

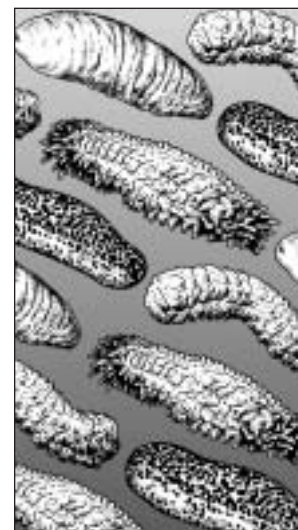


Secrétariat général de
la Communauté du Pacifique

LA BÊCHE-DE-MER

Numéro 16 – Janvier 2003

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 16 de ce bulletin dans lequel Steve Purcell *et al.* présentent le projet triennal de l'ICLARM sur les stratégies optimales de lâcher d'holothuries. Les activités ont débuté au siège de la CPS, à Nouméa, et l'objectif est de déterminer les meilleures stratégies de lâcher d'holothuries de sable (*Holothuria scabra*) en milieu naturel en vue de la reconstitution et de l'accroissement des stocks des pêcheries côtières du Pacifique.

Dans ce numéro, vous trouverez également un article de Mike Trianni, de la *Division of Fish and Wildlife* (Division des pêches, de la faune et de la flore) des Îles Mariannes du Nord, qui décrit des opérations de pêche de l'holothurie réalisées entre octobre 1995 et mai 1996 sur l'île de Rota. Vous trouverez aussi des articles sur la reproduction sexuée et l'élevage, en Inde, de larves d'une espèce peu étudiée et sur l'élevage de larves d'*Apostichopus japonicus*.

Dans ce numéro, figurent également des extraits des exposés présentés lors du sixième Congrès européen sur les échinodermes, qui s'est déroulé à Banyuls, en 2001, ainsi que d'autres articles de presse.

Les numéros précédents du bulletin sont disponibles sur le site Web de la Communauté du Pacifique (CPS), à l'adresse suivante : <<http://www.spc.int/coastfish>>, en versions française et anglaise. Le numéro 26 du bulletin *Echinoderms Newsletter* peut également être consulté sur le Web : <www.nmnh.si.edu/iz/echinoderm>.

Un groupe de discussion sur les échinodermes a été créé à la suite du Congrès international de Dunedin. Vous pouvez y souscrire en contactant sabine.strohr@nrm.se ou en envoyant un message électronique à listserv@nrm.se où figure uniquement la mention SUBSCRIBE ECHINODERM-L, suivie de vos nom et prénom.

N'hésitez pas à me faire parvenir vos observations ou suggestions afin de rendre ce bulletin plus intéressant et plus utile.

Chantal Conand

Sommaire

Élaboration de stratégies optimales pour la reconstitution des stocks d'holothuries de sable : un projet conjoint mis en œuvre en Nouvelle-Calédonie

par S. Purcell et al. p. 2

Synthèse d'une enquête sur la pêcherie de concombres de mer à Rota (Îles Mariannes du Nord)

par M. Trianni p. 5

Ponte et élevage de larves de l'holothurie *Holothuria (Theelothuria) spinifera* Theel

par P.S. Asha et P. Muthiah p. 11

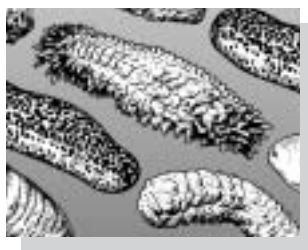
Réactions des larves de concombre de mer *Apostichopus japonicus* à une forte baisse de salinité à la surface de l'eau : étude en laboratoire

par S.D. Kashenko p. 15

Nouvelles des marchés p. 21

Résumés, publications, colloques et conférences p. 22





Informations la bêche-de-mer nouvelles

Élaboration de stratégies optimales pour la reconstitution des stocks d'holothuries de sable : un projet conjoint mis en œuvre en Nouvelle-Calédonie

Steve Purcell¹, Deborah Gardner¹ et Johann Bell²

Contexte

Les holothuries, aussi appelées bêche-de-mer, sont une importante source de revenus pour les villages côtiers du Pacifique. En Nouvelle-Calédonie, la pêche de l'holothurie est très ancienne puisqu'elle remonte aux années 1840 (Conand, 1990). Artisanale, elle est actuellement pratiquée surtout par des autochtones. Les prix payés aux pêcheurs d'holothuries varient environ entre 0,60 et 2,20 USD environ le kilo pour des spécimens entiers, frais.

L'augmentation de la pression de pêche dans le Pacifique est alimentée par la hausse des prix de gros des produits de première qualité, tels que l'holothurie de sable bien préparée, *Holothuria scabra* (figure 1). En l'an 2000, la Nouvelle-Calédonie, où l'holothurie est encore très abondante, a exporté en tout 62 tonnes d'holothurie séchée (Observatoire économique, Nouvelle-Calédonie). Toutefois, ailleurs dans le Pacifique et le Sud-Est asiatique, les espèces à valeur commerciale élevée telles que *H. scabra* ont été surexploitées, et il est évident, aujourd'hui, qu'il faut des décennies pour qu'un stock épuisé puisse se reconstituer.

Il est encourageant de constater que de nombreux États et territoires océaniques souscrivent aujourd'hui à l'idée d'instaurer des réserves marines ou des aires marines protégées afin de protéger certaines souches parentales qui assurent la reproduction de l'espèce dans les zones côtières où les stocks sont épuisés. Toutefois, il arrive qu'il n'y ait pas assez d'holothuries dans certaines zones pour constituer des populations de géniteurs viables. Grâce aux progrès récents de l'aquaculture, il est désormais possible d'élever les holothuries en petites quantités dans des écloses, ce qui permet de reconstituer les stocks d'espèces à valeur commerciale élevée dans les habitats

côtiers. L'ICLARM–*The WorldFish Center* a récemment terminé aux Îles Salomon un projet d'une durée de trois ans, qui lui a permis de constater que *H. scabra* était l'espèce la mieux adaptée à la reconstitution des stocks dans le Pacifique tropical et en Asie du Sud. Ce projet a permis d'établir des méthodes d'élevage en masse de juvéniles d'holothurie de sable, dans des nurseries de conception simple.

Aperçu du projet

La deuxième phase du projet de recherche aura lieu en Nouvelle-Calédonie. Elle a pour objet de déterminer les stratégies les plus efficaces pour procéder au lâcher de juvéniles d'holothuries de sable produits en éclosion dans des habitats récifaux/côtiers peu profonds en vue de permettre à une forte proportion d'entre eux de survivre et de repeupler les zones où le stock est épuisé. Il est possible de prélever des géniteurs dans les eaux locales; on peut trouver des



Figure 1. Des holothuries de sable séchées, originaires de Nouvelle-Calédonie, destinées à l'exportation.

1. ICLARM–The World Fish Center, a/s Secrétariat général de la Communauté du Pacifique, B.P. D5, 98848 Nouméa Cedex (Nouvelle-Calédonie). Mél. : s.purcell@cgiar.org
2. ICLARM–The World Fish Center, P.O. Box 500 GPO, 10670 Penang (Malaisie).



Figure 2. Géniteurs de *H. scabra* de deux types de couleurs prélevés non loin de Nouméa

adultes de grande taille de deux types de couleurs sur certains sites (figure 2).

Mené en partenariat avec le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS), le projet est financé par le Centre australien pour la recherche agricole internationale, les provinces de Nouvelle-Calédonie et le gouvernement de la France.

Méthode d'élevage

Dans le cadre de ce projet, des holothuries de sable seront élevées à l'écloserie de St-Vincent (au nord de Nouméa) puis, ultérieurement, à Foué, en Province Nord. Nous emploierons des méthodes d'élevage, de fixation et de grossissement de larves établies précédemment et décrites par Pitt (2001). La figure 3 montre les différentes phases et durées de l'élevage en Nouvelle-Calédonie. À leur arrivée à l'écloserie, les géniteurs sont pesés (figure 4) puis leur sexe est déterminé au moyen d'une biopsie afin de définir le rapport mâles-femelles dans l'échantillon. Des groupes de trente à soixante spécimens seront amenés à se reproduire au moyen de chocs thermiques.

Les œufs fécondés seront récoltés, rincés et transférés dans des incubateurs en plastique de 60 ou de 250 litres, remplis d'eau de mer filtrée. Après éclosion (~12-24 heures), les larves d'auricularia seront placées dans des cuves à fond cône de 1 000 litres. La turbidité élevée de l'eau qui alimente les bassins de l'écloserie pose un problème potentiel auquel nous pourrions remédier en utilisant de l'eau de stockage, éventuellement traitée au moyen d'antibiotiques et/ou d'EDTA (5 ppm).

Les larves auricularia seront nourries à l'aide de tout un éventail de microalgues, notamment *Rhodomonas salina*, *Chaetoceros muelleri*, *C. gracilis*, *C. calcitrans* et *Platymonas* sp. Au stade pentactula, les larves devraient être capables de se fixer au bout de quatorze jours, moment où des piles de plaques de PVC recouvertes de diatomées (600 x 300 mm) seront introduites pour induire la métamorphose et offrir un substrat pour la fixation. Une autre méthode consiste à transférer directement des larves "prêtes" dans des bassins allongés contenant des plaques recouvertes de diatomées.

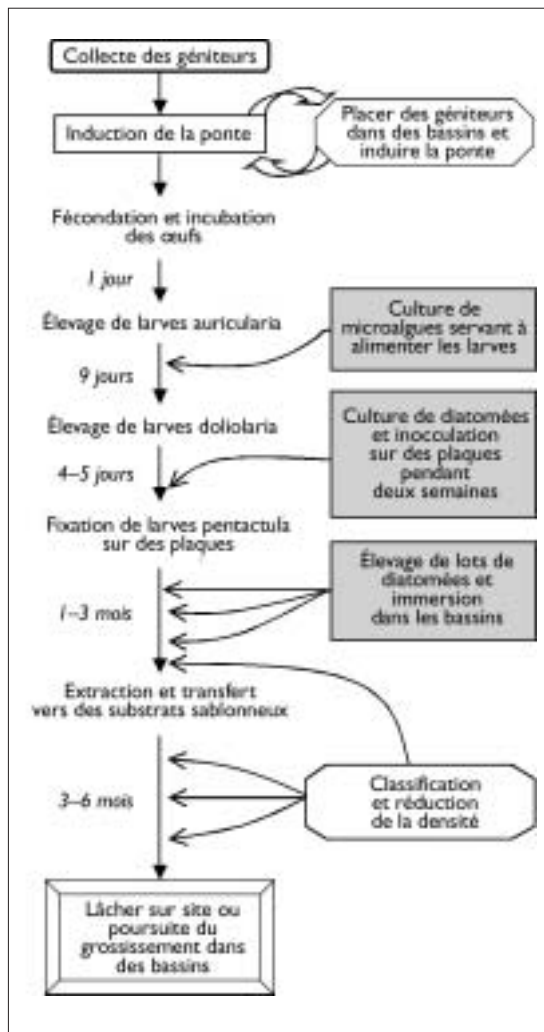


Figure 3. Diagramme présentant les différents stades d'élevage d'holothuries de sable en écloserie.



Figure 4. Pesée de gros géniteurs de *H. scabra* à l'écloserie de St-Vincent.

Il est possible d'élever des juvéniles dans ces bassins pendant environ trois mois à l'issue desquels ils sont censés atteindre 10–20 mm de longueur ou 1 g. La densité de stockage est alors ramenée de 400 à environ 130 juvéniles par m², à la suite d'opérations de classification successives. La lutte contre les copépodes au moyen d'insecticide est aussi un critère susceptible d'être pris en compte.

Lorsqu'ils atteindront 20 mm de longueur, les juvéniles seront placés sur des substrats sablonneux à l'intérieur de bassins ou d'enclos en toile, dans les eaux côtières où ils feront l'objet d'un grossissement complémentaire pendant deux ou trois mois jusqu'à atteindre 60 mm ou 20 g. À ce stade, la densité est encore réduite et ramenée à dix juvéniles par m². En outre, la composante aquaculture examinera les questions suivantes : induction de la reproduction et marquage des géniteurs, validation des méthodes de biopsie de la gonade, simplification du régime d'alimentation des larves et intensification des deux premiers stades de la nourricerie.

Programme de recherche

Des dizaines de milliers de juvéniles de *H. scabra* produits en éclosérie seront mis à l'eau au cours de plusieurs expériences successives réalisées sur le terrain afin de déterminer les meilleurs moyens de transport, la taille et la densité des holothuries lors du lâcher, l'habitat, ainsi que l'heure et la saison à laquelle cette opération doit être réalisée. Grâce à la tenue de réunions internationales sur les pêches organisées par la CPS, à l'adoption d'une stratégie régionale en matière d'aquaculture et à l'établissement de liens avec l'Université du Pacifique Sud (USP), le partenariat avec la CPS permettra une plus large diffusion des résultats de ce projet.

Les opérations d'évaluation des stocks d'holothuries de sable en Nouvelle-Calédonie seront réalisées et reliées aux données actuelles du système d'informations géographiques sur les types d'habitats lagunaires, qui dépend de ZoNéCo, programme multidisciplinaire consacré aux ressources marines.

Des expériences à court terme permettront de mettre à l'épreuve différentes méthodes de transport des juvéniles jusqu'au site où seront réalisés les lâchers. On mettra également à l'essai des enclos en vue de faciliter la recapture des juvéniles et d'augmenter leur taux de survie. Le taux de survie des juvéniles lâchés sera mesuré dans des habitats de lâcher potentiels, y compris dans des zones sablonneuses profondes ou non et sur des fonds herbeux ou non.

L'expérience suivante aura pour but de déterminer la taille et la densité optimales des juvéniles destinés à être lâchés en milieu naturel, tout en permettant une analyse de rentabilité pour parvenir au meilleur compromis entre les coûts de production et le taux de survie. Une nouvelle expérience permettra d'examiner le taux de survie des juvéniles relâchés à diffé-

rents moments de la journée et de l'année. Nous avons l'intention de réaliser des expériences en cuve et en étang afin d'examiner les conditions qui permettent d'accélérer la production de juvéniles et d'élever l'holothurie de sable conjointement avec la crevette, qui constitue une filière aquacole en Nouvelle-Calédonie. Ces expériences compléteront les travaux actuellement réalisés par Rayner Pitt, au Vietnam, dans le cadre de l'ICLARM–*The WorldFish Center*.

Grâce aux travaux menés en collaboration avec l'Institut australien des sciences de la mer, en Australie, il sera possible de déterminer la structure génétique des stocks d'holothurie de sable des différentes provinces de Nouvelle-Calédonie et peut-être de développer une marque génétique pour les spécimens qui font partie du stock reconstitué. Les scientifiques de l'IFREMER soumettront les juvéniles à des tests pour voir s'ils sont porteurs de maladies et ils les placeront en quarantaine, si nécessaire.

Vision du projet

Dans de nombreux pays, la surexploitation de l'holothurie de sable a provoqué une perte de revenus et un passage à l'exploitation d'espèces d'holothuries présentant un intérêt commercial moindre. Ce projet a pour objet de donner une idée complète des méthodes de reconstitution des stocks d'holothurie de sable dans des zones qui ont été surexploitées ou qui risquent de l'être. En outre, les collectivités locales ont tout loisir de s'impliquer dans l'élevage de l'holothurie de sable en enclos, à faible coût et avec un minimum d'entretien.

Lorsqu'ils tireront les conclusions d'expériences d'élevage d'holothuries de sable en symbiose avec la crevette, les responsables du projet dévoileront des stratégies de production d'espèces élevées en association avec la crevette. Une fois obtenus les résultats définitifs de l'étude des méthodes et de la viabilité de l'élevage, la technologie pourra être progressivement transférée aux éleveurs de crevettes pour une exploitation de grande envergure. L'élevage en association peut, au bout du compte, améliorer les rendements de la production de crevettes car la digestion des déchets organiques par l'holothurie de sable a pour effet d'améliorer les conditions de vie en bassin.

Contribution n° 1651 de l'ICLARM–*The World Fish Center*.

Bibliographie

- Conand, C. 1990. Les ressources halieutiques des pays insulaires du Pacifique. Document technique FAO sur les pêches, 2e partie : Holothuries. Rome (Italie). N° 272-2. 143 p.
- Pitt, R. 2001. Le point sur les méthodes de reproduction et d'élevage de l'holothurie de sable. La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS. 14: 14-23.

