

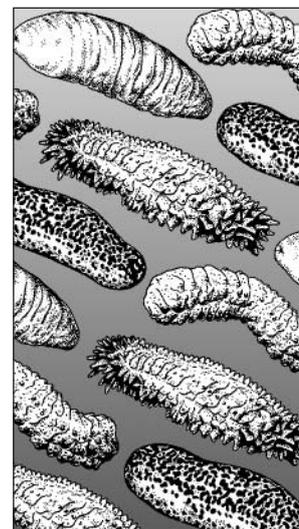


Secrétariat général
de la Communauté du Pacifique

LA BÊCHE-DE-MER

Numéro 20 – Janvier 2005

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

C'est avec grand plaisir que je vous présente le 20^e numéro de *La bêche-de-mer*.

Ces derniers mois, plusieurs activités de la plus haute importance relatives à la gestion des holothuries ont eu lieu dans le cadre de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES). Après l'atelier technique tenu en Malaisie en mars 2004, le Comité pour les animaux de la CITES s'est réuni en Afrique du Sud, en avril, et a adopté plusieurs recommandations. La treizième session de la Conférence des Parties, quant à elle, aura lieu en Thaïlande, en octobre de cette même année. Vous trouverez des précisions à ce sujet à la page 3 du présent numéro.

Lors de l'atelier sur les progrès dans l'élevage et de la gestion des holothuries (ASCAM), organisé par le Département des pêches de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), des recommandations ont été formulées et elles serviront à orienter de futurs efforts de collaboration. La FAO publiera un compte rendu des délibérations de l'atelier (voir la page 38 de la section "Résumés et publications").

Compte tenu de la rareté relative des observations *in situ* de juvéniles d'holothuries, Glenn Shiell a fait publier un questionnaire dans le numéro 19 de ce bulletin. Il présente ici la synthèse des informations recueillies à ce jour (p. 6), et souhaite que l'on continue à lui faire parvenir des réponses, de manière à permettre une meilleure compréhension de ce stade capital de la vie des holothuries.

L'élevage simultané de plusieurs espèces marines dans le même bassin pourrait devenir une composante importante de l'aquaculture des holothuries. Rayner Pitt décrit ses expériences au Vietnam avec l'holothurie de sable (*Holothuria scabra*) et les crevettes (*Penaeus monodon*) (p. 12).

Sommaire

- Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) : conservation et commerce des holothuries
C. Conand p. 3
- Observations *in situ* de juvéniles d'holothuries
G. Shiell p. 6
- Expériences d'élevage simultané en bac d'holothuries de sable (*Holothuria scabra*) et de crevettes (*Penaeus monodon*)
R. Pitt et al. p. 12
- Suivi de la population scissipare de *Holothuria atra* d'un récif frangeant de l'Île de La Réunion (océan Indien)
C. Conand p. 22
- La scissiparité chez *Holothuria leucospilota* dans les eaux tropicales de Darwin (Territoire du Nord de l'Australie)
P. Purwati p. 26
- L'évaluation des caractéristiques de la bêche-de-mer par échelonnement
T.H. Lo p. 34

Observations de pontes naturelles <i>M. Rard et A. Desurmont</i>	p. 37
Résumés et publications	p. 38
Courrier	p. 40

*Produit avec le soutien financier
de l'Union européenne.*

*Les opinions exprimées
dans ce bulletin appartiennent
à leurs auteurs et ne reflètent
pas nécessairement celles
du Secrétariat général
de la Communauté du Pacifique
ou de l'Union européenne*



En ce qui me concerne, j'ai poursuivi mon étude des conséquences de la scission sur la biomasse et la densité des populations de *Holothuria atra* sur l'île de la Réunion (p. 22).

Pradina Purvati s'est penché sur la scissiparité de *Holothuria leucopilota*, espèce des eaux tropicales du Nord de l'Australie (p. 26).

Dans le cadre de ses études de licence en agro-alimentaire (spécialisation en aquaculture), Tim Lo a examiné l'évaluation des caractéristiques des holothuries par échelonnement. Ses résultats figurent à la page 34.

Nous continuons à publier des données sur les observations de la ponte chez les holothuries en milieu naturel (p. 37), recueillies au moyen du questionnaire diffusé en 1992 aux lecteurs de ce bulletin (voir le numéro 4).

Chantal Conand

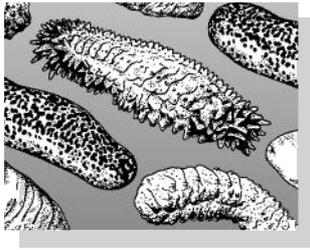
PS : La Section Information halieutique de la CPS, qui publie ce bulletin, vient tout juste de produire un nouveau jeu de fiches d'identification des holothuries avant et après traitement, en s'inspirant du modèle utilisé en 2003 pour la Papouasie-Nouvelle-Guinée (voir l'article d'Aymeric Desurmont dans le numéro 18 de ce bulletin). Pour de plus amples renseignements, veuillez vous mettre en rapport avec la Section Information halieutique à l'adresse suivante : cfpinfo@spc.int. (L'adresse postale et les numéros de téléphone et de télécopieur de la Section figurent en couverture de la présente livraison.)

