, D.R., C.L. Hunter and R.H. Richmond. 1998. Sexual reproduction of the tropical sea cucumber, *Actinopyga mauritiana* (Echinodermata: Holothuroidea) in Guam. *Bull. Mar. Sci.* 63(1):1-9.
- Ong Che, R.G and E.D. Gomez. 1985. Reproductive periodicity of *Holothuria scabra* Jaeger at Calatagan, Batangas, Philippines. *Asian Mar. Biol.* 2:21-30.
- Pearse, J.S. 1968. Patterns of reproductive periodicity in four species of Indo-Pacific echinoderms. *Proc. Indian Acad. Sci. Sect. B* 68:247-279.
- Ramofafia, C., C.S. Battaglène, J.D. Bell and M. Byrne. 2000. Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Holothuria fuscogilva* in the Solomon Islands. *Mar. Biol.* 136:1045-1056.
- Ramofafia, C., C.S. Battaglène and M. Byrne. 2001. Reproductive biology of the intertidal sea cucumber *Actinopyga mauritiana* in the Solomon Islands. *J. Mar. Biol. Assoc. UK.* 81 (in press).
- Reichenbach, N. 1999. Ecology and fishery biology of *Holothuria fuscogilva* (Echinodermata: Holothuroidea) in the Maldives. *Bulletin of marine Science* 64:103-113.
- Sewell, M.A., P.A. Tyler, C.M. Young & C. Conand. 1997. Ovarian development in the Class Holothuroidea: a reassessment of the 'Tubule Recruitment Model'. *Biol. Bull.* 192:17-26.
- Smiley, S. 1988. The dynamics of oogenesis and the annual ovarian cycle of *Stichopus californicus* (Echinodermata: Holothuroidea). *Biol. Bull.* 175:79-93.
- Smiley, S. and R.A. Cloney. 1985. Ovulation and the fine structure of the *Stichopus californicus* (Echinodermata: Holothuroidea) fecund ovarian tubules. *Biol. Bull.* 169:342-364.
- Smiley, S., F-S. McEuen, C. Chaffee and S. Krishan. 1991. Echinodermata: Holothuroidea. In: A.C. Giese, J.S. Pearse and V.B. Pearse (eds). *Reproduction of marine invertebrates, vol VI: Echinoderms and Lophophorates*, California: Boxwood Press. 663-750.
- Smiley, S. 1994. Holothuroidea. In: F.W. Harrison and F.S. Chia (eds). *Microscopic anatomy of invertebrates, vol. 14: Echinodermata*. New York: Wiley Liss. 401-471.
- Tuwo, A. and C. Conand. 1992. Reproductive biology of the holothurian *Holothuria forskali* (Echinodermata). *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 72:745-758.
- Tuwo, A. 1999. Le cycle de reproduction de *Holothuria scabra* de l'île de Saugi, dans l'archipel de Spermonde, au sud-ouest de Sulawesi (Indonésie). *La Bêche-de-mer, bulletin de la CPS* 11:9-12.



Nouvelles de l'aquaculture

la bêche-de-mer

Études préliminaires sur la croissance de l'holothurie de sable dans des bacs, des bassins et des cages au Vietnam

Rayner Pitt*¹, Nguyen Thi Xuan Thu*², Mai Duy Minh³ et Hua Ngoc Phuc*⁴

Résumé

La variation des quantités d'eau et de substrat ingéré contenues dans des holothuries de sable peut fausser les données issues des études de la croissance fondées sur le poids. On constate en moyenne une perte de poids de près de 4 pour cent après une mise au sec de quinze minutes et des modifications pondérales du même ordre liées à l'absorption ou à la perte de sable sur deux à trois jours. Néanmoins, les fluctuations pondérales individuelles sur de courtes périodes sont souvent beaucoup plus importantes.

Des holothuries de sable conservées dans des bacs vides ont été nourries à l'aide de granulés destinés à l'alimentation des crevettes ou ont été privées de nourriture. Elles ont toutes perdu du poids, celles ayant été nourries en perdant plus rapidement. Dans des bacs contenant du sable, les holothuries ont maintenu leur poids vif. On constate peu de différence entre les effets d'un régime à base d'aliments pour volailles ou de farine de blé mélangée à des granulés pour crevettes, d'algue *Gracillaria* ou d'autres algues. Toute une gamme de végétaux finement moulus ont été ingérés puis évacués sans modification apparente.

Dans les bassins, les holothuries de sable ont grossi d'environ 1 à 3 g par animal et par jour. Deux tentatives d'études menées à différentes densités et sur des substrats différents ont échoué en raison d'une mortalité élevée liée aux fortes pluies et à la stratification des eaux. On pense avoir décelé un effet de densité négative et un léger avantage du sable par rapport à un substrat dur ou vaseux.

Des enclos marins construits par des plongeurs ont permis de regrouper un petit nombre d'holothuries. La survie de ces dernières a été satisfaisante de manière générale alors que leur taux de croissance (0 à 1 g par animal et par jour) semblait dépendre de leur localisation ainsi que de la densité de stockage. Si des sites adaptés peuvent être trouvés, il semble possible de créer des enclos de ce type sur de grandes superficies.

Introduction

Les holothuries de l'espèce *Holothuria scabra* (holothurie de sable) font l'objet d'une certaine attention car leur utilisation semble prometteuse dans le domaine de l'aquaculture ou de l'amélioration des stocks (Battaglione et Bell 1999). On les trouve dans les eaux littorales et elles sont largement présentes dans les régions tropicales et subtropicales; utilisées pour préparer un produit séché et exporté de forte

valeur, elles sont, par conséquent, surexploitées (Conand 1998). Un certain nombre d'études sur le cycle de maturité de ces animaux dans leur milieu naturel ont été entreprises (Ong Che et Gomez 1985; Conand 1993; Tuwo 1999) et les méthodes de stimulation de la ponte chez l'adulte mature ont été décrites (James 1996; Battaglione 1999; Ramofafia comm. pers.). Il semble qu'il soit relativement aisé d'élever les larves jusqu'à la période de colonisation et même au-delà, du moins en petit nombre.

* RIA 3, 33 Dang Tat, Nha Trang, Khanh Hoa (Vietnam). Téléphone : 00 84 58 831136; télécopieur : 00 84 58 831846.

1. iclarm@dng.vnn.vn

2. thuabmm@dng.vnn.vn

3. Department of Biology, Marine Ecology, Finlandsgade 14, 8200 Arhus University (Danemark). Télécopieur : 00 45 8942 4387; méil. : biominh@nf.au.dk

4. hngphuc@yahoo.com

Néanmoins, peu de travaux ont été publiés en ce qui concerne les taux de croissance à espérer des holothuries d'élevage ou dans leur milieu naturel.

Ces informations sont, bien entendu, indispensables pour connaître la viabilité d'éventuels programmes de grossissement ou d'amélioration des stocks à des fins commerciales. Elles sont aussi probablement d'importance là où les stocks d'holothuries de grande taille sont en voie d'épuisement et où les animaux récoltés doivent être élevés jusqu'à atteindre une taille suffisante avant de se reproduire.

Le projet d'élevage d'holothuries mené en collaboration entre le ministère de la Pêche du Vietnam et l'ICLARM a commencé à l'Institut de recherche aquacole n° 3 (RIA3), à Nha Trang, en juin 2000. Les holothuries récoltées localement pesaient le plus souvent 200 g ou moins. Malgré la présence de sperme ou d'ovocytes, les méthodes habituelles de stimulation (changements lents ou rapides de température, mise au sec, arrosage au jet d'eau, utilisation d'algues sèches, de gonades macérées, etc.) ont rarement provoqué la ponte chez ces animaux de petite taille. Ils ont donc été conservés dans des bassins ou des enclos en attendant qu'ils grossissent et deviennent plus matures.

Tous les mois, voire plus fréquemment, des groupes d'holothuries ont été retirés de leur bassin ou de leur enclos pour une tentative de ponte. La plupart d'entre elles ont été ensuite replacées au même endroit. En outre, plusieurs séries de petites expériences ont été menées en bac. On trouvera ci-dessous les résultats des travaux des dix premiers mois. Chaque expérience y est décrite succinctement, les résultats en sont résumés ou présentés sous forme de tableau, et les difficultés et conclusions analysées.

Expériences en bac

Modification pondérale du fait de la présence de sable et d'eau

On sait qu'il est difficile de peser (et de marquer) des holothuries de sable de façon homogène. Ces travaux constituent une première tentative pour quantifier trois types de modification pondérale chez les holothuries. Hors de l'eau pendant quelques minutes, elles éjectent une partie de l'eau contenue dans leur cavité abdominale. Déplacées entre divers récipients avec ou sans substrat, elles ingèrent ou excrètent du sable (contenu dans leur intestin). Au bout de quelques semaines, on peut également constater soit une croissance somatique soit une perte de poids. C'est cette évolution pondérale que les expériences sur la croissance doivent mesurer, indépendamment des premières sources de variations. Ce fait est particulièrement important s'il s'agit de périodes de croissance courtes.

Quinze holothuries pouvant être distinguées individuellement du fait de leur différence de poids et de

couleur ont été utilisées dans cette expérience. Pesant entre 60 et 500 grammes, elles ont été sélectionnées dans un bac où elles avaient séjourné sans sable pendant trois jours. Une fois hors de l'eau, elles ont été pesées trois fois : immédiatement, puis après deux périodes de séchage de quinze et de trente minutes à l'ombre. Une fois transférées dans un bac de béton située à l'extérieur et à l'ombre contenant environ 10 cm de sable, elles n'ont pas été nourries. Pendant les trois jours suivants, elles ont été pesées une nouvelle fois dès leur sortie de l'eau, puis après deux périodes de séchage.

Les quinze holothuries sont restées sans nourriture dans le bac sablonneux pendant trente jours au total; elles ont ensuite été pesées (après avoir séché pendant vingt minutes) et placées dans un petit bac nu (en fibre de verre) en partie ombragé. Elles ont été pesées une nouvelle fois (une fois séchées à l'ombre) après un, deux, cinq, sept et onze jours passés sans alimentation dans le bac dépourvu de sable. Après un, deux et cinq jours, le sable excrété a été recueilli et pesé (humide). Il semble que certaines erreurs se soient glissées dans les poids enregistrés au cours de la première journée (le 14/10). Les trois autres ensembles de données étaient homogènes, en ce sens que chaque holothurie a toujours vu son poids diminuer après une période de séchage.

Les holothuries ont rejeté de l'eau de façon différente, certaines dès qu'elles ont été ramassées, d'autres au bout de quelques minutes. La perte de poids individuelle moyenne due à l'expulsion d'eau au cours des quinze premières minutes atteignait 4 pour cent. Au cours des quinze minutes suivantes, la perte de poids individuelle moyenne supplémentaire était de 1,9 pour cent. De manière globale, après trois jours sur le sable, le poids global n'a progressé que d'environ 1,2 pour cent. Au cours des vingt-six jours suivants passés sans alimentation (à une densité de 440 g par m²), la perte de poids moyenne correspondait à 0,48 kg par animal par jour.

Un jour après le transfert dans le bac de fibre de verre nu, 370 g de sable (poids humide) ont été recueillis, représentant 10,8 pour cent du poids global des animaux au moment du transfert. Une quantité semblable d'eau a sans doute été retenue, puisque la perte de poids individuelle moyenne (après la période de séchage habituelle) n'atteignait que 0,3 pour cent. Toutefois, ce chiffre moyen dissimule des différences importantes et inexplicables, allant de pertes de près de 12 pour cent à des gains de plus de 20 pour cent.

Le jour suivant, le sable recueilli ne représentait que 60 g (1,75% du poids total au moment du transfert) mais, ce même jour, la perte de poids individuelle moyenne atteignait 4,2 pour cent. Au cours des deux premiers jours, la perte de poids totale représentait 5,8 pour cent du poids global des animaux conservés dans le bac de fibre de verre. Le prochain ratissage du

Tableau 1 . Variations pondérales imputables au rejet d'eau par les holothuries séchées brièvement

Date	14/10/00			15/10/00			16/10/00			18/10/00		
Jours avec sable				1			2			3		
Jours sans sable	3											
Séchage (minutes)	11-18	31-35		14	27		16	31		15	30	
Poids total (g)	3600	3640	3570	3805	3650	3563	3835	3627	3554	3831	3716	3610
Poids moyen (g)	240	243	238	254	243,3	238	256	241,8	237	255	248	240,7
Var. pondérale moyenne (%)	2,2	-2,6		-4,3		-2,0	-5,0		-1,4	-2,6		-2,3

Tableau 2. Variations pondérales chez les holothuries transférées dans un bac sans sable

Date	13/11/00	14/11/00	15/11/00	18/11/00	20/11/00	24/11/00
Jours avec sable	30					
Jours sans sable	1		2	5	7	11
Salinité (ppt)	-30	-30	-30	20	-25	18
Séchage (minutes)	20	20	20	20	30	22
Poids total (g)	3421	3346	3222	3879	3263	3138
Poids moyen (g)	228,1	223,1	214,8	258,6	217,5	209,2
Var. pondérale moy./ind. (%)	-5,6	-0,3	-4,2	20,9	-15,4	-5,7
Poids de sable (g)	370		60	50		

bac a eu lieu le cinquième jour; il a permis de recueillir 50 grammes de sable (1,46%). Cependant, la salinité a régressé pour atteindre 20 pour mille en raison des fortes pluies. On a constaté une prise de poids de près de 21 pour cent, imputable sans doute à l'absorption d'eau. Ce poids est ensuite redescendu, mais la salinité est restée faible. Au cours des neuf derniers jours passés sans alimentation dans le bac dépourvu de sable (à une densité de 180 g par m²), chaque animal a perdu en moyenne chaque jour 0,62 g.

Les holothuries ont absorbé ou rejeté de l'eau selon un schéma quelque peu imprévisible. Le stress semblait souvent entraîner de fortes prises de poids imputables à la rétention d'eau. La mesure du poids devrait, par conséquent, se faire dans toute la mesure du possible lorsque les conditions du milieu ont été stables. Avant la pesée, les animaux devraient être séchés à l'ombre pendant quinze minutes au moins.

Le sable contenu dans les intestins des animaux adultes représentait environ 14 pour cent du poids global, mais l'absorption ou le rejet de ce sable s'accompagne de variations pondérales qui ne sont que de 1,2 à 5,8 pour cent. Ces quantités sont apparemment en partie compensées par la quantité d'eau retenue quelque part dans le corps, même après séchage à l'ombre.

Lors des expériences décrites ci-après, le poids de départ des animaux sans sable qui ont été conservés sur un substrat sablonneux a été augmenté de 0,5 pour cent (chiffre moyen de la fourchette ci-dessus) lorsque l'on a calculé leur croissance (ce qui a bien sûr entraîné un recul du taux de croissance déjà calculé). Les don-

nées auxquelles ce coefficient de correction a été appliqué apparaissent ci-dessous en italiques.