Synthèse d'une enquête sur la pêcherie de concombres de mer à Rota (Îles Mariannes du Nord)

Michael S. Trianni¹

Résumé

Une entreprise des Îles Mariannes du Nord a pêché des concombres de mer sur l'île de Rota d'octobre 1995 à mai 1996, date à laquelle elle a commencé à déménager à Saipan. En janvier 1996, la Division de la pêche, de la faune et de la flore sauvages (DFW) des Îles Mariannes du Nord lui a demandé de soumettre des renseignements sur ses activités halieutiques et des indications financières. L'examen des données reçues a fait apparaître des inexactitudes, par exemple le regroupement des deux espèces visées, *Actinopyga mauritiana* (holothurie de brisants) et *Holothuria whitmaei* (holothurie noire à mamelles). La synthèse de données a révélé une tendance à l'augmentation des prises par unité d'effort au fil du temps, sous l'effet d'une accalmie météorologique qui a incité les pêcheurs à se rendre dans des zones jusqu'alors inexploitées. On a estimé le nombre de concombres de mer collectés avant la mise en œuvre du programme d'étude statistique d'après le poids séché moyen : il s'élevait à 148 950 individus. On a également examiné les taux de produit récupéré, et l'on est parvenu à la conclusion qu'une gestion cohérente de ces ressources suppose l'application de règles rationnelles et la réalisation d'enquêtes préliminaires sur la récolte.

Introduction

Dans l'ensemble de la Micronésie, les concombres de mer ont été pêchés à une échelle commerciale pendant toute la durée du mandat japonais, bien que les espèces ramassées ne soient pas précisées dans les registres des exportations (Smith, 1947). La récolte, estimée à 20–30 tonnes par an, était principalement réalisée à Saipan (6%), Palau (18%), Yap (4%), Chuuk (61%) et Pohnpei (11%) (Smith, 1947). Richmond (1995) a estimé à plus de 30 millions de concombres de mer la récolte totale effectuée pendant ces années, et indiqué que les stocks aux alentours de Chuuk n'étaient pas encore reconstitués, du fait des taux d'exploitation élevés des années 1920 et 30. Se référant à la Micronésie, Smith (1947) déclarait : "Selon des rapports japonais, la surpêche a entraîné une diminution des effectifs à de nombreux endroits, aucun règlement de conservation n'étant appliqué à ces animaux. Nos propres observations tendent à confirmer les déclarations des Japonais, car les espèces de plus grande taille et de plus grand intérêt commercial n'étaient pas très abondantes par rapport aux espèces inexploitées."

Les concombres de mer observés à Saipan par Smith (1947, 1950–1952) appartiennent probablement aux espèces *Holothuria atra*, *Stichopus chloronotus* (trévang vert), *Holothuria fuscopunctata* (holothurie trompe d'éléphant) et sans doute *Holothuria whitmaei* (auparavant désignée *H. nobilis*, Rowe et Gates, 1995) (holothurie noire à mamelles). Les deux premières espèces sont abondantes dans le lagon, comme le montrent des études menées par Chandran (1988) et Duenas & Associates (1997); elles figurent toutes deux parmi les espèces de moindre intérêt commercial (Conand, 1990; CPS, 1994).

Smith (1947) n'a pas effectué d'étude sur les concombres de mer de l'île de Rota, et s'il regroupe la totalité de la récolte effectuée durant l'administration japonaise sous la rubrique "Saipan", c'est peut-être davantage parce que Saipan était probablement le port d'exportation, et non la seule île exploitée. Il indiquait que la population locale ne consommait pas de concombres de mer, mais sans préciser si une récolte avait été effectuée ou non pendant cette période, à titre commercial, à Rota. Au cours de l'occupation allemande des Îles Mariannes (de 1899 à 1914), un agent du secteur allemand de Guam avait remarqué que des Caroliniens de Saipan plongeaient pour pêcher du trévang près de l'île d'Aguigan, au large de Tinian, et le vendaient à des négociants japonais (Amesbury *et al.*, 1989).

C'est en octobre 1995 qu'a commencé la pêche commerciale de concombres de mer sur l'île de Rota (14°10' N, 145°14' E) (figure 1). La Division des pêches, de la faune et de la flore sauvages des Îles Mariannes du Nord en a eu connaissance en décembre 1995 et commencé à recueillir des données en janvier 1996, ce qu'elle a fait jusqu'à fin mai 1996, au moment où l'entreprise originaire de Chuuk et basée à Guam, a cessé ses activités de récolte, en prévision de son transfert sur l'île de Saipan. Le présent article établit la synthèse des données fournies par cette entreprise de Rota à la DFW.

Méthode

Données recueillies

Au début janvier 1996, l'entreprise de pêche a été invitée à soumettre des données à la DFW en préalable

1. Division de la pêche, de la faune et de la flore sauvages des Îles Mariannes du Nord, P.O. Box 10007, Saipan MP 96950, mél : mstdfw@itecnmi.com

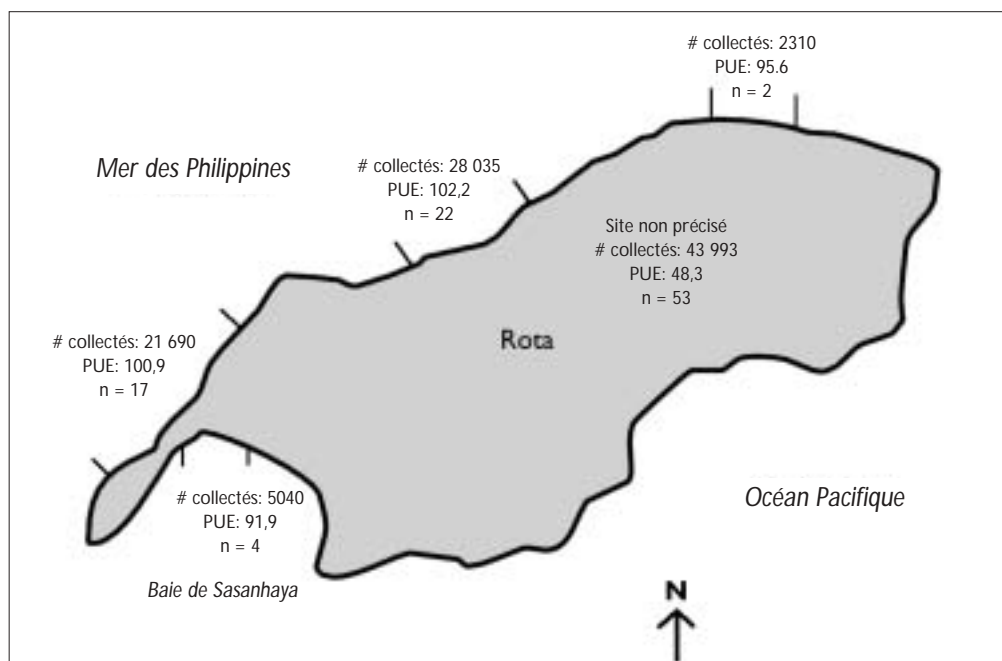


Figure 1 : L'île de Rota (Îles Mariannes du Nord)

à l'obtention d'une licence d'exportation. Elle devait indiquer :

- la date de récolte
- le site de récolte
- le nombre de pêcheurs
- le nombre d'heures de pêche
- les espèces ramassées
- le nombre d'individus ramassés par espèce
- le poids total vivant récolté par espèce
- le poids total transformé par espèce
- le poids total exporté
- les bénéfices bruts et nets

Des fiches statistiques spécialement créées à cet effet ont été fournies à l'entreprise, ainsi que le manuel *Holothuriers et bêches-de-mer dans le Pacifique tropical*, publié en 1994 par la CPS. Une carte a également été remise à l'entreprise pour identifier les sites de récolte.

L'entreprise a été priée de remettre chaque semaine ces données statistiques au bureau de la DFW à Rota. Les données ont ensuite été envoyées à Saipan pour contrôle d'exhaustivité, et stockées sous forme électronique au bureau de Saipan.

Techniques de pêche

Les concombres de mer ont été ramassés à la main sur le platier externe, et placés dans des seaux de 22,7 litres, puis transférés par camion jusqu'à l'usine de transformation. Sur la pente externe du récif, les pêcheurs ont plongé depuis un bateau de 4,3 mètres propulsé par un moteur hors bord qui a rapporté la récolte au port. L'octroi de la licence d'exportation était subordonné à la plongée libre, sans équipement de plongée ni narguilé. L'équipage était composé de

trois à cinq pêcheurs de Chuuk, plus un marin qui conduisait le bateau.

Les prises ont été transformées selon la méthode de traitement standard décrite par la CPS (1994). Les concombres de mer ont été éviscérés, bouillis, fumés pendant 48 heures, séchés au soleil pendant trois à quatre jours, puis emballés pour l'exportation.

Qualité des données

La gestion de l'entreprise de Rota s'est avérée difficile, aucun employé ne pouvant s'y consacrer au quotidien. Les données inscrites dans certains champs ont soulevé des difficultés, décrites ci-dessous.

Site de récolte

Pour près de 55 pour cent des données concernant la récolte, le site n'était pas précisé; seul le site général de "Rota" était mentionné.

Malgré les mesures prises pour résoudre ce problème, l'entreprise, même sous la menace, n'a pas changé sa manière de faire avant la fin de la campagne de pêche, lorsqu'elle a entamé des négociations en vue de son déménagement à Saipan. Les données correspondant aux mois d'octobre à décembre n'ont été fournies que sous forme de totaux mensuels de poids séché exporté.

Espèces pêchées et nombre d'individus pêchés par espèce

À deux exceptions près, les concombres de mer pêchés ont été notés sur les états fournis sous la rubrique "patates (brunes)"; pour février 1996, on

trouve en outre des "holothuries noires à mamelles". D'après l'observation de l'espèce identifiée comme "patates (brunes)", il s'agirait de l'holothurie de brisants (*Actinopyga mauritiana*). Le regroupement de tous les concombres de mer sous un terme général tel que "patates (brunes)" occultait la récolte d'holothuries noires à mamelles, comme le personnel de l'entreprise rencontré l'a admis par la suite. L'observation directe des prises débarquées et du fumoir de Rota a montré que des holothuries noires à mamelles étaient aussi ramassées, bien qu'en faible nombre, mais qu'elles n'étaient pas inscrites sur les fiches. Le nombre total de concombres de mer pêchés par sortie était généralement un chiffre rond estimé (par exemple "680", "1 050", "960").

Résultats et discussion

Le nombre total de concombres de mer pêchés à Rota de janvier à mai 1996 était estimé à 103 193 individus, représentant un poids humide total estimé à 34 242 kg. Le poids moyen des "patates (brunes)" était estimé à 331 g, celui des holothuries noires à mamelles à 1 588 g. Le poids total séché des animaux pêchés était estimé à 4 910 kg.

Le poids des produits séchés du premier envoi de concombres de mer pêchés à Rota entre octobre et la première semaine de décembre 1995 était de 2 177,3 kg. Sachant que le poids moyen des concombres de mer séchés est de 0,0476 kg, le nombre d'animaux pêchés à Rota avant la mise en œuvre du programme statistique de la DFW pouvait être estimé à 45 757, soit 148 950 individus au total.

Zoutendyk (1989) a recueilli des holothuries de brisants aux Îles Cook, en vue d'essais de transformation et de leur commercialisation, et a trouvé, sur le platier externe, des spécimens qui pesaient en moyenne 280 grammes, tandis que les spécimens de la pente du récif (à 1-3 mètres de profondeur) pesaient en moyenne 620 grammes. Si l'on compare ces chiffres au poids moyen des "patates (brunes)" de Rota (331 g), on peut penser que la majorité de celles-ci étaient probablement des holothuries de brisants. La profondeur de prélèvement, comprise entre 30 cm et 3 m, a été précisée pour 78 pour cent des données relatives à la récolte effectuée à Rota. Il n'a donc pas été possible de comparer les poids moyens à différentes profondeurs. Si les données que Zoutendyk (1989) a recueillies aux Îles Cook reflètent correctement la répartition des tailles d'holothuries de brisants par habitat et par profondeur, on peut en conclure que la majorité des holothuries de brisants pêchées à Rota provenaient du platier externe. Cette hypothèse serait également confirmée si le poids moyen était légè-

ment revu à la hausse en raison de la présence d'holothuries noires à mamelles non mentionnées sur certaines fiches soumises.

L'entreprise de Rota a soumis trois registres d'exportations à la DFW, conformément aux exigences relatives à l'octroi des licences. Ces documents montrent qu'en tout, plus de 6 885 kg de concombres de mer ont été exportés depuis le port commercial de Saipan vers Hong Kong en 1995 et 1996 (tableau 1).

Hormis le premier envoi, dont le contenu avait été pêché avant la soumission des données de prises, 4 708 kg de concombres de mer de Rota ont été exportés en deux envois, alors que les fiches statistiques faisaient état, pour la même période d'un poids séché estimé de 4 910 kg. La différence peut éventuellement s'expliquer par la date des deux derniers envois depuis Saipan, qui comportaient des concombres de mer pêchés à Rota en décembre 1995, avant le début de la collecte de données statistiques, en janvier 1996.

Le taux de produit récupéré (pourcentage de poids du produit séché par rapport à son poids initial, inscrit sur les fiches statistiques soumises), calculé directement pour les "patates (brunes)" provenant de l'entreprise de Rota, a été établi à 14,34 pour cent. Le taux moyen pour les deux récoltes considérées d'holothuries noires à mamelles de Rota était de 11,57 pour cent. Celui des holothuries de brisants, tel qu'il ressort d'autres études menées dans la région du Pacifique, variait entre 5 et 10 pour cent (tableau 2), tandis que la CPS (1994) établissait le taux de produit récupéré pour l'holothurie noire à mamelles à 8 pour cent. La prise en compte des données concernant cette espèce fait baisser le taux global moyen de produit récupéré à 14,23 pour cent. Conand (1990) a présenté la modification de la taille et du poids de six espèces de concombres de mer au cours de quatre étapes de traitement : "état initial", "après cuisson", "fumage" et "produit sec". Elle attribue la variation de poids du produit séché, constatée par les différents auteurs cités, au pourcentage d'humidité du produit fini. Elle ne présente pas de données pour l'holothurie de brisants, mais pour l'holothurie brune (*Actinopyga echinites*), dont la morphologie est simi-

Tableau 1. Exportations de concombres de mer récoltés à Rota depuis le port de Saipan

Date d'arrivée à Saipan	Date de livraison à l'acheteur	Destination	Poids expédié (kg)
10/12/95	16/12/95	HongKong	2 177,30
10/03/96	14/03/96	HongKong	1 562,60
1/06/96	23/06/96	HongKong	3 145,70
Total			6 885,60

laire et qui est remplacée par l'holothurie de brisants sur les platiers externes (Rowe et Doty 1977; Kerr *et al.* 1993). Les données présentées par Conand (1990) pour cette espèce montrent que le taux de produit récupéré après fumage est de 16 pour cent et celui du produit sec, de 3 à 11 pour cent. Les données fournies par l'entreprise de Rota laissent à penser que le "poids sec" inscrit sur les fiches statistiques pourrait en réalité être le poids après fumage.

Tableau 2. Comparaison du taux de produit récupéré pour les "patates (brunes)" de Rota et de celui de l'holothurie de brisants, *A. mauritiana*, d'après d'autres études

Taux de produit récupéré (%)	Source
14,34	Entreprise de Rota
7,00	Zoutendyk (1989)
5,00	Veikila et Viala (1990)
8-10	Din (1986)

Une autre hypothèse serait que les concombres de mer exportés depuis Rota sont de moindre qualité du fait d'un pourcentage d'humidité élevé. Le prix moyen au kilo, calculé d'après les données financières fournies, était de 7,74 USD. À titre de comparaison, en 1996, le prix de référence pour l'holothurie de brisant de "catégorie A", fixé à Singapour, était de 12-15 USD, et celui de l'holothurie noire à mamelles de "catégorie A" de 20-25 USD (CPS, 1997). Au milieu des années 90, Preston (1993) indique un prix à l'exportation de 7 à 8 USD/kg pour l'holothurie de brisants et de 11 à 12 USD/kg pour l'holothurie noire à mamelles.

La figure 2 indique la moyenne mensuelle des prises par unité d'effort (PUE), (nombre de concombres de mer collectés par heure de pêche) et le nombre de prises débarquées par mois par l'entreprise, tous deux calculés à partir des données fournies. Dalzell *et al.* (1996) indiquent en guise de PUE le nombre d'individus collectés par heure de pêche pour diverses espèces de concombres de mer, sauf l'holothurie de brisants. La PUE pour l'holothurie noire à mamelles est très faible. Elle est comprise entre 6 et 19,2, alors que les valeurs moyennes, pour *A. miliaris* et *A. echinites* s'échelonnent entre 68,2 et 118. La PUE moyenne journalière, dans la zone de Rota, varie entre 34 et 133,6, avec une moyenne de 72,2. La figure 1 indique la PUE moyenne pour les différents sites de récolte sur l'île de Rota. À l'exception des données relatives au site non précisé qui présentait la PUE la plus basse, les données des sites spécifiés concernaient des récoltes effectuées en avril et en mai 1996.