Le SIRMIP est un projet entrepris conjointement par 5 organisations internationales qui s'occupent de la mise en valeur des ressources halieutiques et marines en Océanie. Sa mise en oeuvre est assurée par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS), l'Agence des pêches du Forum du Pacifique Sud (FFA), l'Université du Pacifique Sud, la Commission océanienne de recherches géoscientifiques appliquées (SOPAC) et le Programme régional océanien de l'environnement (PROE). Ce bulletin est produit par la CPS dans le cadre de ses engagements envers le SIRMIP. Ce projet vise à mettre



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

l'information sur les ressources marines à la portée des utilisateurs de la région, afin d'aider à rationaliser la mise en valeur et la gestion. Parmi les activités entreprises dans le cadre du SIRMIP, citons la collecte, le catalogage et l'archivage des documents techniques, spécialement des documents à usage interne non publiés; l'évaluation, la remise en forme et la diffusion d'information, la réalisation de recherches documentaires, un service de questions-réponses et de soutien bibliographique, et l'aide à l'élaboration de fonds documentaires et de bases de données sur les ressources marines nationales.



Informations la bêche-de-mer nouvelles

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) : conservation et commerce des holothuries

Chantal Conand¹

Introduction

Les holothuries suscitent de plus en plus d'intérêt à l'échelle mondiale. À la suite de l'atelier de la FAO sur les progrès dans l'élevage et la gestion des holothuries (ASCAM), qui s'est tenu en Chine en 2003 (voir le n° 19 de *La bêche-de-mer*, ainsi que le résumé de Lovatelli *et al.* dans le présent numéro), un certain nombre de questions liées à la conservation ont été soulevées, et le rôle de la CITES a été débattu (Bruckner *et al.*, 2003).

Les questions du commerce et de la conservation des holothuries ont été portées pour la première fois à l'attention de la CITES en 2002 dans un document d'information présenté à la 12^e session de la Conférence des Parties, qui a eu lieu en décembre 2002 (voir le document [CoP12 Doc. 45] sur le site Web du Secrétariat de la CITES à l'adresse : www.cites.org). Les Parties à la CITES ont adopté une décision recommandant au Secrétariat de la CITES d'organiser un atelier technique sur la question. Elles ont également demandé au Comité pour les animaux de la CITES (un organe scientifique consultatif) d'en étudier les conclusions et de faire des recommandations de suivi.

Atelier technique de la CITES

L'atelier technique sur la conservation des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés) a eu lieu en Malaisie en mars 2004. Il a réuni une quarantaine d'experts et de représentants de pays exportateurs et importateurs, d'entreprises privées, et d'organisations intergouvernementales et non gouvernementales. Il a été organisé par le Service des pêches de Malaisie et TRAFFIC Southeast Asia, avec le concours financier des États-Unis d'Amérique.

Objectifs

Les objectifs de l'atelier, tels que proposés par le Secrétariat de la CITES, étaient les suivants :

- 1) étudier les informations disponibles sur l'état des stocks d'holothuries appartenant aux familles des holothurides et des stichopodidés, ainsi que sur les prises, les prises accessoires et le commerce dont ils font l'objet, et faire le point sur les mesures prises à l'échelon national en vue de leur préservation, en évaluant le caractère adéquat de ces mesures,
- 2) cerner des mesures visant à favoriser la conservation des holothuries appartenant aux familles des holothurides et des stichopodidés, et établir les priorités à cet égard ; examiner notamment le suivi et le contrôle du commerce, la législation et la réglementation nationales, les options en matière de gestion des pêches, la gestion de la conservation, la recherche, les mesures de contrôle, et le renforcement des capacités,
- 3) étudier et évaluer les informations biologiques et commerciales, et aider à établir des priorités et des mesures pour faire en sorte que ces holothuries continuent à bénéficier d'une protection. Bien que les espèces visées par l'atelier ne soient pas actuellement répertoriées par la CITES, cette dernière constitue un forum important pour discuter de leurs besoins en matière de conservation, de gestion et de réglementation.

Au cours des deux séances initiales de l'atelier, des documents d'information généraux ont été présentés sur les sujets suivants :

- 1) la biologie des holothuries (y compris la taxonomie, la répartition des espèces et leur état de conservation) (Conand, 2004a),
- 2) l'utilisation et le commerce des holothuries (y compris les pêcheries d'holothuries, le niveau actuel de commerce international, le commerce illégal, non déclaré et non réglementé, les prises accessoires, les caractéristiques socio-économiques) (Conand, 2004b),
- 3) la gestion et la conservation des pêches (y compris les options et les pratiques de gestion) (Bruckner, 2004),
- 4) la CITES et ses listes (Sant, 2004).

1. Laboratoire d'Écologie Marine, Université de La Réunion

Ces exposés de caractère général ont été suivis par des rapports de situation nationaux.

Au cours des deux dernières séances de l'atelier, trois groupes de travail ont été établis pour aborder des questions précises concernant la gestion des pêches à l'échelle nationale, les priorités internationales en matière de protection et de conservation, et les problèmes potentiels relatifs à la mise en œuvre de la CITES (une description du mandat des trois groupes de travail figure sur le site Web de la CITES). Les conclusions et les recommandations des groupes de travail ont été présentées et débattues en plénière.

Conclusions et recommandations

Les conclusions et recommandations des groupes de travail (décrites sur le site Web de la CITES : www.cites.org.) portent sur trois grandes questions.

1) Gestion des pêches à l'échelon national

Recommandations générales et particulières concernant les mesures de conservation et de gestion à prendre à l'échelon national à l'égard des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés).