Effets des granulés pour crevettes sur les holothuries placées dans des bacs sans sable

Des holothuries de sable récemment pêchées ont été déposées dans des bacs de fibre de verre ou de béton pendant une semaine puis réparties en six groupes identiques de douze animaux, pesés et conservés dans des bacs de béton sans sable (d'un diamètre de 1,20 mètre, dans 60 cm d'eau, situées à l'extérieur et en partie à l'ombre). Au début de l'expérience, le poids moyen des animaux était de 157 g, et la densité moyenne du stock pendant le déroulement de l'expérience était de 1 390 g par m².

Les holothuries de trois bacs ont été nourries tous les deux jours avec 10 g par bac de Betagro 503 (constitué à 50% de nourriture protéinée destinée aux juvéniles de crevettes), alors que celles des trois autres bacs n'ont reçu aucune nourriture. Tous les bacs ont été nettoyés tous les deux jours et une partie de leur eau (50% environ) a été changée de la même manière, avant que la nourriture soit distribuée. Tous les animaux ont été pesés trois fois de suite en trente-trois jours.

Les petits granulés alimentaires se sont ramollis mais sont restés visibles au fond des bacs. Aucun signe ne permettait de penser que la nourriture était consommée, si ce n'est une probable légère augmentation des petites quantités d'excréments produites. Le poids moyen dans les bacs recevant une nourriture est passé de 157 g à 97 g (densité moyenne 1 300 g par m²), tandis que, dans les bacs ne recevant aucune

nourriture, il est passé de 158 g à 113 g (densité moyenne de 1 400 g par m²). La perte de poids a été nettement plus rapide dans les bacs recevant une alimentation (1,81 g par animal et par jour) que dans les bacs sans nourriture (1,38 g par animal et par jour), avec $0.1 > P > 0.05$ (test t bilatéral).

Bien évidemment, élever des holothuries de cette façon ne serait pas très rentable. Malgré un rythme d'alimentation très faible (aliments secs par jour : 0,3% de la biomasse animale), cette nourriture, conçue à l'origine pour une espèce carnivore de grande taille, semble avoir eu un effet néfaste. Par ailleurs, bien qu'aucune holothurie n'ait péri, onze des animaux nourris et huit des animaux non nourris sont tombés malades avant la fin de l'expérience, présentant des lésions dermiques exsudant un mucus blanc.

Effets de quatre régimes alimentaires différents sur des holothuries conservées dans des bacs avec du sable

Dix holothuries issues d'un bac sans sable, réparties en quatre groupes identiques, ont été pesées (après avoir séché pendant vingt minutes à l'ombre) le 9 novembre 2000. Elles ont été conservées dans des bacs de 250 litres en fibre de verre à fond plat (de 80 cm de diamètre et 50 cm de profondeur) garnis d'une couche de sable blanc fin d'environ 5 cm.

Tous les deux jours, l'eau a été en partie renouvelée, et 10 g de granulés humides correspondant à un des quatre régimes alimentaires retenus ont été répartis sur le sable (sous forme de petites particules molles). Les déchets et les excréments ont été en général laissés dans les bacs. Trois fois seulement, le sable a été remué et un tourbillon créé afin d'aspirer les déchets en son centre. Les régimes alimentaires utilisés se composaient comme suit :

- 1) aliments broyés pour poussins (18% de protéines), mélangés à de l'eau et à du colorant alimentaire rouge, mis en granules, congelés pour conservation;
- 2) aliments pour crevettes Betagro 503 (50% de protéines), mélangés au même poids de farine de blé, broyés, mélangés à de l'eau et à un colorant alimentaire violet, mis en granules, congelés pour conservation;
- 3) mélange de trois parts de *Gracillaria verrucosa* presque sèche mélangées à deux parts de farine de blé, le tout haché et mélangé à de l'eau et à un colorant alimentaire bleu, pétri pour en faire une pâte, congelé pour conservation;
- 4) une part de feuilles d'herbier marin mixées et partiellement égouttées, mélangées à deux parts de farine de blé et à un colorant alimentaire vert, le tout pétri jusqu'à former une pâte dure, congelé pour conservation.

Les bacs ont été conservés à l'extérieur et en partie à l'ombre jusqu'au 24 novembre. En raison des fortes pluies, elles ont ensuite été placées à l'abri à l'inté-

rieur jusqu'à la fin de l'expérience. Pendant les deux dernières semaines, du 5 au 19 décembre, les holothuries n'ont reçu aucune nourriture.

Les poids de départ ont été augmentés de 3,5 pour cent pour corriger l'absence de sable dans les animaux au début de l'expérience. Les résultats sont présentés à la figure 1. De manière générale, il n'y avait pas beaucoup de différence entre les régimes 1, 2 et 4. Les animaux de toutes les bacs ont perdu du poids au cours de la première semaine de décembre avant de le regagner au cours des deux semaines suivantes, bien qu'ils aient été placés à l'intérieur et n'aient pas reçu de nourriture pendant cette période.

L'absence d'une perte de poids globale, malgré la forte densité moyenne de stockage (1580 g/m²) peut s'expliquer en partie par la présence de sable, à la différence des résultats de l'expérience 2. Toutefois, dans l'expérience 1, les holothuries non nourries dans un bac avec sable à une densité beaucoup plus faible ont perdu un peu de poids.

Cette expérience qui n'a pas été reproduite ne peut être qu'une ébauche de travaux plus rigoureux. Cependant, il semble que ce type d'expérience en bac, où les modifications de poids sont enregistrées pendant une courte période, ne soit pas très fiable. Dans le cas des holothuries de sable, des fluctuations imprévisibles de courte durée tendent à couvrir tout effet éventuel et sous-jacent des différents protocoles.

Observations sur l'alimentation

Lors des nombreuses tentatives de stimulation de la ponte, des groupes d'holothuries ont été conservés dans des bacs de fibre de verre sans sable pendant plusieurs jours et à forte densité (en général plus de 4 kg/m²). Entre autres agents stimulants, on a utilisé un mélange d'algues hachées et mixées qui a été laissé toute la nuit dans le bac. Le jour suivant, ces algues sont apparues comme composante principale des excréments, selon toute évidence non digérés. Cependant, les algues hachées à la main sans être mixées ne sont pas, quant à elles, excrétées en quantités perceptibles. Par la suite, un certain nombre d'autres aliments potentiels ont été mis à l'essai, dont de la nourriture pour bétail que l'on trouve dans le commerce, des algues, des herbes marines et des légumes cultivés à terre.

Les excréments des holothuries de sable ressemblent typiquement à un collier de perles. Le liant ou la membrane qui les retient semblent concentrés dans la couche externe. Une fois que cette dernière est ouverte, le contenu perd toute cohésion et peut être facilement examiné.

La nourriture donnée à des holothuries dont l'intestin ne contenait pas de sable est devenue leur principale composante fécale dans les huit à douze heures. La taille et la couleur des particules ne sem-

blaient généralement pas avoir subi de changement; ainsi, les excréments issus d'algues vertes ou de feuilles de chou étaient vert vif, et ceux issus de carotte ou de potiron orange. La couleur des excréments est un indicateur de la durée du transit digestif, du moins dans des conditions aussi peu naturelles. Il serait intéressant de préciser les quantités digérées et assimilées, ce qui pourrait donner lieu à l'élaboration d'aliments appropriés destinés aux holothuries et issus des déchets des filières de production agricole ou de transformation des aliments.

Expériences en bassin

Des bassins (et des enclos) ont été utilisés pour conserver les holothuries de sable et les élever jusqu'à ce qu'elles soient prêtes à pondre. Dans le cadre d'expériences de croissance, il n'est pas souhaitable de déplacer fréquemment le stock pour le placer dans les bassins et l'en ressortir; néanmoins, tous les transferts effectués ont été consignés. Les conditions de la pesée ont été normalisées dans toute la mesure du possible, celle-ci étant effectuée avant toute situation stressante (transport, par exemple) et après un séchage à l'ombre d'au moins quinze minutes. Dans le calcul des taux de croissance, on a ajouté 3,5 pour cent au poids des holothuries qui avaient été conservées pendant quelques jours dans des bacs sans sable. (Les chiffres corrigés apparaissent en italiques.) On a établi la croissance ou l'augmentation de la biomasse et additionné pour l'ensemble des animaux le nombre de jours où cette croissance a eu lieu, avant de calculer la progression de la biomasse par animal conservé ou taux de croissance journalier moyen.

Croissance dans des bassins à crevettes avec substrat de sable

Deux bassins situés aux alentours de Cam Ranh Bay, à environ une heure et demie par la route au sud de RIA3, ont été loués à un éleveur de crevettes, de mérous et de *Babylonia areolata*; cette personne a assuré la gestion des bassins lors des expériences conduites sur les holothuries de sable.

Le bassin n° 1, de 250 m², venait d'être vidé après une récolte de *Babylonia aerolata* et semblait être très eutrophique au départ, avec une importante présence de phytoplancton et un fond en partie anaérobie. Aucune nourriture n'a été distribuée au départ, mais des petites quantités d'aliments pour crevettes ont été données quotidiennement par la suite atteignant un total de 20 kg pendant toute la durée de l'expérience. L'eau était renouvelée par les marées uniquement.

Une fois pesés le 12 septembre, les animaux ont été conservés pendant environ une heure dans des paniers déposés dans le bassin. Les animaux se sont gonflés d'eau, leur poids augmentant sans doute de près de 50 pour cent. Ils ont été rapidement comptés

et répartis entre le bassin 1 et le bassin 2 adjacent (370 m²). Une autre pesée a eu lieu le 2 octobre, lorsque de nouvelles holothuries ont été ajoutées au bassin 2.

Le 11 octobre, après quatre jours de fortes pluies, un problème est apparu chez les animaux de ces bassins. Dans le bassin 1, la salinité avait atteint 4 pour mille à la surface et entre 11 et 17 pour mille au fond. Toutes les holothuries avaient péri. Dans le bassin 2, la salinité atteignait 8 pour mille à la surface et entre 20 et 30 pour mille au fond. Trente et un pour cent des holothuries avaient péri.

Bien que l'expérience n'ait été menée que pendant une période relativement courte de vingt jours, les résultats obtenus dans les deux bassins concordent entre eux et avec le taux de croissance obtenu lors de la première période. Jusqu'à l'arrivée des fortes pluies, la survie et la croissance étaient satisfaisantes en dépit d'un développement dense du phytoplancton, des températures élevées et des échanges hydriques limités. La récolte (effectuée au toucher de la main et du pied) s'est trouvée facilitée par la présence de sable au fond du bassin.

Les holothuries survivent normalement à une salinité voisine de 2 pour mille, mais il se peut que les valeurs minimales atteintes au cours des fortes pluies aient été inférieures à celles relevées le 11 octobre. Du fait de la stratification, les températures au-dessous de l'halocline ont peut-être progressé et la teneur en oxygène reculé. C'est sans doute la combinaison de ces facteurs qui a été fatal aux animaux.

Croissance des holothuries en enclos à l'intérieur d'un bassin, sur trois substrats et à trois densités

À Van Ninh, à 80 minutes environ au nord de RIA3, on trouve une vaste zone d'aquaculture de crevettes. Dans le cadre de cette expérience, un bassin à crevettes de 6 000 m², où la récolte venait d'avoir lieu, a été loué. Le substrat était constitué principalement de corail brisé, avec un peu de sable. Une partie du bassin a été divisée en douze enclos de grillage fin. Le pied du grillage a été enterré, fixé par des piquets puis recouvert d'un petit monticule d'une hauteur de 10 à 20 cm au-dessus du fond du bassin.

Neuf enclos d'essai de 100 m² ont ainsi été créés ainsi que trois enclos d'attente de 200 m² chacun. La vase molle a été retirée de six des enclos d'essai (ainsi que des enclos d'attente et du reste du bassin entourant les enclos). Du sable (à raison de 50 kg/m²) a été réparti sur le fond des trois enclos de 100 m² qui avaient été nettoyés.

Les neuf enclos d'essai étaient donc répartis en trois catégories de substrats, à savoir meuble (laissé intact après pêche des crevettes), dur (après raclage de la vase molle) et sablonneux (apport de sable après retrait de la vase).

Les neuf enclos de 100 m² ont été garnis selon trois densités (20, 40 et 80 holothuries par enclos), le 27 septembre 2000. L'aire principale du bassin a été peuplée de *Babylonia aerolata* et ces derniers ont été nourris de poissons morts. Le renouvellement de l'eau était assuré par les marées; aucun système d'aération n'a été installé. Le 12 octobre, au bout de quatre jours de fortes pluies, on a constaté que toutes les holothuries

avaient péri et étaient en décomposition. À la surface, la salinité était de 12 pour mille, et de 35 pour mille au fond; la température atteignait 34° C (temps couvert). Il est probable que la stratification de l'eau, avec de faibles teneurs en oxygène et des températures élevées dans la couche inférieure, a été à l'origine de la mort des animaux et non la faible salinité.

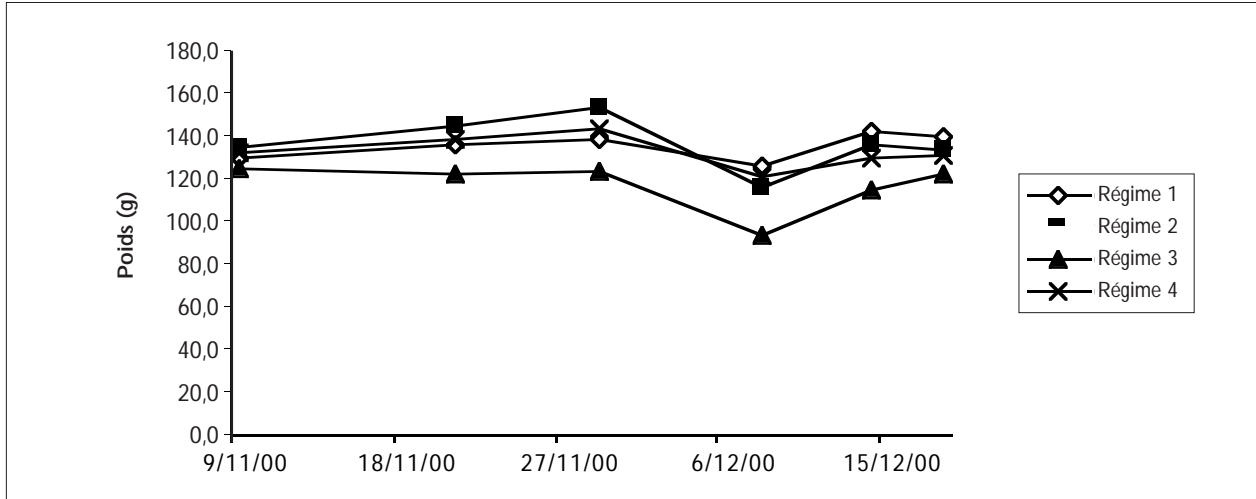


Figure 1. Poids moyen des holothuries soumises à quatre régimes alimentaires différents.