Les PUE et les prises débarquées ont augmenté en avril et en mai, vers la fin de la campagne de pêche, qui coïncidait avec les conditions météorologiques du printemps qui entraînent une accalmie de la mer

et facilitent l'accès à des zones récifales inexploitées par gros temps. L'orientation géographique de Rota ne met pas l'île à l'abri du vent, ce qui fait que les zones proches du littoral sont exposées à une forte houle durant la majeure partie de l'année, en particulier de septembre à décembre, lorsque l'activité cyclonique atteint son paroxysme aux Îles Mariannes.

Faute de données sur les PUE relatives au début de l'année et de précisions quant aux sites de pêche pour près de 55 pour cent des données fournies, on n'a pas pu analyser les tendances par zone. Les PUE concernant des sites non précisés pour un mois donné ont été comparées aux données de sites précisés (figure 3). Les premières étaient nettement inférieures aux secondes, même pour les mois où des données des deux types ont été fournies; les PUE de sites précisés pour février 1996 ne portaient toutefois que sur deux récoltes. Les données de la figure 3 semblent corroborer l'hypothèse selon laquelle des récoltes auraient été effectuées en avril et en mai 1996 dans des zones auparavant inexploitées. Malgré l'augmentation des PUE dans le temps, le nombre de concombres de mer collectés a dû être important au point d'inciter l'entreprise à déménager à Saipan, ce qui laisse supposer une surexploitation de Rota. Il n'a pas été réalisé d'enquête après récolte, par manque de ressources humaines et en raison du début des activités de l'entreprise à Saipan.

Callaghan (1995) a présenté l'analyse économique d'une récolte hypothétique de concombres de mer, effectuée par des pêcheurs pratiquant la pêche vivrière ou artisanale en Micronésie, sur la base des données suivantes : une récolte de 100 concombres de mer, à raison de 10 individus par kilo de poids sec, une sortie de huit heures par deux pêcheurs utilisant un bateau de 5 à 5,5 mètres propulsé par un moteur hors bord. D'après cette analyse, les revenus nets diminuent au fur et à mesure que la taille des concombres de mer décroît. Les pêcheurs n'obtiennent des revenus nets importants que pour les catégories de taille de 10 et 20 individus par kilo de poids sec. On constate que l'opération n'est pas économiquement rentable si l'on récolte plus de 30 individus par kilo de poids sec.

À Rota, les activités de pêche étaient gérées par une entreprise commerciale extérieure regroupant des pêcheurs expérimentés, venus d'autres régions de Micronésie. Si les catégories de taille citées par Callaghan (1995) sont appliquées à ces données, on peut observer (figure 4) que le seuil de 30 individus par kilo de poids sec n'a jamais été atteint à Rota. Le maximum enregistré était de 25 individus par kilo de poids sec, atteint en février et mars 1996. C'est aussi au cours de ces mois qu'ont été relevées les PUE les plus basses (figure 2). Malgré l'absence de données concernant le site de récolte aux mois de février et mars 1996, il apparaît, d'après les figures 2 à 4, que certaines zones de Rota étaient probablement surexploitées et que des zones auparavant vierges ont été exploitées en avril et mai 1996.

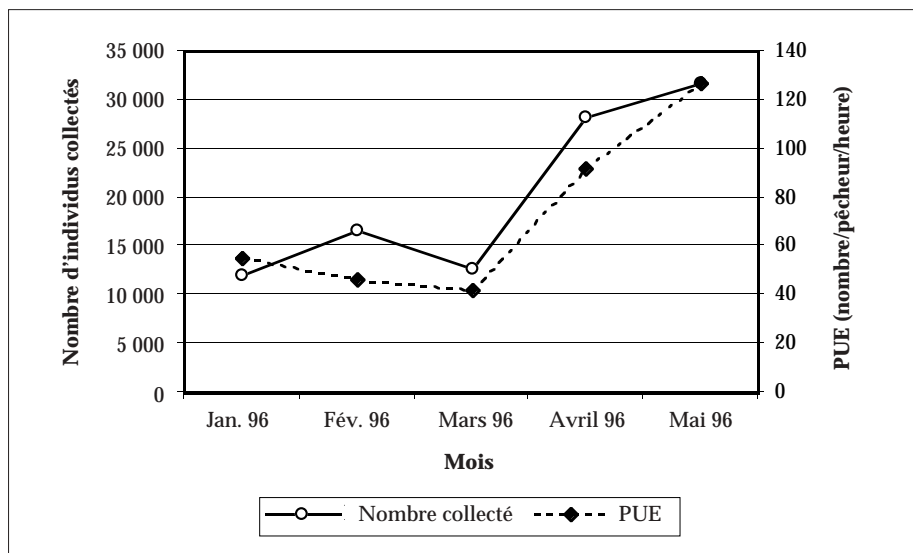


Figure 2. Nombre total de concombres de mer collectés et PUE pour la pêcherie de Rota

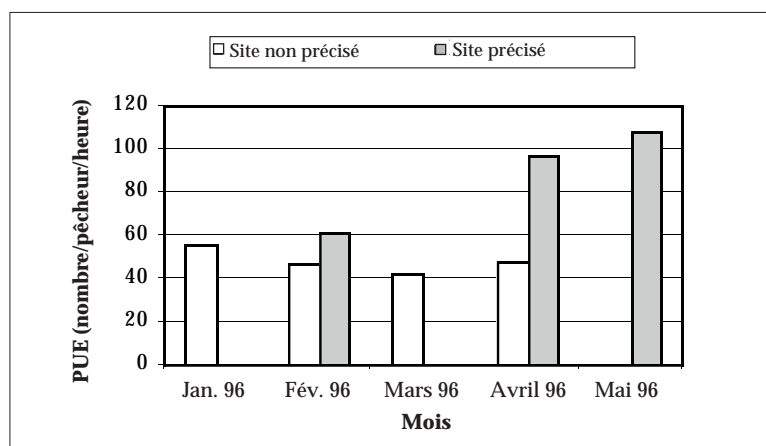


Figure 3. Comparaison des PUE en un site non précisé par rapport à la PUE en un site spécifié

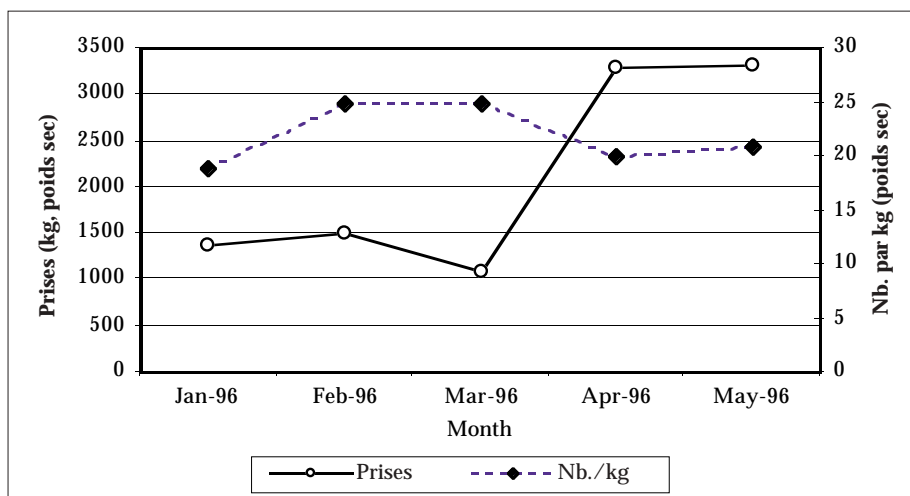


Figure 4. Poids sec total de concombres de mer collectés et nombre moyen d'individus par kilogramme de poids sec

Conclusion

D'après les données qu'elle a fournies, l'entreprise de Rota a commencé par faire des récoltes fructueuses, au début de ses activités. À cette période a succédé une chute de rendement, probablement due à la combinaison de conditions saisonnières et de la surexploitation de zones accessibles. Avec l'accalmie saisonnière de la mer, des zones auparavant inexploitées ont été visées, ce qui a fait remonter les taux de capture.

Faute de renseignements concernant les prises réalisées au cours des trois premiers mois d'activité de l'entreprise et d'indication des sites de pêche pour près de 55 pour cent des données fournies, une analyse plus cohérente n'a pu être réalisée.

Le modèle économique établi par Callaghan (1995) fait apparaître un seuil économique fonction de la taille des individus capturés, bien que le niveau de rentabilité économique de la récolte de concombres de mer soit lié à la valeur marchande des espèces exploitées.

Dans l'ensemble de la Micronésie, les services locaux de gestion des ressources naturelles manquent souvent de ressources pour assurer une gestion efficace de la pêche de concombres de mer. Le cas de la pêcherie de Rota tendrait même à prouver que ces services ne sont pas au courant de l'existence de ces entreprises avant qu'elles n'aient commencé leurs activités. Il est donc impossible de procéder, avant toute récolte, à une enquête qui permettrait de fixer des quotas de pêche rationnels.

Le seul facteur positif, dans le cas de la pêcherie de Rota, tient au fait que, en vertu des règles qui gouvernent la DFW des Îles Mariannes, toute société souhaitant exporter des produits de la mer doit obtenir une licence d'exportation de la Division, délivrée sous réserve de la présentation de certaines données. Sans cette obligation, il serait de plus en plus difficile d'obtenir des indications sur la pêche.

Dans les régions où ce genre de réglementation n'existe pas, il est quasiment impossible de recueillir des informations. Les services de gestion des ressources naturelles ont donc intérêt, dans le monde entier, à évaluer leurs ressources respectives en concombres de mer, indépendamment des chiffres concernant la récolte. L'évaluation et la fixation de quotas de pêche rationnels garantissent non seulement la pérennité des récoltes, mais aussi la durabilité biologique à long terme des espèces présentant un intérêt économique.

En 1993, Richmond (1995) a conduit un séminaire intitulé "Un plan de gestion régional pour une pêche durable des concombres de mer en Micronésie", tenu au laboratoire de recherche marine de l'Université de Guam. Les objectifs du séminaire étaient d'élaborer un plan de gestion de la pêche de concombres de mer pour la Micronésie et de promouvoir la coopération et la coordination des actions de recherche à l'échelle

régionale. Malgré la difficulté de gérer des pêcheries d'holothuries, illustrée par l'exemple de l'entreprise de Rota, les directives élaborées au cours de ce séminaire et le soutien de nombreux participants ont permis de recueillir les données dont la synthèse est présentée ici.

Remerciements

Je tiens à remercier Stan Taisacan et Steven Camacho, anciens agents de la Division de la pêche, de la faune et de la flore sauvages, qui m'ont aidé à recueillir les données et à mener mon enquête sur la pêcherie. Arnold Palacios, ancien directeur de la DFW, et Robert Richmond, de l'Université de Guam, m'ont remis les directives de gestion et des documents de référence.

Bibliographie

- Amesbury, J.R., R.L. Hunter-Anderson et E.F. Wells. 1989. Native fishing rights and limited entry in the Commonwealth of the Northern Mariana Islands. Guam: Micronesian Archaeological Research Services. 130 p.
- Callaghan, P. 1995. An economic model of sea cucumber export in Micronesia. In: A regional management plan for a sustainable sea cucumber fishery for Micronesia. 60-74.
- Chandran, R. 1988. The distribution and abundance of holothurians in Saipan Lagoon, Mariana Islands [MS thesis]. University of Guam. 64 p.
- Conand, C. 1990. Les ressources halieutiques des pays insulaires du Pacifique. Document technique de la FAO sur les pêches : Holothuries. Rome, Italie, n° 272.2, 143 p.
- CPS. 1994. Holothuries et bêtes-de-mer dans le Pacifique tropical : un manuel à l'intention des pêcheurs. Manuel n° 18 de la Commission du Pacifique Sud. 52 p.
- CPS. 1997. Improved utilisation and marketing of marine resources from the Pacific region. Beche-de-mer, shark fins and other cured marine products purchased by Chinese and Asian traders. 36 p.
- Dalzell, P., T.J.H. Adams et N.V.C. Polunin. 1996. Coastal fisheries in the Pacific Islands. *Ocean and Marine Biology: an Annual Review* 34:395-531.
- Din, Z. 1986. Beche-de-mer processing trials along the Egyptian Red Sea coast. *FAO Fish. Rep.* 329:286-290.
- Duenas & Associates. 1997. Saipan lagoon use management plan, survey of sea cucumbers and fish in the Saipan lagoon, Northern Mariana Islands. 55 p.

- Kerr, A.M., E.M. Stoffel et R.L. Yoon. 1993. Abundance distribution of holothuroids (Echinodermata: Holothuroidea) on a windward and leeward fringing coral reef, Guam, Mariana Islands. *Bull. Mar. Sci.* 52(2):780-791.
- Preston, G.L. 1993. Beche-de-mer. In: A. Wright and L. Hill, eds. *Nearshore marine resources of the South Pacific*, Suva: Institute of Pacific Studies, Honiara: FFA and Halifax: International Centre for Ocean Development. 371-407.
- Richmond, R. 1995. Introduction and overview. In: A regional management plan for a sustainable sea cucumber fishery for Micronesia, March 3-5, 1993. 2-6.
- Rowe, F.W.E. et J.E. Doty. 1977. The shallow-water holothurians of Guam. *Micronesica* 13(2): 217-250.
- Rowe, F.W.E. et J. Gates. 1995. Echinodermata. In: A. Wells, ed. *Zoological catalogue of Australia*. Publ xiii. Melbourne: CSIRO 590 p.
- Smith, R.O. 1947. Survey of the fisheries of the former Japanese Mandated Islands. USFWS Fishery Leaflet 273. 106 p.
- Veikila, C.V et F. Viala. 1990. Shrinkage and weight loss of nine commercial holothurian species from Fijian waters. Fiji Fisheries Division unpublished report. 9 p.
- Zoutendyk, D. 1989. Trial processing and marketing of surf redfish (*Actinopyga mauritiana*) beche-de-mer on Rarotonga, and its export potential in the Cook Islands. Ministry of Marine Resources Report. 13 p.

Ponte et élevage de larves de l'holothurie *Holothuria (Theelothuria) spinifera* Theel

P. S. Asha¹ et P. Muthiah¹

Introduction

En Inde, la filière de la bêche-de-mer repose principalement sur *Holothuria scabra*, couramment appelée holothurie de sable, espèce très prisée et très largement répartie dans le monde. Une autre espèce, *H. spinifera*, est également pêchée en grande quantité et transformée le long du golfe de Mannar et de la baie de Palk, sur la côte sud-est de l'Inde. L'animal est brun sur la face dorsale et un peu plus clair sur la face ventrale avec de fortes proéminences sur tout le corps (figure 1a). Étant donné qu'il s'agit d'une espèce qui s'enfouit, on la trouve sur du sable propre dans les grandes profondeurs (James, 2001). Cette espèce, désignée localement par *Cheena attai* (ou *Raja attai*), a présenté une valeur marchande élevée à une certaine période et la demande en était forte en Chine. Actuellement, elle a une valeur moyenne sur le marché, les spécimens fraîchement attrapés se vendent 10-15 Rs l'unité² et ceux d'entre eux qui ont été transformés (figure 1b) atteignent selon leur poids 500 à 1000 Rs par kg.

H. spinifera est récoltée toute l'année, généralement par des chalutiers qui représentent l'essentiel de la flotte de pêche d'holothuries. Elles constituent également une prise accessoire pêchée au moyen d'un *thallumadi*, c'est-à-dire un engin de pêche local, ainsi qu'en apnée durant la haute saison. James *et al.* (1997) ont rapporté qu'en 1994-1995, un chalutier avait débarqué 460 tonnes de cette espèce. Le chalut

avait été modifié pour recueillir des *chanks* (conques indiennes) connus sous le nom de *chanku madi* le long de la côte de Rameswaram dans la zone de la baie de Palk. Les holothuries attrapées au chalut ont une moins grande valeur commerciale que celles qui sont ramassées en apnée, en raison de leur moindre qualité. De plus, *H. spinifera* est d'une nature très sensible et à la moindre provocation, elle a recours au phénomène d'éviscération de ses intestins et, parfois, de son organe arborescent droit, voire même de ses gonades. C'est pourquoi les spécimens recueillis en apnée sont utilisés comme stocks géniteurs. Étant donné leur valeur commerciale, on a commencé à essayer de les élever en éclosérie. James *et al.* (1988) ont mis au point des techniques d'élevage en éclosérie pour *H. scabra*. On trouvera dans le présent article les résultats des essais d'induction de la ponte suivis de l'élevage de larves de *H. spinifera* en laboratoire.