2) Priorités en matière de conservation et de protection à l'échelle internationale

a) Bilan général des mesures internationales de conservation et de gestion des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés).

b) "Points chauds" de la répartition biogéographique des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés).

c) Taxons qui suscitent des préoccupations en matière de conservation, et

d) Mesures internationales destinées à favoriser la conservation et la gestion des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés).

3) Problèmes potentiels liés à la mise en œuvre de la CITES

a) Évaluation des avantages et contraintes liés à l'inscription des espèces d'holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés) dans les annexes de la CITES,

b) Recommandations concernant la poursuite des activités dans le cadre de la CITES en fa-

veur de la gestion et de la conservation des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés), et

c) Mesures que les États devraient envisager dans le cas où des espèces d'holothuries seraient incorporées dans les annexes II ou III de la CITES.

Les participants ont également avalisé les recommandations formulées à l'atelier ASCAM organisé par la FAO, tout en s'appuyant sur celles-ci. Les conclusions et recommandations de l'atelier technique sur la conservation des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés) devraient donc être interprétées et appliquées à la lumière des résultats de l'atelier ASCAM.

Réunion du Comité pour les animaux de la CITES

Le Comité pour les animaux a été chargé d'évaluer, au besoin avec l'aide d'experts, les conclusions de l'atelier, et les autres informations disponibles sur la biologie des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés), ainsi que sur les prises, les prises accessoires et le commerce dont elles font l'objet, et d'élaborer les recommandations voulues. Il a également été mandaté pour préparer, aux fins d'examen à la treizième session de la Conférence des Parties (Bangkok, 3-15 octobre 2004), un document de synthèse sur la situation biologique et commerciale des holothuries appartenant à ces familles, en vue de donner un avis scientifique sur les mesures nécessaires pour en assurer la conservation.

Le sommaire des débats et des recommandations, qui porte la cote AC20 WG7 Doc 1, figure sur le site Web de la CITES à l'adresse suivante : <http://www.cites.org/common/ctee/ac/20/WG/E20-WG07-01.pdf>. Il a été suggéré que l'on pourrait également favoriser la conservation et l'exploitation durable des stocks d'holothuries en travaillant de concert avec la FAO et les organismes régionaux chargés de la gestion des pêches dans le cadre de la CITES.



Participants à l'atelier technique
(Photo : Pourkazemi)

Le Comité a toutefois convenu qu'il faudra à l'avenir tenir compte d'autres facteurs relatifs à la CITES dans le cas d'espèces ou de pays particuliers, et en évaluer l'incidence. À cet égard, il a proposé l'adoption de plusieurs recommandations à sa propre intention, et à l'intention des Parties et du Secrétariat de la CITES (Doc. 37.1 à l'adresse : www.cites.org/eng/cop/13/docs/index.shtml).

Recommandations aux Parties

Les Parties devraient entériner les recommandations formulées à l'atelier sur les progrès dans l'aquaculture et la gestion des holothuries (Lovatelli *et al.*, 2004) et prier instamment leur service des pêches :

- 1) de mener des recherches sur la biologie, la pêche et le commerce des holothuries,
- 2) de mener des recherches pour résoudre des problèmes de taxonomie et d'identification relatifs aux holothuries,
- 3) de surveiller l'état des stocks d'holothuries et les tendances de son évolution,
- 4) de consulter le secteur de la pêche et les autres parties prenantes en vue de l'élaboration et de l'adoption de lignes directrices volontaires relatives à la conservation des holothuries, et
- 5) d'élaborer des plans nationaux de gestion des holothuries, et de favoriser la coopération régionale en matière de gestion et de conservation des holothuries, notamment en ce qui concerne l'acquisition et le partage des données commerciales et halieutiques.

Les Parties devraient prier instamment leurs experts en matière scientifique et de gestion auprès de la CITES d'assurer une meilleure coordination avec les services des pêches concernant le suivi, l'évaluation et la gestion de la pêche et du commerce des holothuries.

Recommandations au Secrétariat de la CITES

De concert avec le Comité pour les animaux, le Secrétariat de la CITES encouragera la FAO à poursuivre et, dans la mesure du possible, à accroître ses efforts en vue de relever les défis inhérents à une gestion durable des pêcheries d'holothuries, comme il a été indiqué à l'atelier de la FAO sur les progrès dans l'aquaculture et la gestion des holothuries (Lovatelli *et al.*, 2004) et à l'atelier technique de la CITES sur la conservation des holothuries (familles des holothurides et des stichopodidés) (Kuala Lumpur, 2004).

En consultation avec la FAO, le Secrétariat de la CITES doit :

- 1) évaluer les mesures volontaires prises à l'échelon national pour surveiller le commerce des holothuries, et compiler des informations à ce sujet,
- 2) réglementer les exportations d'holothuries, s'il y a lieu, et
- 3) faire des recommandations, au besoin, notamment lors des réunions du Sous-comité de la FAO sur le commerce du poisson et du Comité des pêches de la FAO

En consultation avec le Secrétariat de la FAO, et en évaluant les actions prises par les Parties pour gérer et conserver les populations d'holothuries, le Secrétariat de la CITES déterminera s'il est nécessaire d'organiser un atelier de suivi sur la biologie, la pêche, le commerce, la gestion et la conservation des holothuries avant la quatorzième session de la Conférence des Parties, et, le cas échéant, prendra des mesures en ce sens.