Tableau 3. Aliments consommés et excrétés par les holothuries conservées dans un bac vide (“+” dénote que l'aliment donné constitue la principale composante fécale, d'après la couleur et la forme)

Aliments	Résultats
Algues vertes filamenteuses hachées et mixées (<i>Enteromorpha</i> sp.)	+
Algues marines rouges ou brunes hachées et mixées (<i>Sargassum</i> sp. et autres)	+
Algues mélangées hachées	-
Granulés destinés aux juvéniles de crevette (Betagro 503)	-
Pâte faite de feuilles d'algues marines hachées et mixées (1 part) avec farine de blé (2 parts) (régime 4, expérience 2)	-
Feuilles de chou chinois hachées et mixées	+
Carottes hachées et mixées	+
Potiron haché et mixé	+
Herbe hachée et mixée	+ probablement

Tableau 4. Poids des holothuries placées dans le bassin sablonneux de 250 m² ou retirées

	Placées	Placées	Placées	Pesées	Retirées	Placées	Vidées
Date	17/07/00	20/07/00	26/07/00	09/08/00	09/08/00	09/08/00	12/09/00
Nombre	18	93	89	165	7	100	256
Poids moyen (g)	147,8	123,8	140,0	152,1	298,6	134,6	260,9
Croissance moy./animal/jour (g)				1,08			3,35

Nombre d'animaux placés	300
Nombre d'animaux retirés	263
Taux de survie (%)	88
Densité approx. (g/m ²)	170
Gain de biomasse/animal/jour (g)	2,11

Une pompe à eau et un aérateur (à aubes) ont été installés et d'autres holothuries pêchées. Les neuf enclos d'essai ont été compartimentés en espaces de 40 et 60 m² pour conduire les expériences sur un nombre restreint d'animaux (pendant la saison humide, il est difficile de se procurer de grandes quantités d'holothuries). Le 20 décembre, la salinité du bassin ayant atteint 25 pour mille (après plusieurs semaines à moins ou autour de 20‰), l'expérience a été relancée dans les neuf enclos de 40 m², peuplés selon trois densités avec trente, seize ou dix animaux par enclos.

Le contenu des enclos a été récolté au toucher. Son poids avait triplé. A commencé alors, à la fin du mois de mars, une période de fortes pluies, anormale pour la saison. L'aérateur à aubes avait été en partie démonté et n'avait pas été utilisé pendant plusieurs jours. Une nouvelle fois, un problème de stratification est apparu, avec une température élevée et des conditions bourbeuses au fond du bassin, avec beaucoup d'algues en décomposition. La circulation de l'eau ne s'est pas trouvée facilitée par la présence des petits monticules entourant les enclos à l'intérieur du bassin ni par la mauvaise qualité de la "nouvelle" eau du chenal d'arrivée qui desservait un grand nombre d'autres bassins. Là aussi, la mortalité a été très élevée, mettant prématurément un terme à cette expérience.

L'échantillon prélevé semblait relativement complet, mais aucune vérification définitive n'a pu être faite. En raison de la diminution apparente et précoce du nombre d'animaux dans les enclos 1 et 6 très peuplés et de l'échec prématuré de l'ensemble de cette expérience, la densité n'a pas pu réellement dépasser 200 g par m². Des décomptes anormaux ont également été relevés dans les enclos 3 et 9. On peut en retenir quelques indications (sans signification après une analyse de variance à double facteur) selon lesquelles les taux de croissance journaliers sont plus élevés à faible densité et sur du sable.

Problèmes de gestion des bassins

Manifestement, le site d'implantation du bassin et une gestion vigilante revêtent une importance primordiale. Une salinité d'environ 20 pour mille peut être tolérée, et même des niveaux inférieurs ne sont apparemment pas immédiatement mortels en eux-mêmes. Néanmoins, l'eau douce et l'eau saumâtre flottent

à la surface de l'eau plus salée. La couche inférieure se réchauffe alors et devient anoxique, surtout s'il y a beaucoup d'aliments ou d'algues en décomposition au fond du bassin. Pour l'instant, il n'a pas été établi si la mise en place rapide d'un aérateur à aubes peut prévenir ce problème ou s'il convient d'utiliser de l'air pulsé ou tout autre système de mélange vertical. L'eau de surface de faible salinité peut être vidée à marée basse, mais il est plus difficile de modifier la couche d'eau en contact avec le fond du bassin occupé par les holothuries. Si la profondeur reste insuffisante en attendant la prochaine marée haute, le réchauffement solaire peut être encore plus rapide. L'eau de remplacement, qu'elle soit pompée ou apportée par la marée, peut également être trop chaude, de mauvaise qualité ou d'une salinité insuffisante, selon le lieu d'implantation du bassin.

Expériences en enclos

Il était prévu, à l'origine, d'installer des enclos dans des eaux peu profondes où la construction et l'entretien pourraient s'effectuer sans avoir à travailler sous l'eau. Toutefois, des zones peu profondes offrant un substrat et une salinité adéquats et qui soient protégées de la houle et de la présence humaine n'ont pu être localisées. Près des parcs d'élevage de langoustes ou de poissons, les conditions du milieu sont mieux connues tout au long de l'année, et les éleveurs préviennent les larcins en vivant à proximité ou au-dessus des parcs. En outre, de nombreux petits bateaux de pêche utilisent leur moteur diesel pour alimenter leur compresseur; ces pêcheurs et ces éleveurs ont, qui plus est, l'expérience du travail sous-marin. C'est pourquoi des enclos ont été installés sur deux de ces sites.

Tableau 5. Croissance des holothuries de sable dans un bassin de 250 m²

	Placées	Pesées
Date	12/09/00	02/10/00
Nombre	120	117
Poids moyen (g)	260,9	316,3
Densité moyenne (g/m ²)		137
Croissance moy./animal/jour (g)		2,77

Tableau 6. Variations de poids des holothuries de sable dans un bassin de 370 m²

	Placées	Pesées	Placées	Retirées
Date	12/09/00	02/10/00	02/10/00	11/10/00
Nombre	136	132	37	119
Poids moyen (g)	260,9	324,8	177,8	266,3
Densité moyenne (g/m ²)		106		
Croissance moy./animal/jour (g)		3,20		-2,93

Essais en enclos dans une zone littorale fertile

Le village de pêcheurs de Duong De est situé dans la même baie que RIA3, à près de 3 km plus au nord. On y trouve quelques parcs d'élevage de langoustes surmontés de petites huttes, dans des eaux dont la profondeur varie entre 3 et 4 mètres. Les juvéniles de langoustes sont récoltés directement en face du village, et des essais en enclos d'élevage de *Babylonia areolata* y ont également été conduits.

On constate une fertilisation anthropique très importante; des ruisseaux drainent en outre les collines environnantes qui sont en partie cultivées. Le littoral abrite quelques sargasses et, plus loin, un récif immergé offre une protection partielle. Ce site semble particulièrement propice pendant neuf mois de l'année. Néanmoins, il était jugé trop exposé à la haute mer pendant la saison humide pour l'élevage de langoustes.

Tableau 7. Poids des holothuries dans neuf enclos de 40 m² à l'intérieur d'un bassin, sur trois substrats et selon trois taux de densité

Substrat	1 Vase				2 Dur				3 Sable						
	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03
Nombre	30	12	13	15	16	11	15	13	10	8	10	11			
Moyenne (g)	160,5	180,4	239,5	292,4	176,1	208,2	253,7	286,0	168,4	215,4	267,9	308,9			
Croissance/jour (g)		0,83	2,19	1,71		1,34	1,69	1,04		1,96	1,95	1,32			

Substrat	4 Vase				5 Dur				6 Sable						
	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03
Nombre	16	11	12	15	10	9	9	9	30	17	16	21			
Moyenne (g)	173,6	217,1	257,7	279,5	163,9	205,7	264,4	321,1	171,0	216,0	264,5	314,3			
Croissance/jour (g)		1,81	1,50	0,70		1,74	2,18	1,83		1,87	1,80	1,61			

Substrat	7 Vase				8 Dur				9 Sable						
	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03	Date (2000-2001)	20/12	13/01	9/02	12/03
Nombre	10	6	10	10	30	15	26	24	16	20	11	12			
Moyenne (g)	160,7	165,2	277,0	312,2	168,4	196,5	244,0	255,2	166,8	246,4	283,0	310,3			
Croissance/jour (g)		0,19	4,14	1,14		1,17	1,76	0,36		3,32	1,36	0,88			

Tableau 8. Densités moyennes et taux de croissance globaux

Enclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	(vase)	(dur)	(sable)	(vase)	(dur)	(sable)	(vase)	(dur)	(sable)
Densité moyenne observée (g/m ²)	90,5	78,9	59,3	77,8	54,8	122,7	53,1	127,9	90,2
Taux de croissance global (g/jour)	1,61	1,34	1,71	1,29	1,92	1,75	1,85	1,06	1,75

Tableau 9. Rapprochement des densités et des taux de croissance moyens

Densité	113,7 g/m ² (élevé)	82,4 g/m ² (moyen)	55,7 g/m ² (faible)
	1,47 g/jour	1,46 g/jour	1,83 g/jour
Substrat	Vase	Dur	Sable
	1,58 g/jour	1,44 g/jour	1,74 g/jour

Les deux premiers enclos y ont été construits à une profondeur de 3 mètres (marée basse), leurs parois émergées faites de grillage (maille étirée de 25 mm) étant soutenues par un cadre extérieur de bambou. En l'absence de grillage au fond (à la différence des enclos destinés aux langoustes ou à *Babylonia*), les holothuries sont censées d'avoir accès au substrat, constitué essentiellement de sable et d'un peu de limon. Le pied du grillage a été enterré sur 20 cm et maintenu par des piquets de bambou de 40 à 60 cm, disposés à 75 cm d'intervalle. Sur la face intérieure du grillage, des sacs de sable ont été placés sur les piquets. Les deux enclos ont été retirés de Duong De à la fin de septembre 2000.

L'enclos 1 couvrait une zone de 6 m x 6 m au fond. Il a été garni trois fois d'animaux qui avaient été utilisés lors de tentatives de stimulation de la ponte et se trouvaient donc sans sable. La densité globale de stockage est restée élevée la plupart du temps, bien que des animaux aient été transférés de l'enclos 1 à l'enclos 2 une fois ce dernier prêt. Leur survie s'est révélée excellente, mais leurs poids moyens ont légèrement diminué après l'ajustement effectué pour tenir compte du sable absorbé. Cela s'explique sans doute par le nombre élevé d'holothuries qui dépassait la capacité de production alimentaire naturelle de la petite superficie de l'enclos (tableau 10).

L'enclos 2 couvrait une surface adjacente de 6 m x 11 m au fond. Il a été garni d'animaux prélevés dans l'enclos 1, puis par deux fois d'animaux qui venaient d'être achetés. Des holothuries ont été retirées pour mener des tentatives de ponte puis replacées dans

l'enclos, en compagnie de quelques nouveaux animaux. Là aussi, la survie a été bonne et on a constaté une certaine croissance dans des conditions de moindre densité de stockage (tableau 11).

Croissance des holothuries dans des enclos au bord d'une île

Tri Nguyen (également appelée Hon Mieu) est une petite île située à environ vingt minutes par bateau (3 km) du port de Nha Trang. Le site retenu est une plage de galets au sud-est, bordée d'herbiers et de quelques coraux. L'eau douce ne semble pas y avoir un grand impact, même lors de la saison humide. À partir de la sonde des deux mètres (marée basse), le substrat est constitué principalement de sable. Les seuls habitants du voisinage sont les employés d'un petit restaurant situé sur la plage et d'une écloserie de *Babylonia* récemment construite. On y trouve également, tout au long de l'année, des cages à poissons sous un radeau et des cages d'élevage de *Babylonia* installées sur le fond.

Les enclos destinés aux holothuries, de forme dodécagonale et d'une surface de 40 m², ont été construits à environ 4 mètres de profondeur (à marée basse). Ils ont été construits avec le grillage de l'enclos 1 de Duong De : une fois nettoyé et réparé, ce grillage a été découpé en deux dans la longueur pour obtenir deux "tubes" de 43 mètres de circonférence et 1,7 m de hauteur. Pour chaque enclos, douze pieux ont été enfoncés dans le fond sablonneux autour d'un cercle de 7,2 m de diamètre.

Tableau 10. Croissance des holothuries dans l'enclos littoral 1

	Placées	Placées	Retirées	Placées	Retirées	Vidées
Date	24/07/00	28/07/00	07/08/00	12/08/00	21/09/00	25/09/00
Nombre	50	65	60	61	15	98
Moyenne (g)	223,1	243,8	243,8	198,7	263,3	204,2

Nombre d'animaux placés	176	Densité approx. (g/m ²)	530
Nombre d'animaux retirés	173	Gain de biomasse/animal/jour (g)	-0,08
Taux de survie (%)	98		

Tableau 11. Croissance des holothuries dans l'enclos littoral 2

	Placées	Placées	Placées	Retirées	Replacées	Retirées	Vidées
Date	07/08/00	01/09/00	07/09/00	07/09/00	11/09/00	21/09/00	25/09/00
Nombre	60	104	112	44	70	33	238
Moyenne (g)	243,8	178,0	149,9	450,5	335,5	380,9	239,9

Nombre d'animaux placés	302	Densité approx. (g/m ²)	390
Nombre d'animaux retirés	271	Gain de biomasse/animal/jour (g)	1,56
Taux de survie (%)	90		

Pour l'enclos 1, des pieux de bois d'une longueur de 3 mètres avaient été enfoncés à partir d'un bateau de pêche. Pour l'enclos 2, des plongeurs ont enfoncé à coups de marteau des tuyaux d'acier galvanisé de 34 mm de diamètre et de 2 m de longueur. Le grillage a été attaché au poteau en trois ou quatre points jusqu'à 1 m de hauteur à partir du fond. À l'aide d'une ficelle passée dans les mailles du haut du grillage, la partie supérieure de ce dernier a été resserrée vers le centre. (Du fait de cette forme cintrée, les enclos ont aussi fait office, dans une certaine mesure, de pièges à poissons.) Une fois enterré, le pied du grillage a été maintenu en place par des piquets en bambou et recouvert de sacs de cailloux le long du bord intérieur du grillage.

Les enclos ont été garnis principalement d'holothuries récoltées en pleine eau. Toutefois, trente-cinq animaux de l'enclos 1 ont été utilisés pendant quelques jours lors d'une tentative de ponte (une injection de KCl a été administrée à cinq de ces animaux pour provoquer l'éviscération). Certains animaux sont encore conservés en vue de futurs essais de ponte.