Matériel et méthodes

Stocks géniteurs

Huit spécimens de *H. spinifera* (d'une longueur moyenne de 245 mm et d'un poids de 275 grammes) ont été recueillis en milieu naturel et placés en éclosérie dans un bac en polyester renforcé de fibre de verre contenant 15 cm de sable. L'eau du bac était changée quotidiennement et le sable une fois par semaine. Un mélange contenant quatre volumes de son de riz, deux volumes de tourteau de soja et un vo-

1. Tuticorin Research Centre of Central Marine Fisheries Research Institute, Tuticorin, Tamil Nadu (Inde) 628 001

2. Note de la rédaction : 1 roupie = 0.02 Euros (January 2003)

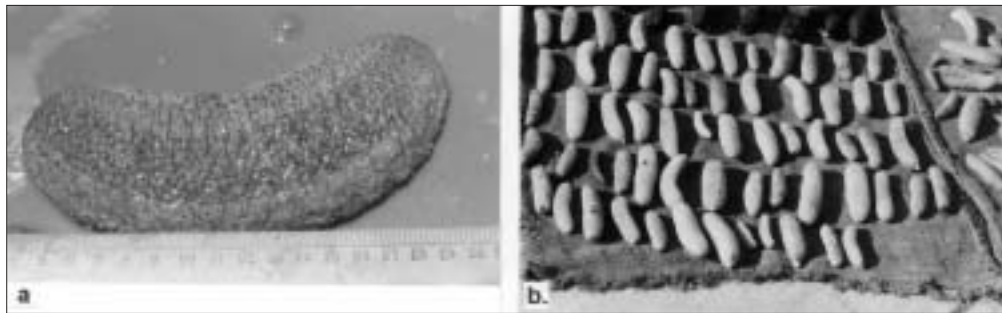


Figure 1. a. *Holothuria spinifera*, b. Produit séché

lume de poudre d'algue leur a été administré, à raison de 5 grammes par jour.

Ponte et élevage de larves

La ponte a été spontanée, sans stimulation aucune. Après la fertilisation, on a lavé les œufs pour les débarrasser de l'excédent de sperme et on les a comptés. On a fertilisé les œufs à raison de 0,5 larve par ml dans un bac de 100 litres, avec de l'eau de mer filtrée à l'aide d'un tamis de 40 μm . L'eau du bac a ensuite été entièrement renouvelée et on a sorti les larves afin de déterminer leur taux de survie en comptant un jour sur deux le nombre moyen de larves dans des échantillons de 1 ml. On a renouvelé tous les jours la moitié de l'eau et maintenu le tamis (80 μm) dans le bac. On a renouvelé l'opération pendant dix jours puis on a mis au point un système de renouvellement automatique de l'eau. Durant la période d'élevage des larves, la température de l'eau a oscillé entre 29 et 31° C, la salinité entre 34,8 et 36 ppt, le pH entre 8,1 et 8,2 et l'oxygène dissous entre 4,1 et 5,2 ml/l.

Nourrissage de larves

On a commencé à nourrir les larves auricularia à partir du deuxième jour. On leur a donné dans un premier temps un mélange de trois micro-algues, *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros calcitrans* et *Nanochlorosis salina* (1:1:1), à raison de 20 000 cellules/ml, et on est progressivement passé à 40 000 cellules/ml par la suite. Dix jours plus tard, lorsque les larves ont atteint le stade doliolaria non trophique, on a testé, à l'aide de bols en plastique de 2 litres d'eau de mer filtrée contenant 5 doliolaria, l'efficacité de différents facteurs de fixation, comme la poudre de *Sargassum*, Algamac, la poudre de *Spirulina* (0,05 g/l/jour), les diatomées et les algues mortes (2 ml/l).

Résultats

Ponte

Le 2 mars 2001, l'un des mâles, après un balancement typique, a libéré des spermatozoïdes, qui se présentent sous la forme de filaments blancs, depuis le go-

nopore antérieur. Après que les autres animaux eurent été mis en contact avec ce sperme en suspension, l'une des femelles a soudainement émis des ovocytes.

Ces ovocytes étaient sphériques et visibles à l'œil nu, d'une taille moyenne de $143,59 \pm 22,83 \mu\text{m}$ (figure 2a). Le développement embryonnaire était similaire à celui de *H. scabra*. On trouvera au tableau 1 la durée des différents stades de développement.

Tableau 1. Durée des différents stades de développement de *Holothuria spinifera* à l'issue de la fertilisation

Stade de développement embryonnaire	
Blastula	3 heures
Gastrula	24 heures
Auricularia (initial)	2 jours
Auricularia (stade avancé)	10 jours
Doliolaria	10-12 jours
Pentactula	13-15 jours

On a estimé le nombre d'œufs fertilisés à 60 000. Le premier globule polaire a été libéré après 40 minutes et le clivage a commencé dans les 20 minutes qui ont suivi. Les larves blastula, munies d'un seul blastopore, se sont développées en trois heures. Les larves gastrula douées de motilité (figure 2b), ciliées et de forme ovoïde, se sont développées en 24 heures et ont atteint une taille moyenne de $265,40 \pm 14,86 \mu\text{m}$. Les jeunes larves auricularia se sont développées en 48 heures. Elles mesuraient en moyenne $498,43 \pm 31,53 \mu\text{m}$ et avaient la forme d'une pantoufle. Elles étaient transparentes, affectionnaient les profondeurs et s'apparentaient à *H. scabra* au même stade de développement, si ce n'est pour l'anneau postérieur, légèrement plus large que l'anneau antérieur (figure 2c). Le neuvième jour, les proéminences latérales des larves auricularia se sont développées et des sphères de lipides sont apparues à leurs extrémités (figure 2d), ce qui indiquait la compétence larvaire et son aptitude à se métamorphoser dans un milieu écologique satisfaisant (Battaglione, 1999). À ce stade, la

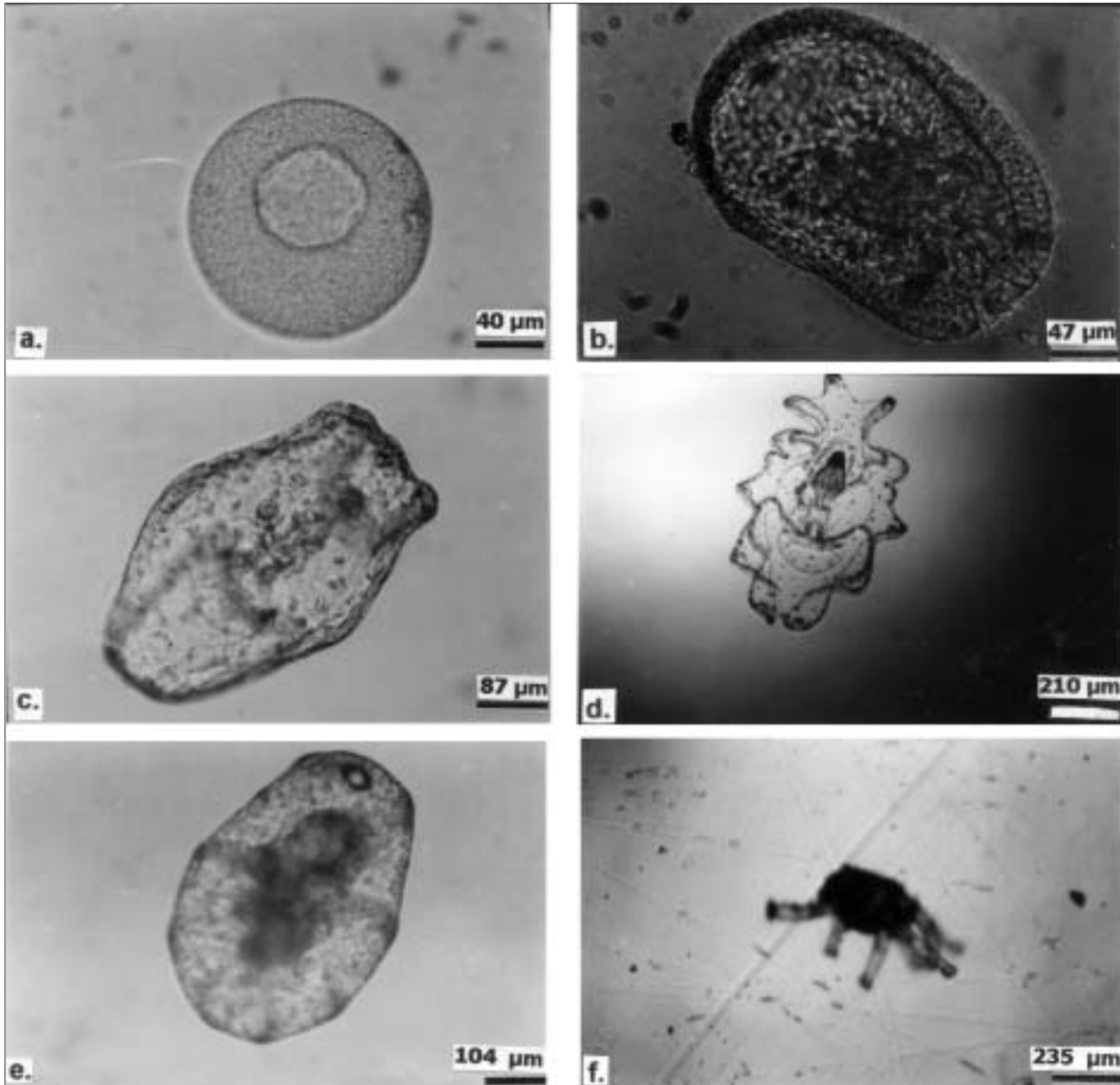


Figure 2. Stades larvaires de *Holothuria spinifera* :

a. Œuf, b. Gastrula, c. Auricularia (initial), d. Auricularia (stade avancé), e. Doliolaria, f. Pentactula

larve avait une taille moyenne de $809,43 \pm 123,29 \mu\text{m}$, ce qui est très différent de la larve au stade auricularia au stade initial ($t = 5,56$, $df = 11$, $P > 0,01$).

Le dixième jour, quelques auricularia se sont métamorphosés en larves doliolaria non trophique à forte motilité ayant la forme d'un baril (figure 2e). Leur taille moyenne était de $467,57 \pm 56,94 \mu\text{m}$. Enfin, quelques doliolaria ont également subi des transformations pour aboutir au stade de la larve rampante pentactula, le treizième jour. Les larves se répartissaient donc comme suit : stade auricularia 91%, doliolaria 8% et pentactula 1%. Les pentactula étaient de forme tubulaire et dotées de cinq tentacules à leur extrémité antérieure et de deux pieds ambulacraires à leur extrémité postérieure (figure 2f). De coloration

verte-brune, ils étaient de bien plus petite taille que celles de *H. scabra*. Leur taille moyenne à ce stade était de $330,16 \pm 50,11 \mu\text{m}$. Le vingtième jour, les tubes ambulacraires et les tentacules sont apparues plus nettement et les spicules étaient visibles sur la peau de trois spécimens.

De la survie à la fixation

Durant le cycle larvaire, la croissance s'est faite progressive durant 12 jours, à raison de $49,4 \mu\text{m}/\text{jour}$. Le taux de survie des larves du quatrième au sixième jour s'est maintenu à 76,9 pour cent avant de tomber à 34,6 pour cent le onzième jour. La mortalité maximale a été observée le neuvième jour ainsi que durant la métamorphose (figure 3). La fixation des

larves et la poursuite de la croissance ont été beaucoup affectés par les prédateurs qui broutent, dont l'activité n'a pu être bien maîtrisée, ce qui a contraint à mettre un terme à l'expérience.

L'expérience menée pour éprouver l'efficacité de différents facteurs de fixation a montré que l'Algamac et les diatomées périphtiques étaient les mieux à même de provoquer la fixation. On a observé un taux de survie de 40 pour cent chez les larves à qui l'on avait donné de l'Algamac, contre 20 pour cent chez celles à qui l'on avait donné des diatomées périphtiques. Aucune larve à qui l'on avait donné de la *Spirulina*, de l'algue morte, ou de la poudre de *Sargassum* (figure 4) n'était parvenue à se fixer.

Discussion

L'éclosion de *H. spinifera* sans induction a donné à penser que la ponte pouvait se produire naturellement en mars. La ponte en captivité a également été observée pour *H. atra* (Centre d'aquaculture côtière ICLARM, 1993). Le sperme relâché aurait pu induire la ponte. Battaglène (1999) suggère qu'un mélange de gonades provenant d'un stock géniteur arrivé à maturité peut être un stimulant efficace de la ponte.

La fertilisation et le développement embryonnaire précoce jusqu'au stade avancé de la larve auricularia étaient similaires à ceux d'autres holothuries (Preston, 1993). Il a fallu autant de temps, à savoir dix jours, à *H. spinifera* et *H. scabra* (James *et al.*, 1988) pour qu'elles atteignent le stade doliolaria, c'est-à-dire moins que les 15 jours nécessaires à *Actinopyga echinites* (Chen et Chian, 1990) et les 20 jours requis dans le cas de *H. atra* (Ramofafia *et al.*, 1995).

Le taux de survie a été de 5 pour cent. Battaglène (1999) a observé un taux de mortalité allant de 1 à 35 pour cent entre le moment de la survie et la fixation, et un taux de mortalité élevé lors du premier nourrissage et de la première fixation. On a noté un taux de mortalité élevé (65,4%) le neuvième jour, essentiellement imputable à la formation de bandelettes ciliées.

Du fait que les larves et les copécodes avaient des tailles similaires, il n'a pas été possible d'éliminer les

copécodes en les passant au tamis. En 1988, James *et al.* ont observé les mêmes problèmes d'élevage dans le cas de *H. scabra*. Il convient de réaliser d'autres études afin de trouver un moyen de supprimer les copécodes du système d'élevage des larves.

En ce qui concerne l'expérience portant sur les facteurs de fixation, on a observé une meilleure fixation des larves à qui l'on avait donné de l'Algamac (à hauteur de 40%) et des diatomées périphtiques (à hauteur de 20%). De la même manière, Battaglène (1999) a établi que l'Algamac pouvait être un facteur de fixation potentiel et constituer un aliment pour les larves pentactulae de *H. scabra* déjà fixées. Lors des prochaines expériences, on attachera de l'importance au taux d'aliments de fixation adaptés à donner afin d'augmenter la production de semences destinées à regarnir les stocks naturels de *H. spinifera*.

Remerciements

Les auteurs remercient M. Mohan Joseph Modayil, directeur, du CMFRI (Cochin), et M. M. Rajagopalan, directeur de la division FEM, CMFRI (Cochin), pour l'intérêt qu'ils ont manifesté et leurs encouragements, ainsi que M. J.X. Rodrigo, technicien, CMFRI

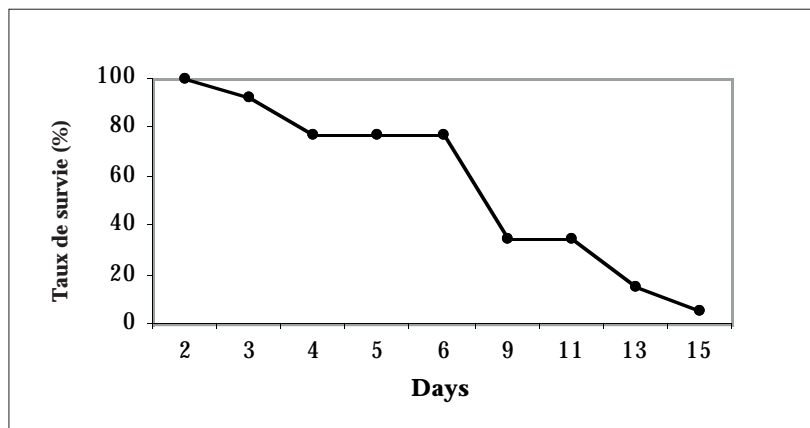


Figure 3. Survie des larves de *H. spinifera*

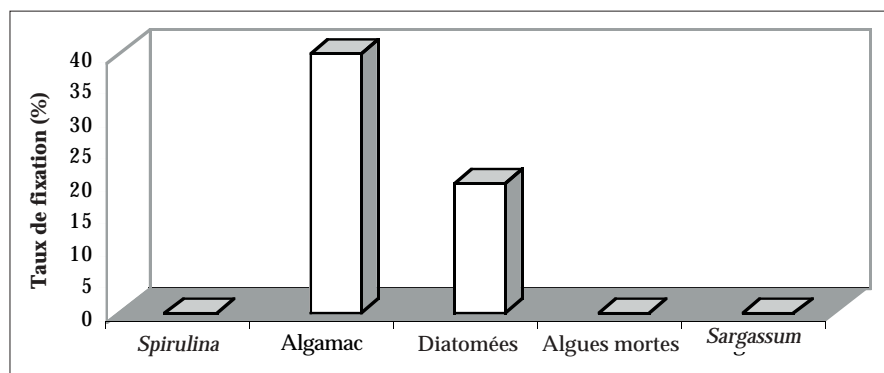


Figure 4. Fixation des larves de *H. spinifera* sur différents supports

(Tuticorin) d'avoir fourni les micro-algues ayant servi à l'alimentation des larves.