Recommandations au Comité pour les animaux

En consultation avec la FAO et le Secrétariat de la CITES, le Comité pour les animaux doit : 1) étudier les recommandations issues de l'atelier de la FAO sur les progrès dans l'élevage et la gestion des holothuries (Lovatelli *et al.*, 2004) et de l'atelier technique de la CITES (Kuala Lumpur, 2004), et 2) donner son avis sur les recommandations proposées, et faire part de ses conclusions à la FAO et au Secrétariat de la CITES, qui assureront un suivi au besoin. Ces conclusions devraient également être étudiées lors du prochain atelier de la CITES sur les holothuries, dans l'éventualité où celui-ci aurait lieu avant la tenue de la quatorzième session de la Conférence des Parties. Le Comité pour les animaux peut être appelé à surveiller la mise en œuvre des décisions relatives à la conservation et au commerce des holothuries, et à rendre compte des progrès réalisés à la quatorzième session de la Conférence des Parties, selon les besoins.

La treizième session de la Conférence des Parties se tiendra à Bangkok, du 3 au 15 octobre 2004.

Bibliographie

- Bruckner A.W., Johnson K.A. et Field J.D. 2003. Conservation des holothuries : une inscription aux listes de la CITES pour pérenniser le commerce international ? La bêche-de-mer, bulletin de la CPS 18:24-33.
- Bruckner A.W. 2004. Management and conservation strategies and practices for sea cucumbers. CITES Workshop on the conservation of sea cucumbers, Kuala Lumpur March 2004 (doc 4). 27 p.
- CITES webpage: <http://www.cites.org>
- Conand C. 2004a. Sea cucumber biology: taxonomy; distribution; biology; conservation status. CITES Workshop on the conservation of sea cucumbers, Kuala Lumpur March 2004 (doc 2). 16 p.
- Conand C. 2004b. Harvest and trade: utilization of sea cucumbers; sea cucumber fisheries; current international trade; illegal, unreported and unregulated trade; bycatch; socio-economic characteristics of the trade in sea cucumbers. CITES Workshop on the conservation of sea cucumbers, Kuala Lumpur March 2004 (doc 3). 24 p.
- Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. 2004. Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper No. T463.
- Sant G. 2004. CITES and sea cucumbers. CITES Workshop on the conservation of sea cucumbers, Kuala Lumpur March 2004 (doc 5). 16 p.

Observations *in situ* de juvéniles d'holothuries

Glenn Shiell¹

Introduction

Les progrès récents dans la mariculture d'holothuries en milieu tropical ont ouvert des possibilités pour le rétablissement de populations surexploitées, notamment au moyen du lâcher de juvéniles produits en éclosion. La technologie nécessaire à la mise en œuvre de programmes de repeuplement évolue, certes, rapidement (Purcell, 2004), mais leur viabilité est ouverte à conjectures, compte tenu des lacunes majeures dans les connaissances intéressantes des éléments cruciaux de la biologie des holothuries (pour une étude exhaustive, voir Bell et Nash, 2004). L'un des aspects de la biologie des holothuries considéré essentiel à la réussite d'un programme de repeuplement est une bonne compréhension des exigences des juvéniles d'holothuries en matière d'habitat et d'écologie (Wiedemeyer, 1994 ; Mercier *et al.*, 1999 ; Purcell, 2004). Le fait de connaître les préférences des juvéniles en matière d'habitat pourrait aider les chercheurs à déterminer avec précision la capacité de charge maximale d'un habitat donné (en tenant compte de l'espace occupé par les juvéniles), et permettre de plus le lâcher éventuel de juvéniles dans des habitats appropriés offrant des chances accrues de survie (Bell et Nash, 2004 ; Purcell, 2004).

L'essentiel de la documentation existant sur la biologie des juvéniles d'holothuries est axé sur des études ou des observations portant sur des juvéniles produits en éclosion, notamment dans le contexte de l'évaluation des taux de croissance et de mortalité dans des conditions de laboratoire ou d'aquaculture (par exemple, Battaglione, 1999 ; Battaglione et Seymore, 1998 ; Battaglione *et al.*, 1999 ; Engstrom, 1980 ; Hamano *et al.*, 1996 ; Hamel *et al.*, 2003 ; Hatanaka, 1996 ; Hatanaka *et al.*, 1994 ; Ito *et al.*, 1994 ; James *et al.*, 1994 ; Kobayashi et Ishida, 1984 ; Mercier *et al.*, 1999, 2000a ; Tanaka, 2000). Toutefois, plusieurs auteurs ont également contribué à une meilleure compréhension de la biologie des juvéniles en réalisant des études sur des juvéniles capturés ou observés *in situ* (par exemple, Cameron et Fankboner, 1989 ; Daud *et al.*, 1993 ; Hamel et Mercier, 1996 ; Mercier *et al.*, 2000b ; Muliani, 1993 ; Purcell, 2004 ; Purcell *et al.*, 2002 ; Ramofafia *et al.*, 1997 ; Tiensongrusmee et Pontjoprawiro, 1988 ; Wiedemeyer, 1994 ; Young et Chia, 1982). En outre, des observations de juvéniles d'*Holothuria scabra* sont signalées dans diverses sources (Conand, 1997 ; Gravely, 1927 ; James, 1976, 1983 ; Lokani *et al.*, 1995 ; Long et Skewes, 1997 ; Shelley, 1985).