En mai 2001, certains poteaux de bois se sont effondrés en raison d'une forte tempête; ils ont été remplacés par des tuyaux d'acier galvanisé de 27 mm de diamètre et 1,5 m de longueur. La houle et le courant ont causé quelques dégâts en déchirant le grillage là où il était attaché aux poteaux (d'acier ou de bois).

La survie des holothuries s'est révélée bonne, surtout dans l'enclos 1, mais leur croissance a été décevante, peut-être du fait de la faible productivité de cette zone. L'action des vagues, qui est parfois très forte même à 4 mètres de profondeur, peut avoir un effet néfaste sur le comportement alimentaire des animaux, ou accroître leurs besoins énergétiques (voir tableaux 12 et 13).

Les parois des enclos pourraient probablement rester inférieures à un mètre tout en maintenant parfaitement en lieu sûr les holothuries. Cela permettrait de réduire tant le coût de ces installations que les tensions exercées sur ces structures.

Lorsqu'il n'y a pas de risques de vol, de grands enclos de faible hauteur peuvent sans doute être construits en tout endroit où le milieu se révèle favorable. À de plus grandes profondeurs, l'effet d'éventuels écoulements de faible salinité et celui de la houle s'amenuise. Mais le recours à l'air comprimé pour plonger n'en deviendrait que d'autant plus nécessaire.

Conclusions

La croissance des holothuries en bac doit être étudiée avec le plus grand soin sur de longues périodes pour aplanir les fluctuations imputables aux variations des quantités de sable et d'eau absorbées. L'utilisation dans de petits bacs d'holothuries issues du milieu na-

Tableau 12. Croissance des holothuries de sable dans l'enclos 1 au bord d'une île

	Placé	Placé	Retiré	Replacé	Pesé	Pesé
Date	03/11/00	09/11/00	30/01/01	05/02/01	23/03/01	07/05/01
Nombre	25	25	35	35	45	45
Poids moyen (g)	250,6	207,1	270,4	238,8	273,7	267,6
Croissance/animal/jour (g)			0,49		0,07	-0,11

Taux de survie (%)	90
Densité moyenne approx. (g/m ²)	275
Croissance globale/animal/jour (g)	0,21

Tableau 13. Croissance des holothuries de sable dans l'enclos 2 au bord d'une île

	Placé	Pesé	Pesé	Pesé
Date	09/11/00	30/01/01	23/03/01	07/05/01
Nombre	50	36	37	38
Poids moyen (g)	203,3	277,4	263,4	286,4
Croissance/animal/jour (g)		0,90	-0,27	0,51

Taux de survie (%)	76
Densité moyenne (g/m ²)	255
Croissance globale/animal/jour (g)	0,46

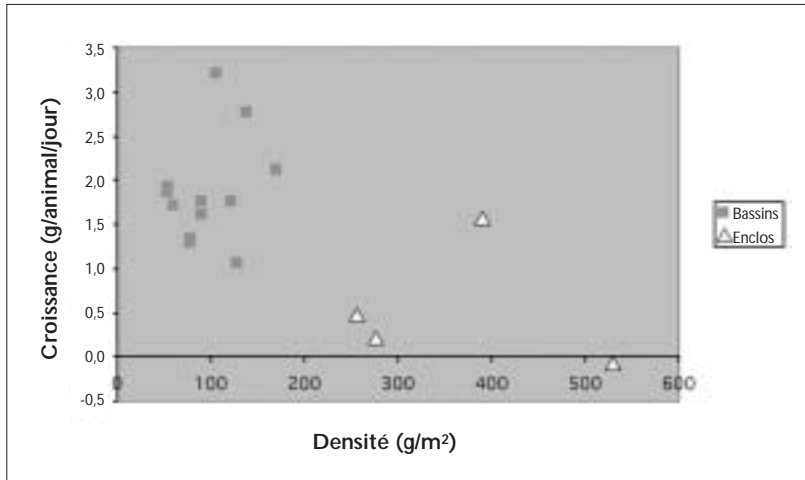


Figure 2. Densité et croissance de l'holothurie de sable en bassin et en enclos

turel fait que les densités de stockage seront vraisemblablement élevées. À moins de disposer d'un régime alimentaire approprié, les animaux en bac perdront plus facilement du poids qu'ils n'en gagneront. Il conviendrait vraisemblablement de pouvoir s'approvisionner en juvéniles ou en adultes de très petite taille pour pouvoir entreprendre des expériences comparatives et rigoureuses en bac.

Une croissance d'environ 2 g par animal et par jour semble être envisageable en bassin pendant la plus grosse partie de l'année sous les tropiques, et ce sur toute une catégorie de substrats, bien que le sable semble être le plus adapté.

Les fortes pluies semblent avoir été les principales responsables des problèmes de mortalité car elles créent des conditions chaudes anoxiques en dessous de l'halocline, précipitant la perte de l'ensemble des stocks. Le problème apparaît souvent dès que le beau temps revient après la pluie. Si l'on parvient à éviter ce problème, en aérant ou en mélangeant les eaux, voire même en renouvelant la couche inférieure ainsi que la couche supérieure d'eau, les holothuries semblent tolérer une large fourchette de conditions hydriques.

Les holothuries peuvent vivre pendant des semaines dans des eaux dont la salinité avoisine les 20 pour mille; elles peuvent sans doute survivre à un niveau inférieur de salinité pendant de plus courtes périodes. Les températures élevées du milieu de la journée dans des bassins de faible profondeur ou dont les eaux ont été en partie évacuées ne semblent pas poser de problème.

Les enclos ont également fait la preuve de leur efficacité pour le stockage et l'élevage des holothuries de sable. Si les pêcheurs locaux et les spécialistes de l'aquaculture peuvent travailler sous l'eau grâce à un narguilé, les problèmes que posent des sites plus

profonds peuvent être compensés par des conditions plus stables et une plus grande sécurité.

Dans les bassins et les enclos, les taux de croissance varient pour la plupart entre 1 et 3 grammes par animal et par jour. La figure 2 met en évidence une relation inverse entre la densité et la croissance, bien que cela n'ait pas encore été testé dans le cas de bassins à densités élevées, du fait du manque d'animaux. L'incidence des caractéristiques d'un site, dans le cas des enclos, doit faire l'objet de travaux complémentaires.

Bibliographie

- Battaglione, S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. Naga, The ICLARM Quarterly (Vol 22, No.4) October-December 1999.
- Battaglione, S.C. and J.D. Bell. 1999. Potential of the tropical Indo-Pacific sea cucumber, *Holothuria scabra*, for stock enhancement. In: E.S. Moksness et al. (eds). 'Proceedings of the First International Symposium on Stock Enhancement and Sea Ranching', Blackwell Science. 478-490.
- Conand, C. 1993. Reproductive biology of the holothurians from the major communities of the New Caledonian lagoon. Marine Biology 116:439-450.
- Conand, C. 1998. Overexploitation in the present world sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. In: R. Mooi and M. Telford (eds). Echinoderms: San Francisco. A.A. Balkema, Rotterdam: 449-454.
- James, D.B. 1996. Culture of sea-cucumber. Bull. Cent. Mar. Fish. Inst. 48:120-126.
- Ong Che, R.G. and E.D. Gomez. 1985. Reproductive Periodicity of *Holothuria scabra* Jaeger at Calatagan, Batangas, Philippines. Asian Mar. Biol. 2:21-29.
- Tuwo, A. 1999. Le cycle de reproduction de *Holothuria scabra* de l'île de Saugi, dans l'archipel de Spermonde, au sud-ouest de Sulawesi (Indonésie). La Bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS n°11. 9-12.

La nouvelle station scientifique des Îles Marshall inaugure un programme de recherche sur l'élevage des holothuries

Jean-François Hamel^{1, 2} et Annie Mercier^{1, 2}

Iokwe !

Le Collège des Îles Marshall a lancé la construction d'une station de recherche multidisciplinaire en janvier 2001, marquant ainsi la phase embryonnaire de leur programme de recherche en aquaculture et en accroissement des stocks. À l'instar d'un grand nombre de pays de la région indo-Pacifique, les Îles Marshall ont traité avec des intérêts étrangers pour ce qui est de l'exploitation de leurs ressources en holothuries, et il existe un danger imminent de surexploitation des espèces les plus intéressantes sur un plan commercial, notamment *Thelenota ananas* et *Holothuria nobilis*, qui sont facilement ramassées dans les eaux côtières peu profondes. Le nouveau programme de recherche englobera, par conséquent, des études sur l'élevage des holothuries et sur la reconstitution des stocks, ainsi que des travaux analogues sur d'autres produits de la mer présentant un intérêt commercial et écologique. En outre, les nouvelles installations favoriseront l'étude des sciences de la mer et la mise en place d'un centre de formation et de démonstration destiné à promouvoir la prise de conscience de l'importance de la préservation et de la gestion des ressources marines dans les collectivités locales.

Le département de l'Agriculture des États-Unis d'Amérique, dans le cadre du programme de concession des terres du Collège de Micronésie (College of Micronesia Land Grant Program) et la direction des Ressources marines des Îles Marshall (Marshall Islands Marine Resources Authority) ont alloué une première enveloppe au projet.

La nouvelle station scientifique des Îles Marshall est située à Arrak, à environ 35 km à l'ouest de l'aéroport de l'atoll de Majuro — et à 50 km de son centre commercial.

Malgré sa taille modeste, la station promet d'être très fonctionnelle. Les installations aquacoles comportent déjà des bassins en béton installés en plein air pour la conservation du stock géniteur et le grossissement des juvéniles, des tables en béton équipées pour la réalisation de petites expériences, ainsi qu'une nurserie dotée de bassins en PVC et d'une salle destinée à l'algoculture. Tous les réservoirs sont équipés de systèmes à circulation d'eau continue ou en circuit fermé, dotés d'une série de filtres mécaniques, biolo-

giques et UV. Toutes ces installations bénéficient aussi d'un système de circulation de l'air. Les laboratoires contigus qui fonctionnent en milieu humide et sec permettent d'avoir accès à des matériels techniques et scientifiques tels que microscopes, caméras, aquariums, autoclave et banc à écoulement laminaire.

Hormis l'écloserie, les bassins en plein air et les laboratoires, on trouve sur ce terrain de quatre hectares un foyer, une cuisine/caféteria et des bureaux équipés d'ordinateurs et d'un accès à Internet. Très prochainement, cette station hébergera aussi des installations consacrées à la recherche agricole.

Les Îles Marshall sont presque entièrement composées d'atolls, souvent si étroits que la route est la seule barrière entre le lagon et l'océan. La majorité des îles ont une élévation moyenne de 30 cm. En fait, la terre représente moins de 0,1 pour cent de la superficie totale du pays et ces chapelets d'îles sont éparpillés sur près de 2 millions de km² d'océan. L'énoncé de ces chiffres montre à l'envi l'importance des sciences de la mer et de la gestion des ressources marines. La population de quelque 60 000 habitants dépend essentiellement de l'océan pour son développement économique et pour sa survie. La reconstitution et l'accroissement des stocks, l'exploitation durable des ressources halieutiques et la préservation du récif corallien sont autant de questions clés que le pays devra aborder très sérieusement.

C'est pour cette raison que le Collège des Îles Marshall a décidé d'inculquer aux jeunes et aux chefs d'entreprise locaux qu'il forme et accompagne à l'aube de ce nouveau millénaire, une nouvelle conception de leurs relations avec l'océan qui les entoure. Nous sommes heureux d'être associés à cette aventure et nous ne pouvons qu'espérer que cette nouvelle station de recherche accueillera un nombre croissant de scientifiques et d'amateurs enthousiastes de la vie marine. On espère que ce programme encouragera les jeunes des Îles Marshall à devenir des spécialistes de la biologie marine et de la préservation de la ressource. Quant au projet consacré aux holothuries, il est prévu qu'il sera pleinement opérationnel en août 2001.

Kommol tata !

-
1. Aquaculture Research Program, College of the Marshall Islands, P. O. Box 1258, Majuro, MH 96960 (Îles Salomon). Téléphone : (692) 528-3031; mél. : seve@sympatico.ca
 2. Jean-François Hamel et Annie Mercier sont actuellement chargés de la mise en place de la nouvelle station scientifique des Îles Marshall tout en travaillant comme chercheurs en aquaculture au Collège des Îles Marshall.

Holothuries : l'élevage, la production et la valorisation des produits à valeur ajoutée

Andrew Morgan¹

En mai 2000, les autorités néo-zélandaises — dans le cadre du programme de bourses de doctorat octroyées aux meilleurs élèves, qui relève de la Fondation pour la recherche scientifique et technologique — ont accordé un financement pour étudier l'élevage, la production et la valorisation des produits de l'holothurie à valeur ajoutée.

Ce projet a pour objet de proposer une méthode intégrée pour étudier le cycle biologique de l'holothurie *Stichopus mollis* et son application commerciale et industrielle. L'un de ses premiers objectifs est de mettre au point des techniques d'élevage en écloserie destinées à produire suffisamment de larves et de juvéniles pour étudier les caractéristiques du cycle de vie de cet animal pendant la période larvaire, celle qui fait suite à la colonisation et celle qui précède le recrutement. Il s'agit là de domaines faisant l'objet d'études théoriques importantes mais qui sont mal compris d'un point de vue pratique et qui ne font l'objet que d'un tout petit nombre de publications.

L'autre grand objectif est d'établir le rôle de l'habitat et sa relation avec la répartition et l'abondance. Outre la recherche sur l'association entre les habitats récifaux en zone tropicale et les holothuries, rares sont les informations sur la démographie des espèces endémiques aux régions tempérées. L'idée est de créer un habitat type permettant de modéliser la répartition et l'abondance de *S. mollis*.

Rares sont les publications sur la croissance *in situ* des populations naturelles d'holothuries, et encore celles-ci ne traitent pour l'essentiel que des espèces tropicales. L'objectif est de quantifier les paramètres de croissance à partir des répartitions de fréquence de tailles dans le temps. Les estimations de taux de croissance et de mortalité (à partir d'un modèle déterministe) permettront de mieux comprendre le cycle biologique de cet animal et des échinodermes en général.

Une table de survie pourrait être établie pour cet animal à condition de pouvoir obtenir suffisamment d'informations de l'écloserie et sur les travaux de recherche entrepris *in situ*.

État du projet

Reproduction

Les essais préliminaires de reproduction entrepris lors de la deuxième partie de l'été dernier, soit en janvier et

février de l'an 2000, ont été positifs. Le stock de géniteurs qui a été recueilli a été induit à pondre, en petit nombre, moins d'un mois après sa capture. En outre, plusieurs spécimens se sont reproduits naturellement dans les bassins de stockage pendant cette période. De novembre 2000 à février 2001, ils ont été induits à pondre dans le cadre d'une série d'expérimentations, et des larves ont été élevées jusqu'à des stades avancés de développement. La saison de reproduction a été interrompue par des conditions climatiques inhabituelles et ces holothuries ont souvent pondu des gamètes non viables. Des essais et des analyses plus poussés de leur comportement dans le cadre de la reproduction seront réalisés l'été prochain. On aura recours à une biopsie de la gonade afin d'essayer de corréler le comportement reproductif et l'état de la gonade avec la disposition à se reproduire.