Bibliographie

- Battaglione, S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. *Naga* 22(4):4-11.
- Chen, C.P. et C.S. Chian. 1990. Larval development of the sea cucumber, *Actinopyga echinites* (Echinodermata. Holothuroidea). *Bull. Inst. Zool. Acad. Sci.* 29:127-133.
- ICLARM Coastal Aquaculture Centre. 1993. Annual report. 22 p.
- James, D.B. 2001. Twenty sea cucumbers from seas around India. *Naga* 24(1-2):4-7.
- James, D.B., M.E. Rajapandian, B.K. Basker et C.P. Gopinathan. 1988. Successful induced spawning and rearing of the holothurian *Holothuria (Metriatyla) scabra* Jaeger at Tuticorin. *Mar. Fish. Infor. Ser., T & E. Ser.*, 87:30-33.
- James, D.B. et M. Badrudeen. 1997. Observations on the landings of the sea cucumber *Holothuria spinifera* at Rameswaram by Chanku madi. *Mar. Fish. Infor. Ser., T & E. Ser.*, 149:6-8.
- Preston, L.G. 1993. Beche-de-mer. In: A. Wright and L.Hill, eds. *Nearshore Marine Resources of the South Pacific*. IPS, Suva; FFA, Honiara and ICOD, Canada. 371-408.
- Ramofafia, C., M. Gervis et J.D. Bell. 1995. Reproduction et élevage de larves *Holothuria atra*. *La Bêche de mer, Bulletin d'information de la CPS* 7:2-6.

Réactions des larves de concombre de mer *Apostichopus japonicus* à une forte baisse de salinité à la surface de l'eau : étude en laboratoire

Svetlana D. Kashenko¹

Introduction

Le développement larvaire du concombre de mer *Apostichopus* (= *Stichopus*) *japonicus* Selenka avant sa fixation se déroule dans la colonne d'eau et s'étale sur 13 à 20 jours, selon la température et le taux de salinité de l'eau de mer. Aux premiers stades — blastula et gastrula —, les larves nagent en surface; par la suite, aux stades dipleurula, auricularia et doliolaria, elles migrent vers des eaux plus profondes. Les pluies de la mousson d'été et les débordements de fleuves qui se jettent dans la baie de Vostok (baie de Pierre le Grand, mer du Japon) abaissent considérablement le taux de salinité superficielle, ce qui affecte la survie des larves de *A. japonicus* (Kashenko 1992, 1997, 1998) et d'autres invertébrés. La distribution et les migrations verticales des larves d'invertébrés qui vivent sur les fonds marins et leur comportement face à des variations de salinité dans les différentes couches de la colonne d'eau ont fait l'objet d'études approfondies. Les conclusions avancées par les chercheurs ne sont toutefois pas exemptes d'ambiguïté (Harder, 1968; Mileikovsky 1974, 1981; Seliger *et al.*, 1982; Mann, 1986, 1988; Scheltema, 1986; Stancyk et Feller, 1986; Sulkin et van Heukelem, 1986; Tremblay et Sinclair, 1990; Jonsson *et al.*, 1991; Pedrotti et Fenaux, 1992; Young, 1995; Vazquez et Young, 1996; Metaxas et Young, 1998; Garrison, 1999; Welch *et al.*, 1999).

Aucune étude n'a encore été consacrée aux réactions des larves de concombre de mer *A. japonicus*, à leur

comportement et à leur distribution verticale sous l'effet de l'abaissement de la salinité superficielle. L'objectif de la présente recherche est d'étudier ce problème dans des conditions de laboratoire.

Matériel et méthodes

Des expériences ont été réalisées en juillet et en août 1992 à la station de biologie marine de Vostok, qui relève de l'Institut de biologie marine FEB RAS (baie de Vostok, mer du Japon).

On a pêché des concombres de mer au stade de la pré-ponte le 15 juillet, à 6 m de profondeur, à une température de 19,6° C et à une salinité de 32,7 pour mille. Le frai a commencé le même jour, dans des récipients distincts pour les femelles et les mâles. La fécondation, le maintien à l'état fixé et toutes les expériences se sont déroulés à une température de 22-23° C et à une salinité de 32 pour mille (Kashenko 1992). Les larves ont été élevées dans trois systèmes de culture larvaire. L'eau de mer des aquariums, filtrée et stérilisée aux UV, a été renouvelée tous les jours ou tous les deux jours. Saturée en oxygène, elle était agitée à l'aide d'un microcompresseur soufflant de l'air à la surface de l'eau par des capillaires de verre, de manière à ne pas abîmer les larves. Les jeunes larves auricularias ont été nourries avec les petites microalgues *Nannochloris maculata* et *Pavlova lutheri*, et les larves au milieu et à la fin du stade auricularia, avec les algues plus grandes *Phaeodactylum tricornerutum* et *Dunaliella salina*.

1. Laboratoire de physiologie, Institut de biologie marine, section Extrême-Orient, Académie des sciences de Russie, Vladivostok, 690041, Russie. Téléphone : (4232)310905; télécopieur : (4232) 310900; mél : inmarbio@primorye.ru

Au laboratoire, on a étudié les réactions, le comportement et la distribution verticale d'*A. japonicus* aux différents stades larvaires (blastula, fin de gastrula, transition entre gastrula et dipleurula, début d'auricularia, milieu d'auricularia au bout de dix jours, fin d'auricularia avec nodules hyalins, doliolaria) en fonction de la dilution de la couche superficielle d'eau de mer non agitée. Des éprouvettes graduées d'un litre, d'un diamètre de 6 cm pour une colonne d'eau de 50 cm, ont été utilisées. La surface de l'eau a été diluée en versant lentement de l'eau moins salée à l'eau à salinité normale (32‰) sur la paroi du récipient. Le gradient de densité dans les éprouvettes n'a pas été modifié pendant plus d'une journée, c'est-à-dire que la couche d'eau nettement moins salée a été à peine mélangée à de l'eau de plus grande densité.

Des volumes spécifiques de culture larvaire ont été transvasés dans des éprouvettes témoins et expérimentales remplies d'eau de mer, à une profondeur de 19–20 cm avant de créer une couche d'eau diluée. À chaque expérience, on a maintenu à peu près la même densité de larves dans les éprouvettes. On a mesuré des larves (30 individus) à certains stades et estimé leur âge depuis la fécondation.

L'expérience a été réalisée selon deux variantes, afin de modéliser la situation réelle dans le milieu naturel. La variante I se caractérisait par une forte dilution. On a ajouté à l'éprouvette 25 ml d'eau douce sur 1 cm de hauteur environ. La variante II consistait dans une dilution progressive : on a ajouté d'abord 25 ml d'eau de mer à 20 pour mille, puis 25 ml à 12 pour mille. Les récipients ont été placés devant une source lumineuse. Nous avons utilisé de la lumière naturelle, mais pas d'ensoleillement direct provenant de la fenêtre. Cela permet d'observer la première réaction à la dilution, de suivre le comportement, de compter le nombre de larves présentes dans le récipient, et de prélever des échantillons d'eau dans les couches diluées, clairement identifiables visuellement.

Pour déterminer la salinité et compter les larves, au bout d'une heure d'expérience, on a prélevé 0,3 mm d'eau à l'aide d'une pipette Pasteur à extrémité longue et mince, de manière à éviter de mélanger des couches de salinité différente. On a prélevé l'eau à différentes profondeurs : en surface (0–0,2 cm et 0,2–1 cm) où l'on n'observe pas de concentrations de larves; à 1–2 cm, où les larves se concentrent le plus souvent; à 2–3 cm, où les larves sont peu nombreuses, voire absentes; puis à 3–4 cm, 6–7 cm, 18–19 cm et à plus grande profondeur. Dans certains cas, les observations de larves et les échantillonnages d'eau ont été faits une fois toutes les 3 ou 4 heures ou une fois par jour. La salinité, exprimée en micro-volumes d'eau, a été mesurée à 0,5 pour mille près, à l'aide d'un dispositif spécialement conçu à cet effet (Tyurin,

1994). On a compté les larves soit dans une chambre de Bogorov, soit dans des éprouvettes graduées. On a ensuite calculé la densité moyenne des larves (six expériences en parallèle : trois cultures larvaires pour chacune des deux variantes). La salinité pour laquelle les larves parvenues à un stade de développement donné se concentrent est identique dans les deux variantes, de même que les densités larvaires dans des couches diluées; on a donc regroupé les données sur les tableaux I et II. On a estimé les densités des larves à différentes profondeurs dans les éprouvettes témoins, afin de déterminer leur distribution verticale normale. Les procédures analytiques étaient inspirées d'Urbakh (1963). Pour chacune des expériences, l'hypothèse selon laquelle les traitements administrés au cours d'une expérience donnée présentaient des écarts significatifs ($p \leq 0,05$) était vérifiée.

Résultats

Dans les variantes I et II, l'épaisseur de la couche d'eau diluée, où il n'y avait pas de concentration larvaire, ne dépassait pas 0,3–0,5 cm. Dans les récipients expérimentaux, cette couche se trouvait généralement à une profondeur de 1 à 1,5 cm.

Dans les éprouvettes témoins, les blastulas (à l'âge de 16 heures, taille $195 \pm 24 \mu\text{m}$) ne cessaient de monter et de descendre. Dans la couche superficielle, leur nombre était supérieur (tableau 1). Lorsque l'eau de la couche supérieure était diluée à 9,5–13 pour mille, les blastulas s'accumulaient dans la couche à 20–20,5 pour mille. Une fois entrées en contact avec l'eau moins salée, les larves perdaient de leur mobilité sous l'effet du choc osmotique et grossissaient par hydratation. Elles recouvraient toutefois rapidement leur activité locomotrice et survivaient longtemps dans cette couche, sans pouvoir la quitter (tableau 1).

Tableau 1. Distribution des larves blastula d'*Apostichopus japonicus* dans la colonne d'eau, une heure après la dilution de la couche superficielle. Les densités des variantes I et II ont été regroupées, les valeurs étant très proches. Densités larvaires moyennes ($n = 6$), intervalles de confiance à 95 pour cent et valeurs moyennes de la salinité pour les variantes I et II.

Profondeur (cm)	Densité larvaire (nb./ml)		Salinité, ‰
	Témoin, salinité 32‰	Variante I et II	Variante I et II
0–0,2	$7,50 \pm 1,12$	0	–
0,2–1	$3,33 \pm 0,64$	0	5,5–14
1–1,4	0	$34,6 \pm 6,91$	20–20,5
2–3	$0,10 \pm 0,01$	0,08	30–31
3–4	$0,12 \pm 0,01$	0,08	32
6–7	$0,12 \pm 0,01$	0,08	32
18–19	$0,34 \pm 0,04$	0,08	32

– : non déterminé

Une expérience particulière a été effectuée sur des larves en fin de stade gastrula (âgées de 31 heures) (tableau 2). Dans l'éprouvette témoin, la répartition des larves en phase de transition de gastrula à dipleurula était uniforme dans la colonne d'eau, sauf dans la couche supérieure à 0–1 cm. De grands groupes de larves se déplaçaient vers le haut et vers le bas. Après la formation de la couche supérieure d'eau diluée (6,5–17‰), les larves commençaient à s'immobiliser dans la couche à 20–20,5‰. Une perturbation des mouvements ciliaires et une hydratation étaient observées chez ces larves. Au bout d'une heure d'expérience, leur densité dans la couche atteignait $17,4 \pm 1,8$ individus par ml (tableau 2). Cependant, trois heures après, des larves avaient déjà repris leur mouvement ciliaire normal et ont

commencé à quitter la couche diluée (tableau 2). En même temps, la majeure partie de la masse de larves dans les éprouvettes témoins descendaient à une profondeur inférieure à 10 cm, et se répartissaient de manière homogène dans la colonne d'eau. Au bout de quatre heures, toutes les larves des récipients expérimentaux avaient quitté la couche diluée; elles s'étaient métamorphosées en dipleurulas.

C'est le stade auricularia qui est le plus long chez le concombre de mer. C'est pourquoi il a été étudié en détail. Dans l'éprouvette témoin, les jeunes auricularias (mesurant $538 \pm 29 \mu\text{m}$ à l'âge de 61 heures) étaient réparties de manière uniforme dans la colonne d'eau, et se déplaçaient en groupes vers le haut et le bas, mais sans pénétrer dans la couche supérieure

Tableau 2. Distribution des larves d'*Apostichopus japonicus* en phase de transition entre gastrula et dipleurula dans la colonne d'eau, 1 heure, 3 heures et 4 heures après la dilution de la couche superficielle. Les densités des variantes I et II ont été regroupées, les valeurs étant très proches. Densités larvaires moyennes ($n = 6$), intervalles de confiance à 95 pour cent et valeurs moyennes de la salinité pour les variantes I et II.

Profondeur (cm)	Densité larvaire (nb./ml)					Salinité, ‰
	Témoin, salinité 32‰		Variantes I et II			Variantes I et II
	(en 1 h)	(en 4 h)	(en 1 h)	(en 3 h)	(en 4 h)	
0–0,2	0	0	0	0	0	–
0,2–1	0	0	0	0	0	6,5–17,0
1–1,3	$0,82 \pm 0,14$	0	$17,4 \pm 0,18$	$16,5 \pm 0,24$	0	20–20,5
2–3	$0,60 \pm 0,12$	0	0	0	0	27–26
3–4	$0,40 \pm 0,08$	0	0	0	0	32
6–7	$0,50 \pm 0,10$	0	$0,10 \pm 0,02$	$0,16 \pm 0,04$	0	32
12–13	$0,50 \pm 0,07$	$1,00 \pm 0,13$	$0,24 \pm 0,06$	$0,90 \pm 0,12$	$1,58 \pm 0,31$	32
18–19	$0,50 \pm 0,00$	$1,20 \pm 0,18$	$0,97 \pm 0,11$	$1,00 \pm 0,14$	$1,72 \pm 0,38$	32

– : non déterminé

Tableau 3. Distribution des larves d'*Apostichopus japonicus* au début (âge : 61 h) et au milieu (âge : 10 jours) du stade auricularia dans la colonne d'eau, une heure et un jour après la dilution de la couche superficielle. Les densités des variantes I et II ont été regroupées, les valeurs étant très proches. Densités larvaires moyennes ($n = 6$), intervalles de confiance à 95 pour cent et valeurs moyennes de la salinité pour les variantes I et II.

Profondeur (cm)	Densité larvaire (nb./ml)					Salinité, ‰	
	Témoin, salinité 32‰		Variantes I et II			Variantes I et II	
	(en 1 h) Début	(en 1 h) Milieu	(en 1 h) Début	(en 1 h) Milieu	(en 1 jour) Milieu	(en 1 h) Début	(en 1 h) Milieu
0–0,2	0	0	0	0	0	–	–
0,2–1	0	$0,22 \pm 0,09$	0	0	0	5–15,5	4–15
1–1,5	$0,82 \pm 0,17$	$0,12 \pm 0,01$	0	$13,02 \pm 0,24$	$12,93 \pm 1,08$	20–21	20
2–3	$1,04 \pm 0,24$	$0,24 \pm 0,07$	0	$1,14 \pm 0,36$	$0,36 \pm 0,05$	28–29	26–27
3–4	$0,72 \pm 0,09$	$0,24 \pm 0,05$	$2,71 \pm 0,72$	$0,20 \pm 0,04$	$0,38 \pm 0,04$	31–32	31–30
6–7	$0,62 \pm 0,03$	$0,32 \pm 0,06$	$1,02 \pm 0,28$	$0,15 \pm 0,03$	$0,18 \pm 0,03$	32	32
18–19	$0,69 \pm 0,18$	$0,48 \pm 0,10$	$1,51 \pm 0,22$	$0,12 \pm 0,03$	–	32	32

– : non déterminé

0–1 cm (tableau 3). Lorsque la salinité superficielle était abaissée à 5–15,5‰, les larves descendaient dans la colonne d'eau vers la couche à 31–32‰ et ne pénétraient pas dans les couches à salinité réduite.