La rareté relative des informations provenant d'observations directes de juvéniles d'holothuries en mi-

lieu naturel serait attribuable à deux facteurs. Premièrement, comme l'a signalé Wiedemeyer (1994), cela tient à ce que la structure des spicules calcaires chez les juvéniles pourrait être différente de celle des adultes. Ainsi, l'identification des juvéniles à partir de critères applicables aux adultes peut entraîner des erreurs. Deuxièmement, et peut-être surtout, les juvéniles sont rarement, voire jamais trouvés en nombre suffisant pour en permettre l'étude. Le fait que les juvéniles de petite taille soient rarement observés sur le terrain (Seeto, 1994) peut être dû à un certain nombre de raisons. Les juvéniles sont susceptibles d'être mal identifiés compte tenu des différences morphologiques pouvant exister avec les individus adultes (Wiedemeyer, 1994) ; ils vivent dans des habitats différents que les spécimens de plus grande taille (James *et al.*, 1994 ; Lokani *et al.*, 1996) ; et, enfin, ils sont présents dans l'habitat occupé par les individus adultes, mais sont cachés dans les sédiments, à l'intérieur d'une crevasse ou sous d'autres éléments comme des coraux (Cameron et Fankboner, 1989 ; Wiedemeyer, 1994).

Les difficultés que l'on éprouve à repérer les juvéniles d'holothurie sont peut-être accentuées par le fait que les études portant sur l'écologie des juvéniles résultent souvent de rencontres fortuites (Conand, 1983 ; Mercier *et al.*, 1999). Par exemple, les juvéniles de l'espèce *Actinopyga echinites* étudiés par Wiedemeyer (1994) ont été trouvés sur la partie supérieure du récif après un violent typhon. Pour cette raison, et étant donné que les juvéniles d'holothuries sont rarement observés en grand nombre, il a semblé judicieux et pertinent de commencer à compiler des observations anecdotiques de juvéniles réalisées sur le terrain. Cet exercice pourra aider à cerner les différences quant aux préférences en matière d'habitat entre les juvéniles d'espèces différentes, d'une part, et entre les adultes et les juvéniles de la même espèce, d'autre part. En outre, en compilant ces observations, on arrivera peut-être à établir de futures pistes de recherche afin de préciser certains aspects de ce stade important, mais peu connu, de la vie des holothuries.

Réponses au questionnaire publié dans le numéro 19 du bulletin *La bêche-de-mer* (p. 41)

Des questionnaires sur les observations de la ponte et de la scission chez les holothuries ont été publiés dans des numéros antérieurs du présent bulletin. Fort du succès de cette initiative, un nouveau questionnaire destiné à compiler des observations anecdotiques de juvéniles d'holothuries sur le terrain a été diffusé dans le numéro 19 (p. 43). De nombreux

1. School of Animal Biology (MO92), University of Western Australia, 35 Stirling Hwy, Nedlands, WA 6009, Australie
Courriel : cucumber@cyllene.uwa.edu.au

répondants ont fait part de leurs observations concernant des juvéniles mesurant entre 0,3 et 21,0 cm de longueur. Compte tenu des variations entre les espèces d'holothuries pour ce qui est de la taille à la première maturité, toutes les observations ont été retenues dans les résultats définitifs. Vingt-six réponses au questionnaire avaient été reçues à la date de rédaction de cet article.

Résultats et analyse

Les résultats obtenus à ce jour (tableau 1) sont regroupés sous les rubriques suivantes : espèces observées, habitat correspondant observé, date et heure de l'observation, proximité des spécimens adultes par rapport aux juvéniles observés, et nom de l'observateur et organisme auquel il est affilié.

En ce qui concerne l'habitat, les résultats présentés dans le tableau 1 font état d'un large éventail de préférences parmi les juvéniles d'holothurie. Dans la plupart des cas, des juvéniles ont été repérés à proximité des individus adultes de la même espèce. Parmi les spécimens observés figurent notamment des représentants des genres suivants : *Stichopus* (deux espèces), *Actinopyga* (trois espèces), *Isostichopus* (deux espèces), *Astichopus*, *Thelenota*, *Cucumaria*, *Chiridota* et *Psolus* (une espèce chacun). Les préférences en matière d'habitat des juvéniles *Holothuria* spp. sont variées ; toutefois, dans la majorité des cas, les juvéniles appartenant à ce genre ont été observés en présence de leurs congénères adultes (notamment *H. scabra*, *H. leucospilota*, *H. mexicana*, *H. atra* et, dans certains cas, *H. nobilis*). L'occupation simultanée d'habitats semblables par des juvéniles et des adultes de *H. scabra* a été signalée par Mercier *et al.* (1999, 2000b), qui ont repéré des juvéniles nouvellement fixés et des juvéniles de plus petite taille dans le même secteur que des adultes de cette espèce. Cameron et Fankboner (1989), ainsi que Young et Chia (1982), abondent dans ce sens après avoir régulièrement observé des juvéniles des espèces *Parastichopus californicus* et *Psolus chitonoides* dans les habitats fréquentés par leurs congénères adultes. Bien que la présence simultanée de juvéniles et d'adultes dans le même habitat semble être un phénomène assez courant, il semblerait que la plupart des petits juvéniles présentent un comportement cryptique, qui s'atténue avec la taille. Il est, par conséquent, probable que les juvéniles sont cachés à la vue même lorsqu'ils sont présents en grand nombre dans un habitat fréquenté par des adultes. Par exemple, dans les bassins d'aquaculture, les juvéniles de l'espèce *Isostichopus fuscus* (< 6 cm) se dissimulent dans le substrat rocheux le jour, et commencent à en émerger une fois la nuit tombée ; en revanche, les spécimens plus larges de la même espèce sont visibles toute la journée (Roberto Ycaza, comm. pers.) De la même manière, les juvéniles des espèces *Cucumaria frondosa* et *Actinopyga echinites* tendent progressivement à quitter les endroits protégés du substrat à mesure qu'ils grossissent (Hamel et Mercier, 1996 ; Wiedemeyer, 1994). Dans le cas de l'espèce *H. scabra*, on a observé que les petits spécimens (> 10–40 mm)