La production de larves et de semences en écloserie

Le bâtiment de l'écloserie a été reconditionné pour permettre l'exécution de ce projet. Des bacs destinés à l'éclosion et à l'élevage des larves ont été mis en place; une salle d'algoculture a été construite et un agitateur rotatif est en cours d'assemblage : il servira à la réalisation d'expériences répétées destinées à étudier la plasticité du développement des larves en réponse à la disponibilité d'aliments.

La polyculture

La valeur nutritionnelle des effluents d'origine aquacole pour l'holothurie *S. mollis* est en train d'être établie. La consommation et l'assimilation de protéines et de matières organiques dans la polyculture avec les ormeaux, les moules et les oursins font actuellement l'objet de comparaisons avec des populations *in situ*.

La croissance *in situ*

Une population est suivie *in situ* pendant 12 à 18 mois afin de déterminer les paramètres de croissance de cet échinoderme. Les données de fréquence de tailles sont utilisées pour créer un modèle déterministe de taux de croissance et de mortalité dans le temps.

La répartition et l'abondance

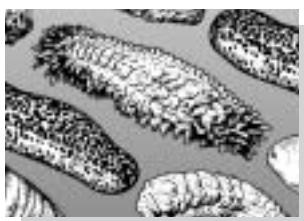
La nature de l'habitat de cet animal est actuellement quantifiée au moyen d'une étude des différents types de récifs réalisée à l'aide de transects et de quadrats. Cette information servira à créer un modèle pour dif-

1. University of Auckland Leigh Marine Laboratory, P. O. Box 349, Warkworth (Nouvelle-Zélande). Téléphone : (649) 422-6111; télécopieur : (649) 422-6113, mél. : a.morgan@auckland.ac.nz

férents types d'habitat et la variation correspondante de l'abondance de *S. mollis*.

Ce projet sera conçu et mis en œuvre afin de mettre au point et d'affiner des technologies d'aquaculture de l'holothurie *Stichopus mollis*. Il aura des retombées sur la filière holothurie dans le Pacifique Sud, dans les quatre domaines suivants :

- 1) la mise au point de techniques destinées à exploiter les viscères d'adultes de l'holothurie *S. mollis* prélevés en milieu naturel selon des méthodes non destructrices et permettant la reconstitution de l'animal ;
- 2) la mise au point de techniques d'écloserie visant à produire un grand nombre de juvéniles ;
- 3) l'élaboration de produits à valeur ajoutée à partir des viscères et du tégument. Il existe un marché à l'exportation de l'animal entier, trempé dans de la saumure ou séché, et aussi un marché de substances actives pour la pharmacologie, à savoir des composés anti-inflammatoires extraits de l'animal, encapsulés et vendus sous forme de supplément alimentaire; et
- 4) le lancement d'une production commerciale expérimentale d'holothuries afin d'approvisionner la filière pour remplacer l'exploitation de populations en milieu naturel.



Nouvelles des marchés la bêche-de-mer

Prix à l'exportation de bêches-de-mer de Papouasie-Nouvelle-Guinée

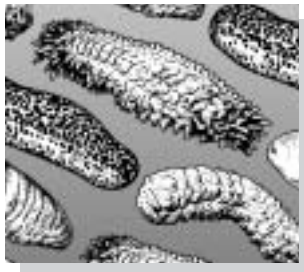
Source: *Fishing Line*, Lettre d'information mensuelle de National Fisheries Authority, n° 1, avril-mai 2001

Espèce	Grade	Prix (USD/kg)	Marché
Holothurie de sable	A	45,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
	B	38,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
	C	25,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Holothurie blanche à mamelles	A	30,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
	B	22,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
	C	18,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Holothurie noire à mamelles	A	25,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
	B	17,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Stonefish (<i>Actinopyga lecanora</i>)	A	15,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Holothurie ananas		15,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Trévang vert		17,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Holothurie brune		7,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Chalkfish (<i>Bohadschia similis</i>)		4,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Holothurie serpent		4,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Lollyfish (<i>Holothuria atra</i>)	A	3,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
	B	3,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Holothurie léopard		8,5	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Trévang curry		14,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Amberfish (<i>Thelenota anax</i>)		5,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Flowerfish (<i>Pearsonothuria graeffei</i>)		4,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie
Holothurie à trompe d'éléphant		4,0	Singapour, Hong Kong, Malaisie

Prix des bèches-de-mer sur les marchés d'Asie (janvier - juillet 2001)

Espèces	Taille	Qual.	Prix indicatif en USD/kg (C&F) - 2001												Marché	Origine			
			16/01	2/02	16/02	2/03	16/03	2/04	16/04	16/05	5/06	18/06	2/07	16/07			1/08		
Holothurie blanche à mamelles (avec peau)	3-5 pc/kg	A	33,0	33,0	30,0	30,0	30,0	30,0	28,0	28,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	Ports du SE asiat.	Pacifique Sud
		B	23,0	23,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	Ports du SE asiat.
Holothurie ananas (Thelenota ananas)	6-15 pc/kg		15,0	15,0	18,0	18,0	18,0	18,0	13,0	13,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	Ports du SE asiat.	Pacifique Sud
Holothurie noire à mamelles	3-5 pc/kg	A	28,0	28,0	23,0	21,0	21,0	21,0	20,0	20,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	Ports du SE asiat.	Australie
		B	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	Ports du SE asiat.	Australie
Holothurie de sable	10-30 pc/kg	A	55,0	55,0	58,0	58,0	58,0	58,0	63,0	63,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	58,0	Singapour	Indonésie
	15-40 pc/kg		35,0	35,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	Singapour	Australie
Trepang vert (Stichopus chloronotus)	50-120 pc/kg		13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	Singapour	Pacifique Sud
Lollyfish (H. atra)	30-160 pc/kg		4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	Singapour	Pacifique Sud
Stonefish (A. lecanora)			19,0	19,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	Singapour	Pacifique Sud
Surf redfish (Actinopyga mauritiana)	15-35 pc/kg		15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	Singapour	Pacifique Sud
Holothurie léopard	25-55 pc/kg		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	Singapour	Pacifique Sud
Holothurie brune (?) (Boadschia marmorata)	25-110 pc/kg		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	Singapour	Pacifique Sud
Trepang curry (Stichopus variegatus)	30-50 pc/kg		17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	Singapour	Pacifique Sud
	70-120 pc/kg		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	Singapour	Pacifique Sud
Holothurie à trompe d'éléphant	3-8 pc/kg		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	Singapour	Pacifique Sud

Source: Infotrade Trade News. Pour plus d'information sur les publications d'INFOFISH, vous pouvez contacter infish@pojaring.my ou +603 2691804 (fax) ou visiter le site Internet: <http://www.infofish.org>



Résumés, publications, colloques & conférences

la bêche-de-mer

Résumés des communications présentées lors du neuvième Congrès international sur la reproduction et le développement des invertébrés, Grahamstown (Afrique du Sud), 15–20 juillet 2001

Exposé oral

Sexual and asexual reproduction and consequences on population genetics of the holothurian *Stichopus chloronotus* (Echinodermata): a comparison between La Reunion (Indian Ocean) and Australia (Pacific Ocean)

Chantal Conand*, Sven Uthicke** et Thierry Hoareau*

* Laboratoire d'écologie marine, Université de La Réunion (France)

** Australian Institute for Marine Science (Institut australien des sciences de la mer), Townsville (Australie)

Stichopus chloronotus (Brandt, 1835) compte parmi les dix espèces d'holothuries aspidochirotées connues pour leur reproduction à la fois sexuée et asexuée par scission transversale. Des données dont on ne disposait pas encore sur le cycle sexuel de cette espèce à La Réunion sont présentées ici, et celles que l'on connaît sur la reproduction sexuée et asexuée de cette espèce sont reprises sous forme succincte. La reproduction sexuée de cette espèce à La Réunion présente des caractères saisonniers différents, avec une période de pointe survenant pendant la saison chaude, aussi bien sur la Grande barrière de corail qu'à La Réunion. Cependant, certains écarts étonnants par rapport à un sex-ratio équilibré, habituellement en faveur des individus mâles, ont été observés dans les deux régions. De nouvelles données concernant la reproduction asexuée de cette espèce à La Réunion confirment les taux de scission élevés. C'est en hiver que la reproduction asexuée atteint son apogée, tant dans l'océan Indien que dans l'océan Pacifique. Le taux de reproduction asexuée semble varier selon le lieu d'échantillonnage. Les résultats d'études de la génétique de la population de *S. chloronotus* (Uthicke et al. 1999, Uthicke et al. sous presse) montrent toutefois que, dans la plupart des populations examinées, tout au plus 60 pour cent environ des individus pourraient être le fruit d'une reproduction sexuée. Des analyses automatiques s'appuyant sur la distance génétique des populations mettent en évidence l'appartenance des populations océaniques au même groupe, à l'exception d'un échantillon provenant d'un récif de la Grande barrière de corail proche du littoral, apparenté à des échantillons de La Réunion. Les différences génétiques entre les populations des deux régions, bien que réelles, sont relativement faibles au regard de l'éloignement géographique. Nous en concluons que la reproduction asexuée chez *S. chloronotus* joue un rôle important dans le maintien des effectifs locaux, mais que l'échange larvaire entre populations par reproduction sexuée contribue à la colonisation de nouvelles zones et à l'établissement de liens entre les populations. Il est désormais possible de présenter la première synthèse de ces phénomènes établie pour une espèce d'holothurie.

Résumés de posters

In vivo observation of ovulation and further oocyte maturation in spawning holothurians

Jean-François Hamel et Annie Mercier

Collège des Îles Marshall (CMI), P.O. Box 1258, Majuro, MH 96960 (Îles Marshall)

La présente étude est, à notre connaissance, la première consacrée à l'examen *in vivo* de la transformation des ovocytes dans le gonoducte, depuis les prémices de la ponte jusqu'à l'expulsion des gamètes chez les inverté-

brés marins. La position de ponte et la morphologie du gonoducte des holothuries, bien connues, ont facilité l'étude de *Holothuria leucospilota* et *H. scabra* à cet effet. Des essais de fécondation des gamètes recueillis dans les différentes sections du gonoducte au cours de la ponte ont été répétés pendant dix heures après le prélèvement. Des ovocytes mûrs, à l'intérieur de la gonade, ont été extraits lors de la prophase de la méiose. La contraction des bandes musculaires des gonades, dès l'instauration du comportement de reproduction, coïncidait avec le détachement des ovocytes des cellules folliculaires. Ces ovocytes ne présentaient pas de migration ni de rupture de la vésicule germinale et n'intervenaient pas dans la maturation. Au bout de 20 minutes, les ovocytes entraînés par groupes de cinq ou huit traversaient l'orifice gonadal et étaient entreposés dans la première section du gonoducte, qui augmentait de 7 à 15 fois son diamètre initial en 25 à 35 minutes. Plus de 95 pour cent des ovocytes présents dans la poche avaient déclenché la migration de la vésicule germinale, ou achevé sa rupture, mais ne pouvaient être fécondés. Environ 45 à 55 minutes après le début du processus reproductif, les ovocytes comprimés s'écoulaient en un flux continu à travers la deuxième section du gonoducte, étroite et légèrement déformée. Les ovocytes recueillis au cours de ce transit n'étaient toujours pas mûrs pour la reproduction. Chez les deux espèces, les ovocytes présents dans la dernière section du gonoducte en étaient à la métaphase de la première division méiotique et étaient fécondables. L'expulsion des gamètes s'est produite environ 70 à 85 minutes respectivement après les premiers signes de ponte chez *H. leucospilota* et *H. scabra*. Les ovocytes étaient généralement émis en un seul jet puissant après un séjour de 25 à 30 minutes dans la dernière section du gonoducte. Cette étude montre que les ovocytes d'holothuries subissent d'importantes transformations en progressant vers le gonopore, et que leur passage dans la partie médiane, resserrée, du gonoducte s'avère essentiel à la maturation finale.

Reactions of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* (Echinodermata: Holothuroidea) larvae to sharp desalination of surface water

S.D. Kashenko,

Institut de biologie marine, Académie des sciences de Russie, Vladivostok (Russie)

Dans la baie de Vostok (mer du Japon), la couche superficielle de l'eau de mer présente de fortes baisses du taux de salinité après des précipitations. Les larves d'*Apostichopus japonicus* aux stades blastula et gastrula se répartissent à la surface; aux stades de développement ultérieurs (dipleurula, auricularia et doliolaria), elles migrent vers des couches plus profondes. Le comportement des larves et leur distribution verticale ont été étudiés, dans des conditions de laboratoire, en fonction de la baisse de salinité de la couche superficielle à 22–23°C. Pour diluer la couche superficielle d'eau de mer (afin d'obtenir un gradient de densité), on a versé lentement de l'eau de mer diluée dans un aquarium cylindrique à raison de 32‰ d'eau de mer pour une colonne d'eau de 50 cm. Des larves ont été introduites dans les récipients témoin et expérimental avant d'ajouter l'eau diluée. Elles se sont accumulées dans la couche salée, subissant ainsi un choc osmotique. Puis elles se sont immobilisées, le corps dilaté sous l'effet de l'hydratation. Les blastula et gastrula se sont concentrées dans la couche à 20,0–20,5‰. Elles ont fini par s'adapter, mais sans pouvoir quitter cet horizon. Les larves témoins ayant atteint le stade de transition entre gastrula et dipleurula étaient réparties régulièrement dans la colonne d'eau. Les larves expérimentales parvenues au même stade ont perdu leur activité locomotrice dans la couche à 20,0–20,5‰, puis l'ont recouvrée. En 4 heures, toutes les larves ont atteint le stade dipleurula et quitté l'horizon dilué. Les auricularia étaient moins résistantes au dessalement que les larves à un stade antérieur, et sont mortes dans la couche à 20,0‰. Les larves témoins et expérimentales en fin de stade auricularia et doliolaria ne sont pas remontées à la surface, mais, lorsque le degré de salinité a été abaissé à 18,0–20,0, elles ont migré vers la couche plus profonde à 32‰. Des mécanismes et un comportement adaptatifs ont donc permis à des larves d'*A. japonicus*, ayant atteint certains stades de développement, de survivre et d'éviter les effets néfastes de la diminution de la salinité en surface.