Dans les éprouvettes témoins, les larves au milieu du stade auricularia (mesurant $925 \pm 43 \mu\text{m}$ à l'âge de dix jours) étaient réparties régulièrement dans la colonne d'eau, et se déplaçaient lentement vers le haut et le bas, dans un mouvement de va-et-vient, sans entrer dans la couche supérieure (tableau 3). Plus la profondeur augmentait, et plus les larves étaient nombreuses. Lorsque la salinité de la couche supérieure atteignait 4–15 pour mille les larves auricularia se concentraient dans l'eau à 20 pour mille et, au bout d'une heure, leur densité était de $13,02 \pm$ individus par ml. Les larves ne bougeaient plus, sous l'effet du choc osmotique, et étaient manifestement déshydratées. Au bout d'une journée, le schéma de distribution verticale était quelque peu différent. Les larves qui avaient pénétré la couche à 20 pour mille bougeaient peu, et certaines larves avaient quitté la couche à 25–26‰.

Dans l'éprouvette témoin, les larves en fin de stade auricularia à nodules hyalins n'avaient pas pénétré la couche superficielle (tableau 4). Elles étaient plus nombreuses près du fond. Pour une salinité de 5–18,5‰ de la couche superficielle, les larves migraient vers une profondeur de 18 cm où la salinité était de 32‰. Les auricularias âgées étaient plus mobiles et beaucoup moins grandes ($763 \pm 35 \mu\text{m}$).

Au stade doliolaria, la majeure partie de la masse de larves témoins restait au fond, et seule une faible quantité de larves s'approchaient de la surface. Elles

aussi s'éloignaient activement de la couche superficielle diluée (5–15‰) pour nager vers une profondeur de 17–18 cm à salinité normale (tableau 4).

Discussion

La plupart des études des mécanismes de distribution larvaire dans les estuaires ou dans les eaux littorales ont été effectuées sur des crustacés, des mollusques et des poissons. Les larves des invertébrés réagissent de diverses manières à des perturbations de leur environnement. Dans les estuaires, le transport larvaire est en grande partie fonction des facteurs écologiques à évolution rapide, des courants et de la turbulence des eaux. Les mécanismes et l'importance du transport larvaire ne sauraient être isolés de la biologie globale des organismes (Stancyk et Feller, 1986). La dispersion des larves d'invertébrés marins est liée à la circulation des masses d'eau des océans et des estuaires ainsi qu'à la durée de leur développement dans le plancton, à leur âge et à leur faculté d'adaptation à chaque stade de développement. Certains auteurs ont conclu que les larves sont ou bien capables de se disperser activement — c'est-à-dire qu'elles maîtrisent leur répartition spatiale dans la colonne d'eau — (Mileikovsky, 1974, 1981; Mann, 1986, 1988; Scheltema, 1986, Stancyk et Feller, 1986; Jonsson *et al.*, 1991; Young, 1995; Vazquez et Young, 1996; Metaxas et Young, 1998; Welch *et al.*, 1999), ou bien transportées passivement par des courants ou par dérive dans les systèmes estuarins (Seliger *et al.*, 1982; Sulkin et van Heukelem, 1986; Garrison, 1999).

On connaît la répartition verticale des larves de concombres de mer *Apostichopus japonicus* aux différents stades de leur développement. Tout comme

Tableau 4. Distribution des larves d'*Apostichopus japonicus* en fin de stade auricularia, présentant des nodules hyalins et au stade doliolaria dans la colonne d'eau, une heure après la dilution de la couche superficielle. Les densités des variantes I et II ont été regroupées, les valeurs étant très proches. Densités larvaires moyennes (n = 6), intervalles de confiance à 95 pour cent et valeurs moyennes de la salinité pour les variantes I et II.

Profondeur (cm)	Densité larvaire (nb./ml)				Salinité, ‰	
	Témoin, salinité 32‰		Variantes I et II		Variantes I et II	
	Fin de stade auricularia	Doliolaria	Fin de stade auricularia	Doliolaria	Fin de stade auricularia	Doliolaria
0–0,2	0	0	0	0	–	–
0,2–1	0	0	0	0	5–18,5	5–15
1–2	$0,18 \pm 0,05$	0	0	0	23–25	25–26
2–3	$0,24 \pm 0,04$	0	0	0	31	31–31,5
3–4	–	0,01	0	0	32	32
6–7	$0,28 \pm 0,04$	$0,04 \pm 0,01$	0	0	32	32
18–19	$0,36 \pm 0,06$	150	$0,27 \pm 0,07$	$0,04 \pm 0,01$	32	32
25–26	$0,32 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,02$	$0,53 \pm 0,09$	$0,08 \pm 0,01$	32	32
36–37	$0,78 \pm 0,06$	$0,76 \pm 0,12$	$0,89 \pm 0,16$	$0,98 \pm 0,04$	32	32

– : non déterminé

d'autres échinodermes (Rumrill, 1989; Pedrotti et Fenaux, 1992; Metaxas et Young, 1998), les larves de *A. japonicus* commencent par se développer dans les eaux superficielles, tandis qu'à la fin de leur croissance, elles migrent vers des couches plus profondes. On ne dispose d'aucune information sur les migrations verticales effectuées en 24 heures par des larves de concombres de mer dans leur milieu naturel. Les déplacements ascendants et descendants des larves dans les éprouvettes témoins et expérimentales observés au cours de notre étude reflètent probablement leur comportement en eaux calmes dans la nature. En même temps, les blastulas et gastrulas sont généralement présentes près de la couche superficielle, tandis qu'à des stades ultérieurs, les larves restent dans la partie inférieure des éprouvettes.

Dans la baie de Vostok, l'eau de surface peut être sensiblement rafraîchie (1-10‰) par de fortes pluies et, en l'absence de vent, la colonne d'eau stratifiée peut se maintenir telle quelle pendant longtemps (Kashenko, 1997). Le matin, la salinité de l'eau superficielle peut baisser jusqu'à 24-27 pour mille par temps calme. C'est à ce moment que les blastulas qui viennent d'éclore remontent à la surface par des mouvements ciliaires; d'après nos observations, les concombres de mer adultes pondent le soir ou vers minuit. Lorsqu'elles rencontrent la couche diluée, les blastulas cessent de remonter, la salinité provoquant un choc osmotique. Les larves ne tardent pas à s'adapter à un taux de 20 pour mille et commencent par nager, mais sans pouvoir quitter l'horizon dilué parce que leur densité diminue dans l'environnement isosmotique, comme en témoigne leur grossissement par hydratation, et elles ne peuvent pas surmonter le gradient de densité et pénétrer dans la couche sous-jacente où la densité est plus élevée. Les blastulas et gastrulas ne peuvent descendre qu'en arrêtant leurs mouvements ciliaires.

Les gastrulas, comme les blastulas, n'ayant pas d'organe locomoteur, ne peuvent quitter la couche diluée. Des études précédentes ont montré que si les larves aux stades blastula et gastrula sont exposées à une salinité réduite (20‰), aux stades ultérieurs, elles deviennent plus résistantes à une salinité réduite (Kashenko, 2000). Une expérience effectuée avec des larves en transition des stades gastrula à dipleurula a montré qu'à certains stades, les larves peuvent réagir activement à une salinité réduite. Chez la dipleurula, le système nerveux est déjà constitué (Dautov *et al.*, 1991) et l'organe locomoteur de la larve, une bandelette ciliée, apparaît. Les dipleurulas sont donc probablement capables de quitter la couche à salinité réduite. Une fois le système nerveux et l'organe locomoteur formés, les larves commencent à réagir activement à des conditions défavorables, en particulier la variation de salinité.

Dans la couche à 20 pour mille, on observe aussi des larves qui ont atteint le milieu du stade auricularia. Il a été démontré que, pour une salinité de 22-24 pour mille, les larves auricularias peuvent recouvrer leur

activité locomotrice en 2,5 jours. À ce stade, les larves sont plus vulnérables et périssent à un taux de 20 pour mille (Kashenko, 1992). En outre, au milieu du stade auricularia, les larves sont de bien plus grandes dimensions et ont une forme corporelle beaucoup plus complexe que les autres larves. Cela ne leur permet sans doute pas de réagir rapidement à des variations brutales de l'environnement. Scheltema (1986) a noté qu'en cas de changement des conditions ambiantes, "la réaction d'une larve bipinnaria d'astérie ou de polychète est donc nécessairement différente de celle d'une larve de bivalve ou de décapode."

Nos recherches ont montré que les jeunes auricularias, les auricularias âgées à nodules hyalins et les doliolarias sont capables de réagir à certains signaux du milieu ambiant et d'éviter les couches à salinité réduite dans des eaux non turbulentes. Ainsi, à ses premiers stades larvaires, le concombre de mer ne peut pas activement éviter des conditions ambiantes défavorables, alors qu'aux stades ultérieurs, les larves manifestent une réaction préférentielle aux variations de salinité.

Harder (1968), qui a étudié les organismes planctoniques, a constaté que la plupart d'entre eux arrêtaient tout mouvement à l'interface entre eau douce et eau salée. Cette réaction a été corrélée avec des caractéristiques fortement différenciées de densité dans ces couches. Une réaction similaire, observée pour des larves de trois bivalves Mactridae, a été attribuée à un comportement différentiel selon le gradient de salinité (Mann *et al.*, 1991). Dans la colonne d'eau stratifiée, les larves de coquilles Saint-Jacques *Placopecten magellanicus* présentaient des pics de concentration sous la surface, au-dessus de la pycnocline (Tremblay et Sinclair, 1990). Pedrotti et Fenaux (1992) ont aussi remarqué que la stratification de la colonne d'eau fait que les larves d'échinodermes restent près des eaux superficielles. Des chercheurs chinois (Zhenzu et Wenxiong, 1993) estiment que la stratification de la salinité dans les environnements naturels influe grandement sur les migrations verticales des larves d'huîtres *Crassostrea gigas*. Metaxas et Young (1998) ont aussi montré que les larves d'oursins qui traversent une halocline rencontrent de l'eau de moindre salinité qui peut déclencher un stress osmotique. De ce qui précède, on peut conclure que la stratification de la colonne d'eau dans les estuaires et les baies conduit à l'accumulation de larves d'invertébrés marins dans les eaux à salinité réduite, ce qui provoque un choc osmotique et la perte d'activité locomotrice chez les larves. Celles-ci sont capables de quitter les eaux de moindre salinité ou restent sur place, selon leur âge et leur adaptabilité. On peut supposer que c'est l'une des raisons pour lesquelles les larves sont retenues près de la surface, ou au-dessus ou au-dessous de la pycnocline.

Conclusions

En cas de baisse de salinité de l'eau superficielle, les larves de *A. japonicus* aux stades blastula, gastrula,

dipleurula et auricularia perdent de leur mobilité et s'accumulent dans les couches où la salinité de l'eau de mer provoque un choc osmotique. Les blastulas et gastrulas se concentrent dans une couche à 20–20,5 pour mille. Bien qu'elles ne soient pas capables de quitter cette couche, les blastulas y survivent. Les larves métamorphosées de gastrula en dipleurula dans la couche diluée la quittent. Les larves en milieu de stade auricularia ne sont pas capables de quitter la couche à 20 pour mille et périssent. En cas de dilution de l'eau superficielle, les auricularias jeunes et âgées et les doliolarias migrent vers des eaux plus profondes de salinité normale. Ainsi, leur souplesse d'adaptation et leurs mécanismes de comportement permettent à des larves de concombre de mer *A. japonicus* ayant atteint certains stades de survivre et d'éviter les effets néfastes d'une baisse de salinité dans les couches superficielles de l'eau de mer.

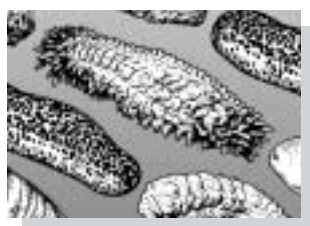
Bibliographie

- Dautov, S.Sh., S.D. Kashenko et E.S. Kornienko. 1991. Changing of the topography of neurone catecholamine in lava of the sea cucumber *Stichopus japonicus* during development. Doklady RAN, 320:723–725. (Publié en russe)
- Garrison, L.P. 1999. Vertical migration behaviour and larval transport in brachyuran crabs. Marine Ecology Progress Series 176:103–113.
- Harder, W. 1968. Reactions of plankton organisms to water stratification. Limnology and Oceanography 13:156–168.
- Jonsson, P.R., C. Andre et M. Lindegarth. 1991. Swimming behaviour of marine bivalve larvae in a flume boundary-layer flow: evidence for near-bottom confinement. Marine Ecology Progress Series 79:67–76.
- Kashenko, S.D. 1992. Effect of desalination on development of far eastern trepang. Russian Journal of Marine Biology 18(3–4):43–52.
- Kashenko, S.D. 1997. Effects of salinity acclimation of the sea cucumber *Stichopus japonicus* on the adaptive capabilities of its different stages of development. Russian Journal of Marine Biology 23(2):78–85.
- Kashenko, S.D. 1998. Effects of temperature and salinity on the early development of the Japanese sea cucumber (trepang) *Stichopus japonicus*. Russian Journal of Marine Biology 24(2):100–105.
- Kashenko, S.D. 2000. Acclimation of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* to decreased salinity at the blastula and gastrula stages: its effects on the desalination resistance of larvae at subsequent stages of development. Russian Journal of Marine Biology 26(6):422–426.
- Mann, R. 1986. *Arctica islandica* (Linne) larvae: active depth regulators or passive particles. American Malacological Union Spec. Ed. 3:51–57.
- Mann, R. 1988. Distribution of bivalve larvae at a frontal system in the James River, Virginia. Marine Ecology Progress Series 50:29–44.
- Mann, R., B.M. Campos et M.W. Luckenbach. 1991. Swimming rate and responses of larvae of three mactrid bivalves to salinity discontinuities. Marine Ecology Progress Series 68:257–269.
- Metaxas, A. et C.M. Young. 1998. Behaviour of echinoid larvae around sharp haloclines: effects of the salinity gradient and dietary conditioning. Marine Biology 131:443–459.
- Mileikovskiy, S.A. 1974. Types of larval development in marine bottom invertebrates: an integrated ecological scheme. Thalassia jugosl. 10(1/2): 171–179.
- Mileikovskiy, S.A. 1981. Ecology of reproduction of marine benthos. Izdatelstvo 'Nauka,' Moscow. 91 p. (Publié en russe)
- Pedrotti, M.L. et L. Fenaux. 1992. Dispersal of echinoderm larvae in a geographical area marked by upwelling (Ligurian Sea, NW Mediterranean). Marine Ecology Progress Series 86:217–227.
- Rumrill, S.S. 1989. Population size structure, juvenile growth and breeding periodicity of the sea star *Asterina miniata* in Barkley Sound, British Columbia. Marine Ecology Progress Series 56:37–47.
- Scheltema, R.S. 1986. On dispersal and planktonic larvae of benthic invertebrates: an eclectic overview and summary of problems. Bulletin of Marine Science 39(2):290–322.
- Seliger, H.H., J.A. Boggs, R.B. Rivkin, W.H. Biggley et K.R.H. Aspden. 1982. The transport of oyster larvae in an estuary. Marine Biology 71:57–72.
- Stancyk, S.E. et R.J. Feller. 1986. Transport of non-decapod invertebrate larvae in estuaries: an overview. Bulletin of Marine Science 39(2):257–268.
- Sulkin, S.D. et W.F. Van Heukelem. 1986. Variability in the length of the megalopal stage and its consequence to dispersal and recruitment in the portunid crab *Callinectes sapidus* Rathbun. Bulletin of Marine Science 39(2):269–278.
- Tremblay, M.J. et M. Sinclair. 1990. Sea scallop larvae *Placopecten magellanicus* on Georges Bank: vertical distribution in relation to water column stratification and food. Marine Ecology Progress Series 61:1–15.
- Tyurin, A.N. 1994. Methods of measuring of sea water salinity in microvolumes. Biologiya Morya 20:82–83. (Article en russe, résumé en anglais.)
- Urbakh, V.Yu. 1963. Mathematical Statistics for Biologists and Physicians. Izdatelstvo AN SSSR, Moscow. 323 p. (Article en russe.)
- Vazquez, E. et C.M. Young. 1996. Responses of compound ascidian larvae to haloclines. Marine Ecology Progress Series 133:179–190.