demeurent cachés pendant la majeure partie de la journée, et que les juvéniles de plus grande taille (> 40–140 mm) émergent des sédiments vers 13h30 (Mercier *et al.*, 1999).

D'autres résultats présentés au tableau 1 montrent que les habitats de prédilection des juvéniles de certaines espèces sont légèrement différents de ceux des adultes. Par exemple, les juvéniles de *Holothuria fuscogilva* et *H. nobilis* ont été repérés dans des eaux moins profondes, à proximité des eaux plus profondes fréquentées par les adultes (Conand, 1981). Un phénomène semblable a été observé dans le cas de l'espèce *Cucumaria frondosa* (Hamel et Mercier, 1996), qui migre progressivement entre des zones moins profondes et protégées du récif, et des zones sablonneuses plus profondes et moins abritées, à mesure qu'elle progresse vers la maturité sexuelle. L'observation de juvéniles de *H. fuscogilva* dans des eaux très peu profondes (tableau 1) laisse supposer que cette espèce suit un processus de migration semblable. Des éléments venant appuyer cette idée ont récemment été fournis par Ramofafia *et al.* (2000), qui ont recueilli des individus sexuellement matures de cette espèce à une profondeur variant entre 25 et 30 mètres. Un phénomène de migration lié à la taille entre des eaux peu profondes et profondes a également été observé dans le cas de l'espèce *Stichopus variegatus* (maintenant appelée *S. hermanni*) (Conand, 1993).

Conclusions

À partir des observations figurant dans le tableau 1 et des éléments supplémentaires tirés des ouvrages spécialisés, il semble raisonnable de conclure que les juvéniles d'holothuries adoptent un comportement cryptique au cours des premiers stades de leur vie après fixation. Ce comportement se poursuit vraisemblablement jusqu'à ce qu'ils aient atteint une taille suffisante pour éviter la plupart des formes de prédation (Cameron et Fankboner, 1989). La migration se poursuit chez certaines espèces jusqu'à ce que les animaux parviennent à maturité, ce qui augmente la distance entre les habitats fréquentés par les juvéniles et les adultes (Hamel et Mercier, 1996) ; toutefois, on ignore exactement dans quelle mesure ce processus est commun à toutes les espèces d'holothuries.

On a pu constater en outre que les préférences des juvéniles et des adultes en matière d'habitat semblent toujours différer à un certain degré. Par exemple, bien que des juvéniles et des adultes de *H. scabra* aient été observés dans le même secteur, de nettes différences ont été relevées à l'échelon du microhabitat (Mercier *et al.*, 2000b). Les besoins des juvéniles d'holothuries en matière de microhabitat sont susceptibles de varier, aussi bien entre les espèces qu'entre les stades de développement. Pour favoriser la mise en œuvre de programmes de repeuplement viables ayant recours à des juvéniles produits en éclosion, il serait souhaitable d'étudier plus avant ces besoins. Plus précisément, de futures recherches