Reproductive cycle of the sea cucumber *Isostichopus badionotus* (Echinodermata) from Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil

Renata Pires Nogueira Lima*, Camila Freire Barcellos*, Carlos Renato Rezende Ventura** et Lúcia Siqueira Campos-Creasey*

* Laboratório de Equinodermatologia, Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Santa Ursula, R. Jornalista Orlando Dantas, 59, Botafogo, Rio de Janeiro-RJ, 22231-010 (Brésil)

** Laboratório de Echinodermata, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro Dept. Invertebrados. Quinta da Boa Vista - S o Cristov o Rio de Janeiro - RJ 20940-040 (Brésil)

Isostichopus badionotus (Selenka, 1867) est un concombre de mer que l'on trouve couramment à Rio de Janeiro, en particulier sur la côte méridionale, à Baía da Ilha Grande. Certains clients orientaux et européens consomment cette espèce dans les restaurants de Rio de Janeiro. L'exploitation permanente de *I. badionotus* pourrait mettre ce peuplement en danger. L'objectif de l'étude est de fournir des renseignements sur le cycle de reproduction de cette espèce, dont on connaît mal le cycle biologique dans cette région. Des animaux ont été ramas-

sés chaque mois. Leurs indices organiques ont été calculés d'après les relations existant entre le poids humide des organes et le poids humide total du corps. Les gonades ont été préparées en vue d'un examen histologique. La fréquence de taille des ovocytes et le diamètre des tubules gonadiques ont été calculés et la gamétogenèse décrite. De 5°C en hiver, la température de l'eau passe à 10°C au printemps et en l'été; elle atteint son maximum, 31°C, en février. Le rapport gonado-somatique culmine à la fin du printemps (moyenne d'octobre et novembre = $2,11 \pm 1,16$; $n = 21$). La ponte a été observée en janvier, lorsque la température de l'eau est élevée (30°C). Les résultats de ces travaux faciliteront la mise en œuvre d'un projet de gestion, d'élevage larvaire et de reconstitution des stocks d'*I. badionotus* dans la région.

Coelomic fluid as a mediator of spawning induction in tropical holothurians

Annie Mercier et Jean-François Hamel

College of the Marshall Islands (CMI), P.O. Box 1258, Majuro, MH 96960 (Îles Marshall)

Les holothuries comptent parmi les échinodermes de plus grande valeur marchande. Mais il reste difficile de déclencher la ponte de manière fiable dans des conditions expérimentales. La présente étude montre que le taux de réussite de la ponte peut être augmenté chez les individus matures par transfert de liquide coelomique. Du liquide, recueilli pendant 20 minutes environ dans la cavité coelomique d'holothuries en posture typique de reproduction, avant l'expulsion des gamètes, a déclenché la ponte chez 71 à 100 pour cent des individus de la même espèce. Ceux-ci ont réagi à l'injection d'une aliquote de 2 à 3 ml en adoptant la position de ponte en l'espace de 30 à 62 minutes et par une émission spontanée massive de gamètes, 57 à 78 minutes plus tard. Les résultats variaient en fonction de la durée de prélèvement pendant l'activité de ponte du donneur et du volume injecté. La substance active n'est pas spécifique du sexe, des réactions positives ayant été observées chez des individus du même sexe ou du sexe opposé à celui du donneur de liquide coelomique. Le liquide d'un géniteur était également actif lorsqu'on le répandait dans l'eau de mer environnante; il provoquait l'adoption de la posture typique chez 54 ± 6 pour ces individus à maturité, puis une expulsion de gamètes chez 25 ± 7 pour cent d'entre eux, moins de 85 minutes plus tard. Le liquide coelomique prélevé d'individus non matures ou inactifs n'induisait pas la ponte. La plupart des expériences ont été réalisées sur *Bohadschia argus*, mais des résultats similaires ont été obtenus sur *B. marmorata*, *Holothuria leucospilota* et *H. atra*. Des essais interspécifiques ont également été couronnés de succès, ce qui laisse à penser que les phénomènes chimiques en jeu ne sont pas propres à l'espèce. Néanmoins, le liquide coelomique prélevé dans des astéroïdes et des échinoïdes en cours de ponte n'ont pas induit un comportement de ponte ni d'émission de gamètes chez les holothuries. Les résultats ont montré que le liquide coelomique des holothuries agit comme un vecteur de substances qui induisent la ponte. Son efficacité, même dilué dans de l'eau de mer, pourrait partiellement expliquer la ponte épidémique et synchrone observée dans certaines populations d'holothuries.

Reproductive aspects of *Athyonidium chilensis* (Semper, 1860) (Echinodermata: Holothuroidea) in the IV Region of Chile

Cecilia Moreno* et Chita Guisado**(*)

* Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar, Casilla 117, Coquimbo (Chili)

** Universidad de Valparaíso, Casilla 13-D, Viña del Mar (Chili). Mél : cguisado@ucn.cl

Athyonidium chilensis (Semper, 1860) est un concombre de mer de grande taille que l'on trouve au Chili. Il revêt une grande importance commerciale. Cette espèce benthique est présente entre Pérou et Chiloé (Chili). On ne dispose d'aucune information quant à la reproduction ou au cycle de reproduction de cette espèce. L'objectif de cette étude est d'examiner le cycle de reproduction et le recrutement de *A. chilensis* dans la région IV du Chili (30°05'S; 71°26'O). Des adultes ont été ramassés tous les mois entre juin 1999 et juin 2000. La masse humide et sèche des animaux et des gonades ainsi que le diamètre de dix tubules gonadiques ont été estimés. On a effectué des analyses histologiques des gonades afin de déterminer leur degré de maturité (diamètre des œufs, épaisseur de la couche germinative et surface de l'acinus contenant du sperme). Nous en concluons que *A. chilensis* est reproducteur tout au long de l'année et qu'il est par conséquent possible d'obtenir des animaux matures et pondus à tout moment. On n'a trouvé de juvéniles (moins de 2 mm) d'*A. chilensis* qu'au fond de fissures, dans des flaques intertidales, où l'on a relevé de fortes densités d'adultes en décembre 1999. Des juvéniles ont aussi été observés dans des anfractuosités rocheuses et sur des plages, où les adultes abondent.

(Recherche menée avec le concours financier de la Dirección General de Investigación y Cooperación técnica (DGICT), Universidad Católica del Norte)

Exposé présenté au colloque de la Société australienne d'étude des récifs coralliens, Magnetic Island, les 7 et 8 juillet 2001

Population genetics of the fissiparous holothurians *Stichopus chloronotus* and *Holothuria atra* (Aspidochirotida) on the Great Barrier Reef, the Torres Strait and La Reunion

S. Uthicke¹, J.A.H. Benzie² et C. Conand³

1. Institut australien des sciences de la mer, PMB n° 3, Townsville, Queensland 4810
2. Centre d'études hauturières et côtières, Université de Nouvelle Galles du Sud, Sydney, NSW 2052
3. ECOMAR, Université de La Réunion, 97715 Saint-Denis, France

Une recherche a été consacrée à la structure génétique de huit peuplements d'holothuries fissipares, appartenant aux espèces *Stichopus chloronotus* et *Holothuria atra*, présentes sur la Grande barrière de corail et dans le détroit de Torres (Pacifique occidental), ainsi qu'à La Réunion (océan Indien occidental). L'électrophorèse des allozymes de cinq loci de *S. chloronotus* et de six loci d'*H. atra* a permis de comparer les modes de reproduction asexuée et d'étudier les rapports qui existent entre les populations de ces régions. Des écarts par rapport aux fréquences des génotypes attendues selon l'équilibre de Hardy Weinberg ont été observés chez toutes les populations. La contribution maximale de la reproduction sexuée (nombre maximum d'individus issus d'une reproduction sexuée divisé par la taille de l'échantillon = $N^*:N_i$) était similaire pour toutes les populations de *S. chloronotus* (58–64%) et de *H. atra* (76–92%), à l'exception de celles des récifs littoraux de la Grande barrière, qui présentaient des contributions nettement supérieures de la reproduction asexuée. La variabilité génétique était fortement réduite parmi les populations de *S. chloronotus* de La Réunion. Les valeurs du test exhaustif calculées à partir de génotypes clonaux ne s'écartaient pas de manière significative de zéro, ce qui dénote un flux génétique important entre les régions. Les analyses utilisant l'algorithme de classification automatique (UPGMA) mettent toutefois en évidence une certaine homogénéité des populations selon la région. Ainsi, malgré certaines restrictions des flux génétiques entre l'océan Pacifique occidental et l'océan Indien occidental, ces différences sont nettement moins grandes que celles qui avaient été signalées dans des études antérieures des échinodermes, à des échelles géographiques similaires. Malgré l'importance de la reproduction asexuée pour le maintien des effectifs locaux, cette étude confirme l'immense potentiel que présente une vaste dispersion par le truchement de larves issues de la reproduction sexuée.

Exposé et résumé extraits des actes du colloque 2001 de l'Association australienne des sciences de la mer et de la Société néo-zélandaise des science de la mer (Townsville, 3–6 juillet 2001)

Management of harvest fisheries: Population genetic analyses suggest different management strategies for two commercially important holothurian species. Changes in the marine environment

S. Uthicke¹ et John Benzie²

1. Institut australien des sciences de la mer, PMB n° 3, Townsville MC, Queensland 4810
2. Centre d'études hauturières et côtières, Université de Nouvelle Galles du Sud, Sydney, NSW 2052

La surexploitation a récemment provoqué l'effondrement de la pêche des deux espèces d'holothuries de plus grande valeur marchande (holothurie à mamelles noires *Holothuria nobilis*; holothurie de sable *H. scabra*), le long de la côte tropicale orientale de l'Australie. Nous avons étudié les structures génétiques des populations de ces espèces afin de faciliter la gestion future de ces stocks sur la Grande barrière de corail. L'analyse des allozymes de sept loci polymorphes de populations de *H. nobilis*, récoltées à 1300 km de distance, n'a pas mis en évidence de restrictions du flux génétique (les valeurs F_{ST} ne s'écartaient pas de manière significative de zéro, et la distance génétique maximale non biaisée de Nei était de 0,003). L'analyse séquentielle d'un gène mitochondrial sur plus de 300 animaux n'a pas permis de conclure à une subdivision de la population. En revanche, des analyses d'allozymes de populations de *H. scabra* ont montré une nette différenciation des populations (valeur F_{ST} moyenne : 0,088; distance génétique non biaisée de Nei comprise entre 0,020 et 0,063). Des analyses utilisant l'algorithme de classification automatique ont permis d'identifier trois groupes distincts de populations représentant des échantillons des trois régions : Hervey Bay, Upstart Bay et détroit de Torres. Au vu de ces résultats, on peut penser qu'il convient d'appliquer des stratégies de gestion différentes pour les deux espèces. Le flux génétique élevé chez *H. nobilis* indique que des recrues peuvent provenir d'une vaste zone géographique et que les stocks pourraient être gérés à l'échelle régionale. La détection de stocks génétiques distincts de *H. scabra* laisse à

supposer que le recrutement au sein d'une même région est plus limité, ce qui pourrait freiner la reconstitution des stocks dans les zones exposées à la surpêche. Ces stocks devraient éventuellement être gérés séparément et des réserves marines prévues. Il faudra, par une surveillance permanente, déterminer la dynamique des populations et l'étendue géographique de la reconstitution des stocks de chaque espèce.

Note de la rédaction :

*Compte tenu de l'importance de l'holothurie de sable *Holothuria scabra* dans l'ensemble de la région Indo-Pacifique, un projet conjoint a été entrepris, il y a un an, pour mener une étude extensive et exhaustive sur cette espèce. Ce document, qui présente un résumé commenté d'environ 370 références concernant *H. scabra*, est parue dans le volume 41 de *Advances in Marine Biology* (2001). Le titre et le résumé sont repris ci-dessous.*

The sea cucumber *Holothuria scabra* (Holothuroidea: Echinodermata): its biology and exploitation as beche-de-mer

Jean-François Hamel¹, Chantal Conand², David L. Pawson³ et Annie Mercier^{1,4,5}

- 1 Société d'exploration et de valorisation de l'environnement (SEVE), 655 rue de la Rivière, Katevale, Québec (Canada), JOB 1W0, tél./télécopieur (819) 843-3466, mél : seve@sympatico.ca
- 2 Université de La Réunion, Laboratoire d'écologie marine, 15 avenue René Cassin, Saint-Devenis, Cedex 9, 97715 La Réunion (France)
- 3 Museum national d'histoire naturelle, Smithsonian Institution, Mail Stop 163, Washington, D.C., 20560-0163 (États-Unis d'Amérique)
- 4 Centre international pour l'aménagement des ressources bioaquatiques (ICLARM), Centre d'aquaculture côtière, P.O. Box 438, Honiara (Îles Salomon)
- 5 Institut des sciences de la mer (ISMER), 310 allée des Ursulines, Rimouski, Québec, Canada G5L 3A1

L'une des holothuries le plus assidûment étudiées, *Holothuria scabra*, fait l'objet de descriptions depuis 1833. Cette espèce est importante pour plusieurs raisons : 1) elle est abondante dans plusieurs habitats meubles, à faible profondeur, et son aire de distribution est très vaste dans la région Indo-Pacifique; 2) elle a une grande valeur marchande sur les marchés asiatiques où elle est surtout vendue sous forme de bêche-de-mer; et 3) c'est la seule espèce d'holothurie tropicale qui peut être, à l'heure actuelle, produite en masse dans des écloséries. La recherche sur *H. scabra* se poursuit. En raison de l'exploitation commerciale de cette espèce, ses stocks s'amenuisent dans le milieu naturel. La présente étude rassemble des données issues de 14 thèses et de 349 rapports techniques et articles scientifiques concernant la biologie, l'écologie, l'aquaculture et la pêche de *H. scabra*. Malgré l'omission probable de plusieurs références dans notre recherche, nous présentons la liste de références la plus exhaustive jamais dressée, qui comprend aussi des documents peu accessibles publiés par des institutions locales ou rédigés en langue étrangère. Le but de ce projet était principalement de résumer l'abondante littérature relative à cette espèce et de l'examiner sous un angle critique, afin de la rendre plus facilement accessible à toute personne souhaitant conduire une recherche fondamentale ou mettre en œuvre des projets d'aquaculture et d'amélioration des stocks de *H. scabra* dans toute son aire géographique.