Welch, J.M., R.B. Forward Jr. et P.A. Howd. 1999. Behavioral responses of blue crab *Callinectes sapidus* postlarvae to turbulence: implications for selective tidal stream transport. *Marine Ecology Progress Series* 179:135-143.

Zhenzu, X. et W. Wenxiong. 1993. Effect of salinity on vertical distribution of the larvae of *Crassostrea gigas*. *Haiyang yuhuzhao (Oceanology et Limnology sin)* 24(3):226-233. (Article en chinois, résumé en anglais.)

Young, C.M. 1995. Behavior and locomotion during the dispersal phase of larval life. In: L.R. McEdward, ed. *Ecology of marine invertebrates larvae*. Boca Raton, Florida: CRC Press. 249-278.



Nouvelles des marchés la bêche-de-mer

Prix des bèches-de-mer sur les marchés d'Asie (août 2001 – avril 2002)

Espèces	Taille		Prix indicatif en USD/kg (C&F) Août 2001 – Avril 2002										Marché	Origine
			Août	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.			
Holothurie blanche à mamelles (avec la peau)	3-5 pc/kg	A	25,0	23,0	24,0	23,0	21,0	21,0	23,0	23,0	23,0	Ports	Asie SE	Pacif. Sud
		B	18,0	16,0	16,0	16,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	Ports	Asie SE	Pacif. Sud
Holothurie ananas (<i>Thelenota ananas</i>)	6-15 pc/kg		12,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	12,0	12,0	12,0	Ports	Asie SE	Pacif. Sud
Holothurie noire à mamelles	3-5 pc/kg	A	18,0	17,0	17,0	15,0	15,0	15,0	18,0	18,0	18,0	Ports	Asie SE	Australie
		B	15,0	14,0	14,0	13,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	Ports	Asie SE	Australie
Holothurie de sable	10-30 pc/kg	A	33,0	30,0	32,0	32,0	32,0	32,0	34,0	34,0	34,0	Singapour		Indonésie
			58,0	50,0	50,0	45,0	43,0	45,0	45,0	45,0	45,0	Singapour		Australie
			40,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	40,0	40,0	40,0	Singapour		Pacif. Sud
Trévang vert (<i>Stichopus chloronotus</i>)	50-120 pc/kg		10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	13,0	13,0	13,0	Singapour		Pacif. Sud
Lollyfish (<i>H. atra</i>)			2,0	2,0	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	Singapour		Pacif. Sud
Stonefish (<i>A. lecanora</i>)			15,0	14,0	15,0	15,0	15,0	12,0	14,0	14,0	14,0	Singapour		Indonesia
Holothurie brune des brisants (<i>A. mauritiana</i>)	15-35 pc/kg		12,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	Singapour		Pacif. Sud
Holothurie léopard	25-55 pc/kg		3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	Singapour		Pacif. Sud
Holothurie brune (?) (<i>Boadschia marmorata</i>)	25-110 pc/kg		3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	Singapour		Pacif. Sud
Trévang curry (<i>Stichopus variegatus</i>)	30-50 pc/kg		17,0	15,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	Singapour		Pacif. Sud
	70-120 pc/kg		8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	Singapour		Pacif. 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	Singapour		Pacif. Sud

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



Résumés, publications, colloques & conférences

la bêche-de-mer

Résumés de communications présentées au sixième Congrès européen sur les échinodermes, Banyuls (France), septembre 2001

The endosymbiotic turbellarians infesting *Holothuria tubulosa* at Banyuls-sur-mer (France)

Gilles Doignon^{1,2}, Michel Jangoux, Jean-Pierre Féral et Igor Eeckhaut

1. Laboratoire de biologie marine, Université libre de Bruxelles

2. UMR7628, Observatoire océanologique de Banyuls-sur-mer

Holothuria tubulosa est infestée par deux espèces d'Umagillidés (Platyhelminthes) : *Anoplodium parasita* et *Anoplodium* n. sp. La première espèce vit dans le coelome. Vingt-six holothuries sur 202 animaux recueillis ont été infestés par un à six *A. parasita*. Cette infestation est uniforme tout au long de l'année, mais le nombre de capsules d'œufs trouvées dans le coelome et le nombre d'holothuries infestées par des capsules chutent de façon spectaculaire en juillet. *Anoplodium* n. sp. gîte dans le lumen digestif. L'infestation par *Anoplodium* n. sp. est supérieure à celle d'*A. parasita*, mais elle est constante, quelle que soit la période d'échantillonnage : 67 holothuries sur les 202 étudiées étaient infestées par un à huit *Anoplodium* n. sp. Il n'a pas été observé de capsule d'œuf dans le lumen digestif des holothuries.

Notre étude laisse à penser que le succès de l'infestation de la première espèce dépend du mécanisme de reproduction des holothuries. Pour les deux plathelminthes (vers plats), le stade d'infestation est la capsule de l'œuf ingérée lorsque l'hôte se nourrit. L'œuf est couvé dans l'intestin. *Anoplodium* n. sp. croît et se reproduit dans le tube digestif, produisant des capsules d'œufs évacuées par les fèces de l'hôte, tandis que les juvéniles de *A. parasita* percent activement l'épithélium digestif pour croître puis se reproduire dans la cavité coelomique. Les capsules s'y accumulent jusqu'à l'émission des gamètes de l'hôte, en été. On pense que, pendant cette période, le corps de l'hôte se contracte fortement et vide tout son contenu coelomique dans les tubes coelorectaux.

Reproduction and protected development in *Psolus patagonicus* (Holothuroidea) from Argentina

Juliana Giménez et Pablo E. Penchaszadeh

FCEyN, U.B.A. CONICET-M.A.C.N. Buenos Aires. jgimenez@bg.fcen.uba.ar

Psolus patagonicus (Ekman 1925) est une holothurie abondante qui vit sur divers habitats et substrats. Elle a été signalée sur les rivages rocheux intertidaux et sur des buissons et des crampons de varech (*Macrocystis pyrifera*) dans le sud de la Patagonie, où elle vit en symbiose avec des pétoncles (*Zygochlamys patagonicus*). D'octobre 1999 à mars 2001, nous avons prélevé chaque mois des échantillons de *Psolus patagonicus* dans les zones de pêche de *Zygochlamys patagonicus*, situées par 39°26' S 55°56' O à 100–110 m de profondeur. Chaque mois, quelque 50 spécimens ont été fixés au formol (5%) afin d'examiner les gonades au microscope. *Psolus patagonicus* incube les œufs et les embryons sous sa sole rampante; le processus de développement complet prend sept mois. La plus petite femelle que l'on ait observée en train d'incuber mesurait 17 mm de long, la plus grande, 23 mm. C'est en février et mars que les œufs sont déposés sous la sole (diamètre d'œuf non encoché : 887,72 µm ± écart type de 26,71 µm), avec une moyenne de 147 ± 20 œufs par femelle couveuse; les embryons se sont développés après avoir atteint la taille de 1 972,57 ± 158,22 µm en septembre, à raison de 82 ± 14 embryons par femelle. Les embryons ont commencé leur vie autonome en octobre, lorsqu'ils atteignent 2 220 ± 210 µm.

The origin of holothurians in Procrustes' bed of embryology and palaeobiology

Reimund Haude

Département de géobiologie, Université de Göttingen, Allemagne

L'interprétation de l'origine des holothuries est controversée. Les récentes conclusions fondées sur les données moléculaires et des analyses cladistiques (Littlewood *et al.*, 1997, Biol. J. Linn. Soc. [61]:409–438) corroborent certes des hypothèses antérieures sur l'existence d'un lien de parenté plus étroit entre échinides et holothuries; si l'on se réfère, d'autre part, à des non-homologies apparentes, par exemple celle des canaux radiaires (Smiley, 1986, Biol. Bull. [171]:611–631; David et Mooi, par ex. 1998, in: *Echinoderms*, San Francisco: Balkema, 21–28), on constate des distances phylogénétiques plus grandes entre ces groupes d'échinodermes. Dans le modèle présenté ici, l'origine des holothuries est expliquée par des arguments de morphologie structurale. Selon celle-ci, les structures particulièrement intéressantes dans un schéma sont liées aux contraintes et limites physiques de la structure d'un ancêtre. En reconstituant, étape par étape, les phases de transition, les causes de réduction de la squelettisation, de l'allongement du corps, d'absence de développement d'un appareil masticatoire et l'origine des structures coelomiques de la partie postérieure sont expliquées par des améliorations structurales intervenues en réponse à de nouvelles exigences fonctionnelles. La base de données utilisée à l'appui de cette hypothèse, par exemple "l'anatomie connue et l'embryologie des holothuries récentes", est complétée par des fossiles de l'ère dévonienne qui montrent la position des structures hydrocoeliques derrière la couronne calcaire.

Temporal variation of gonad morphology and gametogenesis of the commercial sea cucumber *Isostichopus badionotus* from south-east Brazil

Renata P.N. Lima¹, Carlos Renato R. Ventura et Lócia S. Campos-Creasey

¹. USU/ICBA, R. Jorn. Orlando Dantas, 59, Botafogo, RJ/RJ, Brésil 22231-010; mél : repnlma@hotmail.com

Des échantillons d'*Isostichopus badionotus* (Selenka, 1867), concombre de mer abondant sur la côte Sud de Rio de Janeiro, ont été récoltés chaque mois dans Ilha Grande Bay. On a calculé les rapports gonado-somatiques d'après la relation entre le poids des organes et le poids frais total du corps. C'est à la fin du printemps (de fin octobre à mi-janvier) que culmine le rapport gonado-somatique. La taille et la couleur des nombreux tubules des gonades varient considérablement tout au long du cycle de reproduction. On a préparé les gonades en vue d'un examen histologique, puis on les a colorées à l'éosine-hématoxyline. On a identifié cinq étapes de développement des gonades : en repos sexuel, en cours de croissance, à maturité, après ponte partielle et gonades vides. On a mesuré le diamètre des tubules gonadiques et calculé la fréquence de taille des ovocytes. C'est aux stades matures que le diamètre des tubules gonadiques était le plus grand (1 mm). Les gonades vides présentaient des tubules de 0,18 mm de diamètre. Les différents stades de la gamétogenèse induisaient des changements morphologiques importants des tubules gonadiques. La taille moyenne maximale des ovocytes était de 140 µm et correspondait au rapport gonado-somatique le plus élevé ($3,72 \pm 1,68$). Le rapport gonado-somatique décroissait progressivement au cours de l'été et au début de l'automne, ce qui indique peut-être que *I. badionotus* pond l'été, lorsque la température de l'eau est la plus élevée ($\pm 30^\circ$ C). Cet article indique dans quelle mesure il convient de s'appuyer sur la gamétogenèse pour évaluer les possibilités d'exploitation durable de *I. badionotus* à des fins alimentaires, cette espèce faisant l'objet d'une exploitation commerciale et étant consommée par certaines catégories de population asiatiques et européennes dans la ville de Rio.

Fossil calcareous ring elements of Holothuroidea

Mike Reich

Institut de sciences géologiques, Université de Greifswald (Allemagne)

Les fossiles de concombres de mer sont surtout connus grâce aux sclérites calcaires (ossicules) du tégument. Des éléments de la couronne pharyngienne peuvent aussi se présenter sous forme fossile. La couronne calcaire (c.c.) consiste essentiellement en cinq plaques ou éléments radiaires et cinq plaques ou éléments interradiaires, formant parfois une mosaïque variable de plusieurs éléments dont la taille est comprise entre 0,3 et 5 mm. La morphologie des couronnes et des éléments joue un rôle important dans la différenciation des familles et des ordres d'Holothurides récents. Comme il est très rare de trouver des c.c. entières parmi les fossiles, il est très utile de disposer de fragments isolés de c.c. pour reconstituer l'évolution et la phylogénèse des Holothurides. La présente étude montre que des fragments de c.c. sont probablement présents dans des sédiments marins. D'après les recherches effectuées par l'auteur, des fragments isolés sont en fait très courants dans la mésofaune (taille des fragments : de 0,5 à 10 mm).

Dans la plupart des articles parus précédemment sur le sujet, il manque des descriptions ou des désignations des éléments précis. Cela s'explique par 1) l'absence de figures ou de descriptions de morphotypes dans quasi-

ment tous les manuels de paléontologie et 2) le fait qu'aucune étude exhaustive n'ait été publiée sur la morphologie "tridimensionnelle" des c.c. récentes (et de leurs éléments). L'interprétation des matériaux fossiles est donc souvent difficile, voire impossible. Ainsi, les radiaires et interradiaires du permien supérieur d'Allemagne et d'Angleterre sont pris pour des "boucliers latéraux" d'ophiurides, qui auraient fusionné ou se seraient déformés (Malzahn, 1957; Pattison, 1984).

Des c.c. presque complètes nous sont parvenues dans des sédiments remontant au dévonien (Lehmann, 1958; Seilacher, 1961) et au triasique (Smith et Gallemi, 1991; Hagdorn, 1993). Il n'a été signalé qu'un seul exemple de c.c. complète provenant de sédiments du carbonifère (Sroka, 1988), du jurassique (Hess, 1973) et du crétacé supérieur (Hückel, 1970; Reich, en cours de rédaction). On n'a pas trouvé de c.c., complète ou fragmentaire, dans des sédiments du cénozoïque.

Des éléments isolés de c.c. mésozoïques ont été découverts, provenant de sédiments du jurassique (par exemple Hess, 1975; Gilliland, 1992), plus rarement du triasique (Kirstan-Tollmann *et al.* 1991) et du crétacé (Reich, 1997). Les éléments les plus anciens de c.c. proviennent du llanvirnien dans des pays riverains de la Baltique et du silurien (Iudlovien) sur l'île de Gotland (Reich, 1999). Des formes dévoniennes sont parfois signalées (Haude, 1983). Il n'est pas prouvé, jusqu'à présent, que ces éléments proviennent de sédiments cénozoïques.

Holothurians from the Toarcian of western France

Mike Reich¹ et Loïc Villier²

1. Institut de sciences géologiques, Université de Greifswald (Allemagne)

2. UMR CNRS 5561 : Biogéosciences, Centre des Sciences de la Terre, Dijon

Jusqu'à présent, on datait presque toutes les holothuries fossiles de France des ères jurassique supérieure et tertiaire (travaux de Deflandre-Rigaud, Valensi, Guyader, par exemple). Terquem et Berthelin (1875) ont été les premiers à dater des restes d'holothuries provenant du jurassique inférieur. Les travaux de Rioult ont ensuite permis d'établir un cadre parataxonomique et biostratigraphique pour les holothuries du bassin parisien remontant au jurassique inférieur.

Au cours de nouvelles recherches, un millier de sclérites d'holothuries et d'éléments de couronne calcaire ont été isolés à partir d'échantillons de sédiments provenant du Seuil du Poitou (dans la partie stratotypique du toarcien à Thouars, ainsi que dans les carrières de Sanxay et de Montalembert). Nous avons d'ores et déjà pu identifier neuf espèces (para-espèces et associations de sclérites) d'Holothurides, représentant les ordres Aspidochirotida Grube, Apodida Brandt et Dendrochirotida Grube. Les holothuries aspidochirotées (*Priscopodatus* spp.), synaptides (roues de juvéniles : *Theelia* spp.) et myriotrochides (radiaires et interradiaires) sont les groupes les plus abondants parmi les échantillons étudiés. On sait que certaines de ces espèces proviennent du jurassique en Allemagne et au Royaume-Uni. Dans les sédiments toarciens du Seuil du Poitou, les détritivores épibenthiques et endobenthiques tels que les Aspidochirotés et les Apodes semblent donc prédominer. On trouve moins fréquemment des holothuries se nourrissant de matières en suspension.

Processing *Holothuria scabra* for the trade

Kanapathipillai Sachithanathan

Ancien expert de la bêche-de-mer auprès de la FAO

La méthode de transformation de *Holothuria scabra* en vue de sa commercialisation tient compte de la vie sur les fonds marins et des caractéristiques morphologiques de l'animal. Pour *H. scabra* comme pour la plupart des holothuries, elle consiste essentiellement dans l'extraction de l'enveloppe externe de la peau et des viscères. On retire les entrailles en provoquant une éviscération, on fait bouillir pour assurer une contraction homogène des muscles, et l'on nettoie le tégument externe de la peau avant de faire sécher : telles sont les étapes qui garantissent une bonne conservation de la musculature. Chacune de ces étapes s'appuie sur une technique élaborée, adaptée à la condition rurale des pêcheurs de la plupart des pays de la région indo-pacifique, d'où le produit transformé est exporté en grandes quantités vers les marchés d'Asie du Sud-Est. Cet article passe en revue les différentes étapes de la méthode de transformation, insiste sur la nécessité d'adopter la technique appropriée à chaque étape, et explique les incidences de la méthode, qui permet d'offrir au marché ciblé un produit présentant les caractéristiques voulues.