Tableau 1. Observations *in situ* d'holothuries juvéniles

Espèce observée	Nbre d'individus et taille approx.	Lieu	Habitat	Heure	Date	Présence d'adultes ?	Nom des observateurs et organisme d'affiliation/ source d'informations supplémentaires
<i>Astichopus multifidus</i>	8–21 cm	au nord de l'île de la Juventud	herbier	15h40	avril 2002		Irma Alfonso Hernández et María del Pilar Frías, Centre de recherche halieutique de Cuba
<i>Actinopyga agassizii</i>	5–18 cm	Centre-Nord de Cuba	herbier	14h30	mai 2001	oui	Irma Alfonso Hernández et María del Pilar Frías, Centre de recherche halieutique de Cuba
<i>A. mauritiana</i>	2–3 cm	récif Unia, Nouvelle-Calédonie	platier récifal	le jour	1989	oui	Chantal Conand; Université de La Réunion
<i>A. echinites</i>	4 cm	récif Ricaudy, Nouvelle-Calédonie	débris coralliens	le jour	sept. 1981	oui	Chantal Conand; Université de La Réunion (photo disponible)
<i>Chiridota laevis</i>	0.3–1 cm	parc provincial du Bic (Québec) Canada	base des rochers, fond de sable (marée basse)		été 1994	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Cucumaria frondosa</i>	1–3 cm	baie de Passamaquody, Nouveau-Brunswick (Canada)	cuvettes de marée, près de la limite du niveau de basse mer		été 2000	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Holothuria mexicana</i>	5–18 cm	canal Pingües, Sud-Est de Cuba ; baie des Baradères, Haïti	sable	11h20 et 14h25	mai 2000, juillet 2001	non	Irma Alfonso Hernández et María del Pilar Frías, Centre de recherche halieutique de Cuba
<i>H. leucospilota</i>	1–5 cm	Guadalcanal (Îles Salomon)	à marée basse, sur le platier récifal ; à la base des rochers et dans des crevasses		1998	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>H. scabra</i>	1–5 cm	Ambandjoa, Madagascar	zone intertidale vaseuse	le jour	1997	oui, à proximité, mais à une plus grande profondeur	Chantal Conand - Photo publiée dans: Conand, C. 1999. Manuel de qualité des holothuries commerciales du Sud-Quest de l' Océan Indien. Commission Océan Indien: 39 p.
<i>H. scabra</i>	≈ 8 cm (1 individu)	île Crab, baie Moreton, Queensland	herbier / algues, eau peu profonde	le jour	2002	oui, à moins de 50 m	Grant Leeworthy, Tasmanian Seafoods, Australie
<i>H. scabra</i>	longueur de 10 cm, diamètre de 2 cm	Pouangué, Province Nord (Nouvelle-Calédonie)	herbier sur platier récifal côtier à substrat vaseux (eau peu profonde)	vers 15h, à marée basse, lorsqu'il y a peu d'eau sur le récif	oct. 2002	oui, mais les juvéniles étaient enfouis dans la vase, et les adultes brouaient à la surface du récif	Steve Purcell, WorldFish Center, Nouvelle-Calédonie
<i>H. fucogilva</i>	1–5 cm	récif-barrière des Îles Fidji	fond où domine l'algue <i>Halimeda</i> , eau très peu profonde	le jour	1979	oui, à proximité, mais dans une zone récifale plus profonde	Chantal Conand; Université de La Réunion Photo publiée dans Bull. Mar. Sci. 1981 31(3):523–543
<i>H. nobilis</i>	5 cm, couleur différente de celle des adultes – taches crème sur fond noir	récif-barrière des Îles Fidji et Nouvelle-Calédonie	herbier, eau peu profonde	le jour	1979	Oui, à proximité, mais à une plus grande profondeur sur le récif de corail	Chantal Conand; Université de La Réunion Photo publiée dans Bull. Mar. Sci. 1981 31(3):523–543
<i>H. nobilis</i>	14–21 cm (300–625 g), couleur différente de celle des adultes, 3 spécimens	île Raine, Grande Barrière de corail, Queensland, Australie	herbier, eau peu profonde	le jour	déc. 2003	oui	Sven Uthicke, Institut australien des sciences de la mer, Townsville (Australie)
<i>H. nobilis</i>	12 cm (estimation), couleur différente de celle des adultes, 3 spécimens	récif Michaelmas, Grande Barrière de corail, Queensland (Australie)	eau peu profonde, récif lagonaire	le jour	mar. 2004	oui	Sven Uthicke, Institut australien des sciences de la mer, Townsville (Australie)

Tableau 1 (suite). Observations *in situ* d'holothuries juvéniles

Espèce observée	Nbre d'individus et taille approx.	Lieu	Habitat	Heure	Date	Présence d'adultes ?	Nom des observateurs et organisme d'affiliation/ source d'informations supplémentaires
<i>H. atra</i>	2–3 cm (quelques spécimens)	platier récifal de l'îlot Maître, Nouvelle-Calédonie; Planch' Alizés, La Réunion,	débris coralliens			oui	Chantal Conand; Université de La Réunion
<i>H. atra</i>	1–4 cm	atoll Likiep, Îles Marshall	sur le platier récifal, à marée basse; dans des crevasses		mai 2001	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Holothuria atra</i>	1–4 cm	Likiep Atoll, Marshall Islands	At low tide on reef flat; in crevices		May 2001	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Isostichopus fuscus</i>	1–3 cm	le long de la côte de la zone continentale de l'Équateur	entre 5 à 10 mètres de fond	automne 2000		oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Isostichopus badionotus</i>	5–14 cm	au nord de l'île de la Juventud, baie Banes dans le Nord de Cuba ; anse Pilón dans le Sud-Est de Cuba ; baie des Baradères (Haïti)	herbier	le jour (à diverses heures)	avril-novembre 2002	oui	Irma Alfonso Hernández et María del Pilar Frías, Centre de recherche halieutique de Cuba
<i>Psolus fabricii</i>	0.5–3 cm	Les Escoumins (Québec), Canada	entre 3 et 10 mètres de fond; à la base de rochers et dans des crevasses		été 1991	oui	J.-F. Hamel & A. Mercier; Société d'exploration et de valorisation de l'environnement, Canada
<i>Stichopus hermanni</i>	9 cm	baie Sainte-Marie, Nouvelle-Calédonie	herbier		septembre 1981	oui	Chantal Conand; Université de La Réunion. Pour plus d'information: <i>Bull. Mar. Sci.</i> 52(3):970–981
<i>S. chloronotus</i>	3–4 cm (deux spécimens)	baie Coral, récif Ningaloo, Australie occidentale	platier récifal, près d'une crevasse	le jour (en après-midi)	août 2003	oui	Glenn Shiell, Université de l'Australie occidentale
<i>S. chloronotus</i>	2–3 cm (très rare, seulement de 3 à 5 spécimens observés au cours d'une étude de deux ans à cet endroit)	île Great Palm, Grande Barrière de corail, Queensland (Australie)	<i>Sargassum</i>	le jour		oui (populations denses)	Sven Uthicke, Institut australien des sciences de la mer, Townsville (Australie)
<i>S. chloronotus</i>	2–3 cm	plusieurs récifs de l'île de la Réunion	sable et débris grossiers	le jour		oui	Pour de plus amples renseignements, voir : Conand C., Uthicke S. et Hoareau T. 2002, <i>Invert. Reprod. Develop.</i> 41 (1–3):235–242
<i>Thelenota ananas</i>	12 cm	passee Uitoe, Nouvelle-Calédonie	corail		1981	oui	Chantal Conand photo publiée dans : <i>Bull. Mar. Sci.</i> 1981 31(3):523–543.