Autres résumés d'articles parus dans diverses publications

Holothurian exploitation in the Philippines: Continuities and discontinuities

Jun Akamine

Musée national d'ethnologie, 10-1 Senri Expo Park, Osaka 565-8511 (Japon)

Adapté de : TROPICS Vol. 10(4):581–607, mars 2001

Dans cet article, je décris l'évolution de l'exploitation des ressources en holothuries aux Philippines. J'évoque plus particulièrement la pêche de *trepang* sur l'île Mangsee, au sud de la province de Palawan, où les habitants vont pêcher jusqu'aux îles Spratly. Depuis plus de trois cents ans, les holothuries représentent une part importante des exportations de l'Asie du Sud-Est vers la Chine. De nombreux scientifiques qui travaillent dans des entreprises maritimes d'Asie du Sud-Est ont signalé l'existence de réseaux humains dynamiques à la recherche de produits de la mer séchés tels que le *trepang* ou les ailerons de requin. Peu de chercheurs se sont toutefois penchés sur la réalité matérielle de ces échanges. Le présent article indique que 22 espèces d'holothuries sont commercialisées aux Philippines, à l'heure actuelle, et que le prix des espèces les plus coûteuses est environ 80 fois supérieur à celui des espèces les moins coûteuses. En outre, ces dernières années, le *trepang* de qualité inférieure a vu sa valeur commerciale augmenter. Contrairement à ce qu'indiquent des études antérieures, les holo-

thuries ne sont pas de simples produits alimentaires coûteux, réservés à une élite. Elles font de plus en plus partie de la nourriture quotidienne. La consommation des espèces de *trepang* les moins coûteuses est plus forte que jamais, aux Philippines et ailleurs. L'une des principales caractéristiques du commerce philippin est que le pays exporte un énorme volume de *trepang* de moindre valeur marchande. Aujourd'hui, la filière est totalement différente de ce qu'elle était autrefois, et nous devons rester vigilants devant les aléas de cette activité.

Effect of beche-de-mer fishing on densities and size structure of *Holothuria nobilis* (Echinodermata: Holothuroidea) populations on the Great Barrier Reef

S. Uthicke et J.A.H. Benzie

Source : Coral Reefs (2000) 19:271–276

Le déclin des taux de prises d'*Holothuria nobilis* (holothurie noire à mamelles) sur la Grande barrière de corail a incité les organismes de gestion à interdire la pêche de cette espèce en octobre 1999. En même temps, nous avons observé la densité et la structure par taille des stocks de *H. nobilis* dans la principale zone exploitée de ce récif. La densité de *H. nobilis* sur quatre récifs interdits à la pêche (environ 20 individus par hectare) était près de quatre fois supérieure à celle observée sur 16 récifs accessibles aux pêcheurs (environ 5 individus par ha). Chacun des quatre autres récifs a été divisé en une zone protégée et une zone ouverte. Dans la partie protégée du plus vaste de ces récifs (28 km de long environ), les densités de *H. nobilis* étaient près de cinq fois supérieures à celles de la partie accessible aux pêcheurs. Sur trois récifs plus petits (moins de 11 km de long), toutefois, l'écart entre les densités de la zone autorisée et de la zone protégée n'était pas significatif mais la densité était proche de celle des récifs complètement ouverts à la pêche. Le poids moyen des individus était considérablement réduit sur les récifs exploités (1763 g) par rapport aux récifs fermés (2200 g). La pêche d'holothuries entraîne donc une forte réduction de la densité et de la biomasse de *H. nobilis*. Apparemment, la division des petits récifs en deux parties, une ouverte et l'autre fermée, n'assure pas une protection suffisante, mais les récifs complètement interdits à la pêche semblent protéger les stocks, dans une certaine mesure. Certains indices laissent à penser que la proximité d'attractions touristiques pourrait renforcer l'efficacité de la protection.

A search for the digestive enzymes in gut fluid of *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 (Echinodermata: Holothuridea)

T. Eswaramohan, Padmini Kirshnarajah (département de zoologie) et Vasanthy Arasaratnam (département de biochimie), Université de Jaffna, Sri Lanka

Source : Proceedings of Jaffna Science Association, vol. 8, no. 1, 2000

L'échantillonnage d'*Holothuria scabra* réalisé de juin 1998 à juin 1999 dans le lagon de Jaffna (Sri Lanka) a fait l'objet d'une étude mensuelle visant à évaluer les enzymes digestives présents dans le liquide coelomique de cette espèce. Le liquide coelomique recueilli dans le tube digestif éviscéré contenait des enzymes capables d'hydrolyser l'amidon, la caséine et l'huile. Les volumes moyens de liquide dans les intestins antérieur et médian étaient respectivement de 1,2 ($\pm 0,638$) ml et 6,0 ($\pm 0,233$) ml. Le pH moyen du liquide de l'intestin médian était de 6,1 ($\pm 0,24$). Les activités moyennes des carbohydrases, protéases et lipases, dans un millimètre de liquide de l'intestin médian, étaient respectivement de 35,11 ($\pm 12,41$), 12,32 ($\pm 3,41$) unités et 3,59 ($\pm 0,61$) $\times 10^{-3}$ unités. La quantité moyenne de sucres réducteurs, d'acide aminé libre, de peptides et d'acides gras libres était respectivement de 0,54 ($\pm 0,20$) g/l, 0,07 ($\pm 0,03$) g/l et 48,12 ($\pm 10,0$) g/l. Les résultats ont montré que, chez cette holothurie, l'activité de carbohydrases semble supérieure à celle des protéases et des lipases, bien que cet animal se nourrisse de sédiments. L'étude des activités des enzymes digestives dans le liquide coelomique, effectuée à différentes périodes de l'année, a montré que les enzymes étaient moins actives en avril, mois durant lequel le développement des gonades d'*Holothuria scabra* est à son maximum. L'observation laisse à penser que son organisme contient moins d'enzymes digestives pendant sa période de reproduction.

Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Holothuria fuscogilva* in the Solomon Islands

C. Ramofafia, S.C. Battaglione, J.D. Bell et M. Byrne

Source : Marine Biology (2000), 136:1045–1056

La reproduction d'*Holothuria fuscogilva* (Selenka 1867) aux Îles Salomon a été étudiée sur une période de quatre ans (de 1994 à 1998) par l'examen macro et microscopique des tubules gonadiques, la méthode du rapport gonado-somatique, l'examen histologique de la gamétogenèse et des essais d'induction de la ponte. La gonade

consistait dans de nombreux tubules, prédominants dans la cavité coelomique des individus gravides. De nouveaux tubules sont apparus en mars. Ils ont grossi et leurs ramifications se sont développées jusqu'à atteindre une taille maximale en août, au stade de la maturité. La ponte s'est produite d'août à octobre; la majorité des gamètes ont été émis en octobre, bien qu'en partie seulement chez de nombreux individus. Après la ponte, les tubules rétrécissent et se résorbent dans la base gonadique. Une échelle de maturation des gonades, comprenant cinq stades et établie d'après les caractéristiques macroscopiques des tubules gonadiques, correspondait aux différents stades de la gamétogenèse identifiés par analyse histologique. La gamétogenèse a commencé au milieu du mois de mars, l'ovogenèse et la spermatogenèse se déroulant parallèlement, suivies du stade de grossissement (de mai à juillet), marqué par la formation de gamètes actifs. Le succès de l'induction de la ponte pendant la période de reproduction corroborait l'indice gonadique et les données issues de l'analyse histologique. La croissance uniforme des tubules gonadiques indique que *H. fuscogilva*, aux Îles Salomon, ne recoupe pas le modèle de recrutement progressif des tubules décrit pour d'autres espèces d'holothuries. Une des retombées importantes de cette étude est que l'on peut s'appuyer sur l'aspect des tubules gonadiques, prélevés par biopsie, pour déterminer l'état des gonades des adultes dans le milieu naturel ou du stock géniteur des individus en captivité.

Fermeture anticipée de la pêche d'holothuries dans la province de Milne Bay

Source : *Fishing Line*, n° 1, avril-mai 2001, bulletin d'information mensuel du service des pêches de Papouasie-Nouvelle-Guinée

Le service des pêches va interdire la pêche d'holothuries dans la province de Milne Bay dès le 8 juin 2001, afin d'empêcher le dépassement des totaux admissibles des captures (TAC), fixé à 140 t selon le plan de gestion de la pêche d'holothuries dans cette province.

M. Philip Polon, directeur du service des pêches, a indiqué qu'à fin avril, les prises totales d'holothuries dans Milne Bay s'élevaient déjà à 110 t, soit une récolte mensuelle moyenne de 27,5 t, ce qui laisse à penser que le total des captures autorisées sera dépassé dès le début de juin prochain.

Il a déclaré que le service des pêches a pris cette mesure afin que le stock d'holothuries de la province ait le temps de se reconstituer et les poissons immatures, celui de grossir. "Cela signifie qu'à l'ouverture de la prochaine campagne de pêche, la récolte devrait à nouveau être bonne", explique M. Polon.

Le 8 juin 2001, dit-il, le ramassage, le stockage et l'achat de produits à base d'holothuries devront cesser immédiatement; quiconque sera surpris à acheter ou à ramasser des holothuries après cette date sera passible d'une amende.

Selon M. Polon, les exportateurs sont tenus de déclarer avant le 15 juin tout stock de produits à base d'holothuries qu'ils conserveraient dans leurs locaux. Tous les stocks devront avoir été exportés avant le 30 juin.

Il ajoute que le service des pêches est en train d'élaborer un nouveau plan national de gestion de la pêche d'holothuries, qui entrera en vigueur dans le courant de l'année, en remplacement du plan de gestion de la province de Milne Bay. La pêche d'holothuries sera à nouveau autorisée le 31 janvier 2002 et régie par le nouveau plan national. Le service des pêches prévoit de réexaminer tous les permis de pêche d'holothuries dès la publication du nouveau plan.

Coup d'œil sur quelques holothuries de Panay (Philippines)

M. B. Surtida et R. Y. Buendia

Adapté de : SEAFDEC Asian Aquaculture vol XXII, no. 3, mai-juin 2000

Hormis les communautés côtières, la plupart des Philippines ne savent pas ce que sont les holothuries (bêche-de-mer, *trepang*) ni à quoi elles ressemblent. C'est probablement à leur insu qu'ils en ont consommé un jour ou l'autre. Seuls les commerçants et des pêcheurs en connaissent le nom vernaculaire, *balat*. L'article tente de donner un aperçu des holothuries, de leur transformation et de leur élevage éventuel. Les renseignements concernant l'élevage ont été recueillis dans d'autres pays, les Philippines ne le pratiquant pas.

Les holothuries sont des animaux des familles Holothuriidae et Stichopodidae. Présentes dans le monde entier, elles sont abondantes dans la région de l'océan Indien et du Pacifique occidental. Elles peuvent atteindre une longueur maximale de 40 cm et, vivantes, peser jusqu'à 500 g. Leur habitat de prédilection est un substrat sableux et vaseux où elles s'enfouissent souvent, leur extrémité postérieure restant toujours au-dessus de la sur-

face de la vase. Les holothuries préfèrent des eaux légèrement moins salées, et on en trouve des variétés de petite taille près du littoral. En grossissant, elles migrent vers des eaux plus profondes pour la reproduction, qui a lieu deux fois par an.

Depuis des siècles, les holothuries constituent un mets de choix, surtout en Asie. Dans certains pays, c'est une filière très ancienne, qui trouve son origine en Chine. Malgré ce long passé, peu de données scientifiques ont été recueillies, ce qui s'explique peut-être par le fait que certains pays ne jugeaient pas important de mener des études scientifiques, vu l'abondance de l'espèce dans le milieu naturel et l'absence de menace pesant sur l'offre.

De nos jours, l'holothurie fait l'objet d'un commerce extensif à Hong Kong et Singapour, les deux principaux centres d'exportation d'holothuries vers le reste du monde. Les holothuries séchées sont transformées et réexportées aux États-Unis d'Amérique, au Canada, en Europe, à Taiwan, en Corée du Sud, en Chine, en Australie, en Malaisie, en Thaïlande et ailleurs. En 1996, les Philippines en ont exporté pour 125 millions de pesos. De 5 tonnes en 1958, les exportations totales sont passées à 1389 tonnes en 1996.

La crise économique qui a frappé l'Asie en 1997 a brutalement affecté le secteur de la restauration, et la demande de bêtes-de-mer a diminué. Cette évolution est peut-être une bénédiction, car elle relâchera la pression qui s'exerce sur les stocks d'holothuries, menacés d'épuisement dans de nombreux pays producteurs.

Un bateau malgache arraisonné

Source : *Le quotidien* (La Réunion), 11 mai 2001

Un navire malgache et son équipage de 110 marins a été arraisonné le 23 avril dernier par les garde-côtes seychellois, au large des îles Amirantes. La police maritime de l'archipel a saisi à bord plusieurs tonnes de concombres de mer. Selon l'hebdomadaire seychellois *Regard*, l'équipage du *Modell*, un navire de pêche enregistré à Mahajanga (Madagascar), a été appréhendé à proximité de l'île Farquhar, l'une des Amirantes.

La plupart des hommes de bord sont suspectés d'avoir été engagés comme plongeurs et de s'être exclusivement consacrés à la pêche aux concombres de mer, un produit alimentaire très prisé dans les pays du Sud-Est asiatique. Le reste de l'équipage aurait essentiellement servi au nettoyage et au salage de ces concombres destinés à l'exportation.

Le *Modell* est un "navire-mère" transportant lui-même huit autres bateaux plus petits, utilisés par les plongeurs pour accéder facilement aux lieux de pêche; le concombre de mer se trouve en quantités relativement importantes au Nord de la côte malgache et sur les hauts-fonds des Seychelles, à des profondeurs variant entre 20 et 60 mètres. Au cours de ces dernières années, les ressources malgaches ont considérablement diminué à cause d'une pêche intensive. Ce qui expliquerait l'attrait des eaux seychelloises pour les bateaux pirates.

Escorté jusqu'aux Seychelles, le *Modell* mouille aujourd'hui à Port-Victoria, où il fait l'objet d'une enquête. Selon l'un des membres d'équipage, le navire n'aurait jamais travaillé dans les eaux de l'archipel. Victime d'une avarie, il aurait d'après lui simplement dérivé au large des Amirantes, au Sud de la zone de pêche exclusive des Seychelles.

110 marins immobilisés

L'hebdomadaire des Seychelles *Regard* souligne que le bureau du procureur général devrait très rapidement prendre une décision quant aux suites judiciaires qu'il songe donner à cette affaire. Une rapidité nécessaire, si l'on prend en compte les conditions de vie des 110 marins immobilisés. L'état de santé des plongeurs et des ouvriers, malgré des conditions de travail très en dessous des normes internationales — beaucoup d'entre eux dorment sur des sacs de sel, dans les cales du bateau — s'avère étrangement bon. Les représentants seychellois de la Croix Rouge et de l'Apostolat de la Mer ont visité le navire et tentent actuellement de trouver des fonds pour fournir des vêtements et des produits de première nécessité aux 110 marins. "Il serait cependant souhaitable que les simples marins soient rapatriés pendant que la procédure judiciaire suit son cours", ajoute l'hebdomadaire *Regard*. "Le renvoi des marins pose pourtant un problème financier, étant donné leur grand nombre".

Pour peu que des sanctions soient prises contre le *Modell*, les autorités seychelloises pourront se retourner aisément contre le propriétaire : non seulement ce dernier est à bord, mais il occupe aussi les fonctions de capitaine. Ces sanctions pourraient se traduire par la saisie du navire, de sa cargaison et une forte amende. Selon *Regard*, cette interception d'un navire d'un pays du Sud-Ouest de l'océan Indien soupçonné de pêche illégale serait une première dans les eaux seychelloises.