Echinoderms investigations in Russian Far East

Vladimir A. Pavlychkov, Nina D. Mokretsova, Galina S. Gavrilova, Marina I. Yurieva et Lev N. Bocharov

Institut de recherches scientifiques de pisciculture et d'océanographie du Pacifique, Shevchenko Alley 4, Vladivostok, 690950 (Russie)

L'Institut de recherches scientifiques de pisciculture et d'océanographie du Pacifique (abréviation russe : TINRO) est le principal établissement de recherche scientifique qui étudie les échinodermes en Russie extrême-orientale. Toutes les recherches sont menées en fonction de la valeur marchande des espèces. Les stocks d'oursins ont été évalués à 150 000 tonnes et ceux d'holothuries à 67 500 t. Les oursins (*Strongylocentrotus intermedius*, *S. nudus* et *S. droebachiensis*) et les holothuries *Cucumaria japonica* font l'objet d'une récolte commerciale dans les mers de Chine, d'Okhotsk et de Béring. Dans ce contexte, la recherche est axée sur la biologie, les réserves, la distribution, l'âge et la structure par taille, et les conditions de concentration de ces échinodermes, ainsi que leurs particularités reproductives. Les informations détaillées qui sont recueillies sur les réserves d'oursins, leurs indices de reproduction, les types de fonds marins et la couverture algale permettent de prendre des dispositions afin d'augmenter les réserves d'oursins de la région.

Nous étudions également les relations existant entre la composition des peuplements végétaux et la pigmentation des gonades d'oursins, la couleur des gonades étant l'une de leurs caractéristiques importantes. Nous examinons aussi l'oursin des profondeurs *Strongylocentrotus pallidus*, qui ne fait pas encore l'objet d'une exploitation commerciale, et l'oursin plat *Echinarachnius parma*. On a récemment observé une diminution des stocks de certaines espèces d'échinodermes. L'élaboration de méthodes d'aquaculture du concombre de mer *Stichopus japonicus* et des oursins devient donc un objectif important, en attendant de pouvoir étudier la composition chimique des organes et tissus des oursins et des concombres de mer afin de créer des préparations à des fins médicales et prophylactiques.

Towards an understanding of the shallow-water echinoderm biodiversity of KwaZulu-Natal, Republic of South Africa

Y. Samyn¹ et A.S. Thandar²

1. Université libre de Bruxelles (ULB), Laboratoire d'écologie et de systématique, Pleinlaan 2, 1050 Bruxelles (Belgique)

2. University of Durban-Westville, Department of Zoology, Private Bag X54001, 4000 Durban (Afrique du Sud)

Avant cette étude, on connaissait cent trente espèces d'échinodermes d'eaux peu profondes (c'est-à-dire par moins de 50 mètres de fond) prospérant le long de la côte orientale subtropicale (26°S/32°E – 30°S/30°E) d'Afrique du Sud. Les composantes endémiques et spécifiques de la région indo-pacifique de cette faune représentent 93 pour cent des espèces, tandis que les composantes circumtropicales, Atlantique et cosmopolites ne représentent que 7 pour cent de la faune des échinodermes. Une étude récemment menée dans la province de KwaZoulou-Natal a permis de découvrir d'autres espèces (excepté les crinoïdes) représentant 39 pour cent de la faune d'échinodermes de cette province; la composante endémique de celle-ci passe ainsi de 26 à 21 pour cent et sa composante indo-pacifique de 68 à 73 pour cent, les autres composantes restant plus ou moins stables. La répartition totale des espèces d'échinodermes de la province de KwaZoulou-Natal a été analysée à l'aide du second coefficient de Kulczynski, qui mesure la similarité entre deux stations présentant des similitudes biologiques. D'après cette analyse, alors que les composantes de la faune de KwaZoulou-Natal paraissent assez homogènes, la zone de St. Lucia Bay semble se caractériser par un renouvellement élevé des espèces.

AUTRES RÉSUMÉS

Some aspects of sea cucumber *Holothuria scabra* along the coast of Dar es Salaam

T. Kithakeni

Source : Deuxième colloque scientifique de l'Association des sciences de la mer de l'océan Indien occidental (WIOSA), octobre 2001, Dar es Salaam (Tanzanie)

Les concombres de mer sont exploités depuis très longtemps en Afrique orientale. Les travaux menés par Frontier-Tanzania sur l'île de Mafia, à Songo Songo et à Mtwara ont toutefois mis en évidence une chute spectaculaire des prises ces dernières années. Les concombres de mer ayant une croissance lente, les peuplements des eaux peu profondes sont facilement surexploités. D'autre part, la taille moyenne des animaux est en voie de diminution, les plus gros spécimens étant capturés en premier, en l'absence de réglementation commerciale. Les recettes à l'exportation des concombres de mer sont passées de 442 335 USD en 1988 à 884 169 USD en 1994. Or, depuis 1995, on observe une diminution des prises en Tanzanie (Division des pêches, ministère des

Ressources naturelles et du Tourisme, 1996). Certains aspects biologiques d'*Holothuria scabra* ont été étudiés le long de la côte de Dar es Salaam. Des échantillons de *H. scabra* ont été récoltés à Kunduchi et Buyuni, de janvier à décembre 1999. Sur les lieux de débarquement, la récolte totale — c'est-à-dire le niveau annuel d'exploitation — réalisée depuis les récifs éloignés était toutefois plus importante à Buyuni (3 951) qu'à Kunduchi (1 176). La récolte se fait chaque mois, dans les zones intertidales et sur les platiers récifaux à proximité des villages. Des prises plus élevées ont été enregistrées à Buyuni en août et en novembre, ce qui s'explique peut-être par des vents modérés qui permettent aux pêcheurs de sortir jusqu'aux récifs lointains, tandis que les prises réalisées à Kunduchi étaient relativement faibles tout au long de l'année. Les marchés locaux, pour la plupart, ne sont pas ouverts, sont mal organisés et peu accessibles. Les produits sont de médiocre qualité et de faible taille, et les prix ne sont pas réglementés. La distribution de la fréquence des longueurs de *H. scabra* est unimodale, la majorité des individus mesurant 17,5 cm. L'espèce se reproduit au cours d'une saison ininterrompue, avec des pointes en septembre et en décembre. Sa taille moyenne à la première maturité est de 16,8 cm.

Population genetics of the fissiparous holothurians *Stichopus chloronotus* and *Holothuria atra* (Aspidochirotida): a comparison between the Torres Strait and La Réunion

S. Uthicke, C. Conand et J.A.H. Benzie

Source : Marine Biology (2001) 139:257-265

En 1999, on a récolté une cinquantaine d'individus de chacun des cinq peuplements d'espèces d'holothuries scissipares *Stichopus chloronotus* et de quatre peuplements d'*Holothuria atra*. Ces populations vivaient dans le détroit de Torres (Pacifique occidental) et à La Réunion (océan Indien occidental). Des analyses électrophorétiques des allozymes ont été réalisées sur cinq loci (*S. chloronotus*) et six loci (*H. atra*), afin de comparer les schémas de reproduction asexuée et d'étudier les rapports existant entre des régions séparées par de grandes distances géographiques. Dans tous les peuplements des deux espèces, on a observé des écarts par rapport aux fréquences de géotypes attendues en vertu de l'équilibre de Hardy-Weinberg, le plus souvent des excès d'hétérozygotes. La contribution maximale de la reproduction sexuée (nombre maximum d'individus produits par reproduction sexuée par rapport à la taille de l'échantillon = $N \cdot Ni$) était identique pour tous les peuplements de *S. chloronotus* (58–64%) et de *H. atra* (76–92 %) et de même niveau que celle signalée auparavant pour les récifs situés sur la partie centrale de la plate-forme continentale de la Grande barrière de corail. Les valeurs plus élevées chez cette dernière espèce montrent que la contribution de la reproduction asexuée est plus forte parmi les peuplements de *S. chloronotus*. La variabilité est bien moindre chez les *S. chloronotus* de La Réunion, où un seul locus est variable. Lorsqu'on ramène l'ensemble de données à un seul représentant par géotype exprimé sur plusieurs loci pour une même population, afin de réduire l'incidence de la reproduction asexuée sur les flux génétiques, les valeurs F_{st} ne diffèrent pas de manière significative du zéro, ce qui laisse supposer un flux génétique important entre ces régions. Les analyses effectuées en appliquant la méthode utilisant l'algorithme de classification automatique (UPGMA), à l'aide de la distance génétique de Roger, mettent toutefois en évidence des regroupements des peuplements par région. Dans le cas de *H. atra*, les peuplements regroupés dans chaque région diffèrent grandement de celles de l'autre région. Ainsi, malgré les limites du flux génétique et les plus grandes distances génétiques séparant les régions, ces différences sont nettement moins prononcées que celles qui avaient été signalées dans des études précédentes sur les échinodermes, à des échelles géographiques semblables. Malgré l'importance de la reproduction asexuée pour le maintien des effectifs locaux, cette étude confirme également la grande probabilité d'une vaste dispersion sous l'effet des larves issues d'une reproduction sexuée.

A new species of *Holothuria* (Aspidochirotida, Holothuriidae) from Kenya

Y. Samyn, C. Massin et N.A. Muthiga

Source : Anns. Mus. R. Afr. Centr. (Zool.) (2001) 285:101–110

Une nouvelle espèce, *Holothuria* (*Mertensiothuria*) *arenacava* (Échinodermes, Holothurides), vivant dans les eaux du littoral kenyan, est décrite. Cette espèce se caractérise par son comportement fouisseur dans le sable, ses petits tentacules, les spicules diversement développés, les corpuscules, les boutons, les plaques, les corpuscules des pieds ambulacraires et les spicules lisses, épineux et noduleux présents sur les tentacules.

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

La diminution des taux de prises de *Holothuria nobilis* (holothurie noire à mamelles) enregistrée sur la Grande barrière de corail a incité les services de gestion des ressources halieutiques à en interdire la pêche en octobre 1999. En même temps, nous avons étudié la densité et la structure de taille des peuplements de *H. nobilis* dans la principale pêcherie de la Grande barrière. Les densités de *H. nobilis* relevées sur quatre récifs protégés (environ 20 individus par hectare) étaient quatre fois supérieures à celles de seize récifs où la pêche est autorisée (environ 5 individus par hectare). Chacun des quatre autres récifs a été divisé en une zone protégée et une zone accessible. Sur le plus grand récif (28 km de longueur environ), les densités de *H. nobilis* présentes dans la zone protégée étaient à peu près cinq fois supérieures à celles de la zone ouverte. Sur les trois petits récifs (moins de 11 km de longueur), les densités n'étaient toutefois pas nettement différentes selon le type de zone et similaires à celles des récifs complètement ouverts à la pêche. Le poids moyen des individus des récifs exploités (1 763 g) était inférieur à celui des holothuries présentes sur les récifs fermés (2 200 g). On peut en conclure que la pêche d'holothuries entraîne une forte réduction de densité et de biomasse de *H. nobilis*. La division des petits récifs en zones ouverte et fermée ne semble pas assurer une protection suffisante. D'après certains indices, la proximité de sites touristiques semble renforcer cet effet de protection.

Restricted gene flow between *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) populations along the north-east coast of Australia and the Solomon Islands

S. Uthicke et J.A.H. Benzie

Source : Marine Ecology Progress Series (2001) 216:109–117

Afin de rendre compte des conditions du flux génétique des espèces d'holothuries exploitées *Holothuria scabra*, on a récolté 17 à 141 individus provenant de huit peuplements du nord-est de l'Australie, du détroit de Torres et des Îles Salomon. Les échantillons ont été soumis à une analyse électrophorétique des allozymes en sept loci polymorphes. Des analyses fondées sur l'algorithme de classification automatique et la distance génétique de Rogers ont permis de distinguer trois groupes de peuplements provenant de la côte nord-est de l'Australie, échantillons représentatifs des trois régions : baie de Hervey, baie Upstart et détroit de Torres. Il existe une étroite corrélation génétique entre les peuplements de cette dernière région et ceux des Îles Salomon. L'étude statistique met en évidence des flux génétiques restreints (variation génétique moyenne entre populations $F_{st} = 0,088$). Les analyses hiérarchiques révèlent que 94,7 pour cent de la variation intervient dans un même site d'échantillonnage. Environ 77 pour cent de la variance parmi les populations s'expliquent par des différences entre les régions, et 23 pour cent par des écarts dans une même région (dans le dernier cas, ce sont surtout des différences entre les deux populations des Îles Salomon qui en sont la cause). Des tests de Mantel indiquent que la variation des distances génétiques le long de la côte nord-est de l'Australie s'explique en grande partie par l'isolement dû à la distance (variable normalisée de Mantel $Z = 0,88$). Cette proportion se trouve réduite si l'on inclut les Îles Salomon ($Z = 0,65$). L'observation de stocks distincts le long de la côte nord-est de l'Australie est une découverte importante qui se répercute sur l'élaboration de plans de gestion durables pour cette espèce. Une faible dispersion pourrait réduire considérablement la reconstitution des stocks dans les zones surpêchées si des refuges locaux ne sont pas aménagés.

The use of marine reserves in evaluating the dive fishery for the warty sea cucumber (*Parastichopus parvimensis*) in California, USA

Stephen C. Schroeter, Daniel C. Reed, David J. Kushner, James A. Estes et David S. Ono

Source : Can. J. Fish. Aquat. Sci. (2001) 58:1773–1781

La gestion des ressources marines à long terme dépend de la fiabilité des estimations des stocks. L'évaluation des stocks se fonde souvent entièrement sur des données halieutiques (les prises par unité d'effort, par exemple), ce qui peut poser des problèmes. Nous utilisons ici des données indépendantes de la pêche pour caractériser le volume des stocks récoltés à l'intérieur et à l'extérieur de réserves interdites aux pêcheurs, avant et après l'ouverture de la pêche, afin d'évaluer les conditions de pêche sous-marine des concombres de mer *Parastichopus parvimensis* dans le sud de la Californie. Les données fournies par une surveillance à long terme montrent que l'abondance décroît dans les Channel Islands dans un délai de trois à six ans après le début de la pêche. On n'observe aucune variation importante d'abondance de *P. parvimensis* dans les deux réserves inexploitées, bien que les densités aient tendance à augmenter après le début de l'activité halieutique. Des tests

d'impact de type "avant-après" avec zones témoins, effectués sur sept sites ouverts à la pêche et deux sites in-exploités, ont montré que la mortalité due à la pêche explique 33-83 pour cent de la diminution des stocks. En revanche, l'évaluation des stocks fondée sur les prises par unité d'effort ne mettait pas en évidence de déclin mais une augmentation importante sur une île. Jusqu'à présent, la plupart des débats portant sur les réserves marines se sont concentrés sur la protection et l'amélioration des populations exploitées. Notre étude montre le rôle essentiel et pourtant, souvent négligé, que peuvent jouer les réserves marines, sources d'informations fiables pour l'évaluation des stocks.

Biodiversity of seaweeds and echinoderms in the western Indian Ocean

J.J. Bolton, E. Coppejans, R.J. Anderson, O. De Clerck, Y. Samyn, F. Leliaert et A.S. Thandar

Source : South African Journal of Science 97 (11/12): 453-454.

CONFÉRENCES

Actes de la conférence 2000 sur les échinodermes

Les actes de la dixième Conférence internationale sur les échinodermes, qui s'est déroulée à Dunedin, sont disponibles : M. Barker, ed., 2001. Echinoderms 2000. Lisse, The Netherlands: Balkema/Swets & Zeitlinger. 590 p.

Echinoderms 2003

La onzième Conférence internationale sur les échinodermes se tiendra à l'Université Ludwig-Maximilian, à Munich (Allemagne), du 6 au 10 octobre 2003. Pour toute demande d'inscription, envoi de résumé, questions précises, commentaires et propositions, s'adresser à T. Heinzeller, si possible par courrier électronique <Heinzeller@anat.med.uni-muenchen.de>, ou par lettre à 11th IEC 2003, Prof. Dr. Thomas Heinzeller, Anatomische Anstalt der LMU, Pettenkoferstrasse 11, D-80336 München (Allemagne). On trouvera des informations complémentaires sur le site Web <<http://www.iec2003.uni-muenchen.de>>.

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 océanique de recherches géoscientifiques appliquées (SOPAC) et le Programme régional océanique 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.