CONFÉRENCES

Sixième Conférence européenne sur les échinodermes

Elle s'est tenue du 3 au 7 septembre 2001 à Banyuls (France). Pour plus d'informations, veuillez consulter le site Web : http://www.obs-banyuls.fr/web/departs/feral/biolpop/6thECE/6th%20ECE_accueil.htm

Quatrième Conférence nord-américaine sur les échinodermes

La quatrième Conférence nord-américaine sur les échinodermes s'est tenue du 22 au 26 août 2001 au *Darling Marine Center* de l'Université du Maine, à Walpole. Pendant quatre jours, des biologistes aux domaines de compétence les plus divers mais spécialistes des échinodermes ont pu mettre en commun les conclusions des recherches les plus récentes, et ce dans un décor de rêve. Les discours et programmes ont été présentés par John Pearse, Paul Tyler, Craig Young et John Dearborn; des communications verbales et par affichage sont venues compléter le programme.

Pour plus d'informations, voir l'adresse suivante : <http://server.dmc.maine.edu/html/NAEC.html>



Courrier
la bêche-de-mer

De Signy Sig

Étudiant à la faculté de commerce de l'Université de Bifrost (Islande)

Mél. : signys@bifrost.is

Téléphone : (354) 691 2628

Le 3 mai 2001

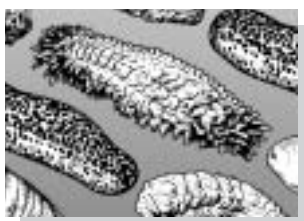
Nous sommes sept étudiants à travailler sur un projet concernant le marché de l'holothurie en Chine. Vous n'aurez aucun mal à imaginer que nombre des documents dont nous disposons portent le nom de la CPS. J'ai pu accéder au bulletin n° 14 sur Internet; je dois dire que je suis étonné de voir comme les informations qu'il contient sont si facilement accessibles : ce n'est pas souvent le cas et je tiens donc à vous en féliciter. Il est essentiel que l'information soit utilisable par tous, même par un étudiant en Islande !

Ce courrier a pour objet d'obtenir quelque assistance, si possible. Une des espèces d'holothuries, *Cucumaria frondosa*, vit dans les eaux côtières d'Islande. Aucun travail de recherche n'a été conduit sur cette espèce, qui n'est pas récoltée à l'heure actuelle. Certaines expériences ont pourtant été menées, concluant que le peu de valeur de la variété islandaise ne justifiait pas de recherches supplémentaires. Mais, au vu de la superficialité desdits travaux, on peut s'interroger sur les résultats obtenus. Je souhaiterais donc connaître la valeur de *Cucumaria frondosa* sur le marché mondial. J'ai pu trouver des renseignements sur le cours des holothuries de sable, sur l'holothurie ananas, *Stichopus chloronotus*, mais rien sur *Cucumaria frondosa*.

J'ai glané quelques renseignements sur cette espèce au Québec, mais je ne suis pas certain qu'elle soit encore l'objet de recherches ni qu'elle soit toujours exportée et, si elle l'est, dans quelle catégorie de marchandise. Ces informations font cruellement défaut pour notre travail, et nous sommes bien entendu très intéressés par tout autre type de renseignements dont vous voudrez bien nous faire part. Par exemple, quels sont, le cas échéant, les pays qui exportent *Cucumaria frondosa*.

Nous vous remercions par avance de votre aide.

Signy Sig



Nouveaux membres

la bêche-de-mer

Geoffrey Miller
 Director, Pacific Regional Section
 Australian Agency for
 International Development
 (AusAID)
 GP.O. Box 887
 Canberra
 ACT 2601
 Australie
 Geoffrey_miller@ausaid.gov.au

Mike Ball Dive Expeditions
 143 Lake St.
 Cairns
 QLD 4870
 Australie

Erik Olbrei
 Regional Programme Manager
 Australian Agency for
 International Development
 (AusAID)
 GP.O. Box 887
 Canberra
 ACT 2601
 Australia
 erik_olbrei@ausaid.gov

Mark Salotti
 Technical Assistant
 Marine Invertebrates Section
 Department of Aquatic Zoology
 Western Australian Museum of
 Natural Science
 1 Francis Street Perth
 Western Australia 6000
 Australie
 mark.salotti@museum.wa.gov.au

Pacific Sea Cucumber Harvesters
 Assn. (PSCHA)
 Sheila Wood, Secretary/Treasurer
 #160-15550 26th Avenue
 White Rock
 BC V4P 1C6
 Canada

Peter Lawton
 Section Head
 Department of Fisheries and
 Oceans
 Gulf of Maine Crustacean
 Fisheries Section
 Biological Station
 St. Andrews
 N.B. E0G 2X0
 Canada

Ahmed Yusuf
 34 Erla Court
 Markham
 Ontario
 L3S 3B3
 Canada

Saba Wolday Zeremariam
 A/Head Research and Training
 Division
 Research and Training Division
 P.O. Box 18
 Massawa
 Erythrée - NE Africa
 fruta@eol.com.er

Director
 Chuuk Department of Marine
 Resources
 P.O. 207
 Weno
 Chuuk 96942
 États Fédérés de Micronésie

Head
 Fisheries Section
 Department of Economic Affairs
 P.O. Box PS-12
 Palikir
 Pohnpei 96941
 États Fédérés de Micronésie
 fsmrd@mail.fm;
 fsmfisheries@mail.fm

Library
 Micronesian Seminar
 P.O. Box 160
 Pohnpei
 FSM 96941
 États Fédérés de Micronésie

Robert Keith-Reid
 Publisher
 Islands Business International
 P.O. BOX 12718
 Suva
 Fidji
 editor@ibi.com.fj

Anare Raiwalui
 Ministry of Agriculture, Fisheries
 and Forestry
 Fisheries Division
 P.O. Box 3165
 Suva
 Fidji

Anne Chaumelle
 8, rue du Baigneur
 75018 Paris
 France

K.P. Manikandan
 P/Llot D31,13, Nehruji Street
 Jegatha Illam, First Floor
 Fifth Stop House, Tirunagar
 Madurai
 Tamil Nadu 625006
 Inde
 manikandaan@hotmail.com

Franck Chopin
 Fisheries Advisor for Training and
 Development
 JICA KIFTC
 5-25-1 Nagal
 Yokosuka City
 Kanagawa 238-0316
 Japon
 fchopin@jica.go.jp

Tinian Reiher
 Secretary
 Ministry of Natural Resources
 Development
 Fisheries Division
 P.O. BOX 64
 Bairiki
 Tarawa
 Kiribati

Edouard Mara
 Fisheries and Marine Sciences
 Institute
 IHSM
 Université de Tuléar
 Tulear 601
 Madagascar

Jean-Marc Ouin
 Aqua-lab
 c/o IHSM
 Université de Tuléar
 Tulear 601
 Madagascar

Richard Rasolofonirina
 Aqua-lab
 c/o IHSM
 Université de Tuléar
 Tulear 601
 Madagascar

Guy Seghers
 Aqua-lab
 c/o IHSM
 Université de Tuléar
 Tulear 601
 Madagascar

Devarajen Vaitilingon
 Aqua-lab
 c/o IHSM
 Université de Tuléar
 Tulear 601
 Madagascar

Tan Guang Wing
 M/s Wing Gateway Link
 4D-0212 Lrg Smarak Api 1
 Bandar Baru Ayer Itam
 11500 Penang
 Malaysia
 tangw@maxis.net.my

David Agir
 Secretary for Islands Development
 and Industry
 Department of Island
 Development and Industry
 Nauru

Anton Jimwereiy
 Chief Executive Office
 Nauru Fisheries and Marines
 Resources Authority
 P.O. BOX 449
 Aiwo District
 Nauru

Catherine Amey
 Librarian
 NIWA LIBRARY
 P.O. Box 14-901
 Kilbirnie
 Wellington
 Nouvelle-Zélande

Glenda Andrews
 P.O. Box 2161
 Tauranga
 Bay of Plenty
 Nouvelle-Zélande

Sarah Langi
 208 St Vincent St.
 Nelson
 Nouvelle-Zélande
 vlangi@actrix.co.nz

Sauni Tongatule
 Director
 Department of Agriculture,
 Forestry and Fisheries
 P.O. Box 74
 Alofi
 Niue
 fisheries@mail.gov.nu

Alex Rubin
 Ingénieur (Section pêche)
 Direction des affaires écono-
 miques
 Province des Iles Loyauté
 B.P. 50
 98820 Wé
 Lifou
 Nouvelle-Calédonie

Karell Henriot
 Service de l'environnement de la
 Province Nord
 B.P. 41
 Koné
 98860
 Nouvelle-Calédonie
 dde-env@province-nord.nc

Le Conseiller Résident Union
 Européenne
 Délégation de la Commission eu-
 ropéenne pour le Pacifique
 Bureau pour le PTOM français
 BP 1100
 98845 Nouméa cedex
 Nouvelle-Calédonie

SARL MANUIA
 Mme Royer Aroarii
 8, rue Bearn
 Sainte-Marie HLM
 VDC
 Nouméa
 Nouvelle-Calédonie

Obichang Orak
 Manager
 Palau Mariculture Demonstration
 Centre (PMDC)
 P.O. BOX 359
 96940 KOROR
 Palau

Adventures PNG/Jais Aben
 P.O. BOX 166
 Madang
 Madang Province
 Papouasie-Nouvelle-Guinée

Alotau Int'l Resort
 P.O. BOX 1942
 Boroko
 NCD
 Papouasie-Nouvelle-Guinée

- Thomas Amepou
Fisheries Adviser
Department of Madang
P.O. Box 2018
Madang
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Cletus Banak
A/Assistant Secretary
Division of Primary Industry
Department of Bougainville
P.O. Box 96
Buka
Bougainville Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Blue Sea Charters
P.O. BOX 494
Alotau
Milne Bay Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Dive Centre Rabaul
P.O. BOX 2248
Rabaul
ENBP
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Pepena Gamini
Acting Fisheries Adviser
Department of Central
Free Mail Bag Services
Konedobu
NCD
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Tomala Geowa
Acting Fisheries Adviser
P.O. Box 87
Kerema
Gulf Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Stanley Jogo
Provincial Fisheries Adviser
Division of Agriculture, Livestock
& Fisheries
Department of Fly River
P.O. Box 51
Daru
Western Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Kaivuna Resort
P.O. BOX 395
Rabaul
East New Britain Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Onsa Kelokelo
Acting Fisheries Adviser
Division of Fisheries and Marine
Resources
P.O. Box 104
Alotau
Milne Bay Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Lissenung Diving
P.O. BOX 536
Kavieng
New Ireland
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Loloata Island Resort
P.O. BOX 5290
Boroko
NCD
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- M.V. Marlin 1
P.O. BOX 80
Alotau
Milne Bay
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Ave Mesulam
Fisheries Adviser
Division of Fisheries and Marine
Resources
P.O. Box 351
Kimbe
West New Britain Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Matthew Mowtell
Environmental Officer
Papua New Guinea Diver's
Association
P.O. BOX 1646
Port Moresby
Papouasie-Nouvelle-Guinée
png_dive@online.net.pg
- MV Barbarian*
P.O. BOX 320
LAE
Morobe Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- MV FeBrina*
P.O. BOX 4
Kimbe
West New Britain
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- MV Golden Dawn*
P.O. BOX 1335
Port Moresby
NCD
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- MV Star Dancer*
P.O. BOX 395
Rabaul
East New Britain Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- MV Telita*
P.O. BOX 778
Port Moresby
NCD
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Steven Nakalai
Administration Assistant
Fisheries Division
P.O. Box 202
Lorengau
Manus Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Joachim Niaguma
Fisheries Adviser
Division of Primary Industry
Department of East Sepik
Free Mail Bag Services
Wewak, East Sepik Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Niugini Dive Adventures
P.O. BOX 111
Madang
Madang Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Nusa Island Retreat
P.O. BOX 302
Kavieng
New Ireland
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Paradise Sport
P.O. BOX 303
Alotau
Milne Bay Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Robert Pilai
Acting Fisheries Adviser
Department of Oro
Free Mail Bag Services
Popondetta
Oro Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée
- Geison Saroya Mala
Fisheries Adviser
Fisheries Division
Department of Sandaun
P.O. Box 59
Vanimo
Sandaun Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée

Tim Seeto
P.O. Box84
Lae
Morobe Province 411
Papouasie-Nouvelle-Guinée

Paul Isbo
Solomon
Managing Director
Coral Sea Delights Ltd.
P.O. Box 2408
Boroko 111
National Capital District
Papouasie-Nouvelle-Guinée

Satarek Taput
Provincial Fisheries Officer
Department of New Ireland
P.O. Box 101
Kavieng
New Ireland Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée

The Dive Centre
P.O. BOX 1488
Port Moresby
NCD
Papouasie-Nouvelle-Guinée

Levi Tovilliran
Provincial Adviser
Department of Primary Industry
P.O. Box 714
Rabaul
East New Britain Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée

Tufi Dive Resort
P.O. BOX 778
Port Moresby
NCD
Papouasie-Nouvelle-Guinée

Walindi Resort
P.O. BOX 4
Kimbe
West New Britain
Papouasie-Nouvelle-Guinée

Weti Zozingao
Acting Programme Adviser
Division of Fisheries & Marine
Resources
P.O. Box 4197
Lae 411
Morobe Province
Papouasie-Nouvelle-Guinée

The Chief Librarian
NUS Library
National University of Samoa
P.O. Box 5768, Vaivase
Apia
Samoa
library@nus.edu.ws

Funafuti Conservation Area
Funafuti Town Council
PMB
Funafuti
Tuvalu

Operation Wallacea
Priory Lodge
Hagnaby
Spilsby
Lincolnshire
PE23 4BP
Royaume-Uni

MV Star Dancer
1390 South Dixie Hwy
Ste 1109
Coral Gables
FL 33146
USA

IRD - Centre de Documentation
P.O. Box 76
Port Vila
Vanuatu
ird@vanuatu.ird.com.vu

Library / Information service
Fisheries Department/Service des
pêches
Mail Bag 045
Port Vila
Vanuatu

Simon Meava
Fisheries Training Officer
Training Centre
Fisheries Department
P.O. Box 211
Luganville - Santo
Vanuatu

Vanuatu Maritime College
P.O. Box 201
Luganville
Santo
Vanuatu
martrain@vanuatu.vu

Pho Hoang Han
Associate Manager of Research
Center for Ocean Research and
Information (CORI)
103 Quan Thanh
Hanoi
Vietnam
han@cori.ac.vn

Rayner Pitt
ICLARM - the World Fish Center
c/o Research Institute for
Aquaculture No. 3
33, Dand Tat Street
Nha Trang
Vietnam
iclarml@dng.vnn.vn

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.