pourraient déterminer à quel point le choix du microhabitat est influencé, à différents stades de développement, par des variables tels que la fixation, la prédation et l'alimentation, ou à des stades ultérieurs, par la ponte et la reproduction.

Le tableau 1 aide à faire la synthèse des informations relatives aux préférences en matière d'habitat des juvéniles d'holothuries. À partir des observations fournies dans le cadre de cette étude, on constate que de

nombreux juvéniles semblent être présents dans les mêmes habitats, définis en termes larges, que leurs congénères adultes.

Toutefois, l'importance et la portée de cette relation, par rapport aux informations contradictoires relatives à la répartition et à la migration des juvéniles en fonction de la taille chez certaines espèces d'holothuries, nécessitent une étude plus approfondie.

Bibliographie

- Battaglione S.C. 1999. Culture of tropical sea cucumbers for the purposes of stock restoration and enhancement. p. 11–25. In: Baine M. (ed) The conservation of sea cucumbers in Malaysia, their taxonomy, ecology, and trade — Proceedings of an international conference. Heriot-Watt University and the Fisheries Research Institute, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Battaglione S.C. and Seymour J.E. 1998. Detachment and grading of the tropical sea cucumber sandfish, *Holothuria scabra*, juveniles from settlement substratum. *Aquaculture* 159:263–274.
- Battaglione S.C., Seymour J.E. and Ramofafia C. 1999. Survival and growth of cultured juvenile sea cucumbers, *Holothuria scabra*. *Aquaculture* 178: 293–322.
- Bell J. and Nash W. 2004. When should restocking and stock enhancement be used to manage sea cucumber fisheries? In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel, J-F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO, Rome (2004).
- Cameron J.L. and Fankboner P.V. 1989. Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Parastichopus californicus* (Stimpson) (Echinodermata: Holothuroidea). II. Observations on the ecology of development, recruitment and the juvenile life stage. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 127:43–67.
- Conand C. 1981. Sexual cycle of three commercially important holothurian species (Echinodermata) from the lagoon of New Caledonia. *Bulletin of Marine Science* 31(3):523–543.
- Conand C. 1983. Methods of studying growth in holothurians (beche-de-mer), and preliminary results from a beche-de-mer tagging experiment in New Caledonia. *SPC Fisheries Newsletter* 26:31–38.
- Conand C. 1993. Ecology and reproductive biology of *Stichopus variegatus* an Indo-Pacific coral reef sea cucumber. (Echinodermata: Holothuroidea). *Bulletin of Marine Science* 52:970–981
- Conand C. 1997. Mise en œuvre de la Gestion durable de la Ressource en Holothuries. Rapport de l'intervention GREEN/COL.
- Conand C. 1999. Manuel de qualité des holothuries commerciales du sud-ouest de l'océan Indien. Commission Océan Indien. 39 p.
- Conand C., Uthicke S. and Hoareau T. 2002. Sexual and asexual reproduction of the holothurian *Stichopus chloronotus* (Echinodermata): A comparison between La Réunion (Indian Ocean) and east Australia (Pacific Ocean). *Invertebrate Reproduction and Development* 41:235–242.
- Daud R., Tangko A.M., Mansyur A. and Sudradjat A. 1993. Polyculture of sea cucumber, *Holothuria scabra* and seaweed, *Eucheuma* sp. In: Sopura Bay, Kolaka Regency, southwest Sulawesi. In: *Prosiding Seminar Hasil Penelitian* 11:95–98.
- Engstrom N.A. 1980. Development and natural history and intestinal habits of the apodous holothurian *Chiridota rotifera* (Pourtales, 1851) (Echinodermata: Holothuroidea). *Brenesia* 17:85–96.
- Gravelly F.H. 1927. The littoral fauna of Krusadai Island in the Gulf of Mannar: Echinodermata. *Bulletin of Madras Governemnt Museum (Natural History)* 1:163–173.
- Hamano T., Kondo M., Ohhashi T., Fujimura H. and Sueyoshi. 1996. The whereabouts of edible sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles released in the wild. *Suisanzoshoku* 44:249–254.
- Hamel J-F. and Mercier A. 1996. Early development, settlement, growth and spatial distribution of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53:253–271.
- Hamel J-F., Ycaza Hidalgo R. and Mercier A. 2003. Développement larvaire et croissance des juvéniles de l'holothurie des Galapagos, *Isostichopus fuscus*. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 18:3–8.
- Hatanaka H. 1996. Laboratory experiments on amount of feeding of the juvenile sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Saibaigiken* 25:11–14.
- Hatanaka H., Uwaoku H. and Yasuda T. 1994. Experimental studies on the predation of juvenile sea cucumber, *Stichopus japonicus*, by sea star *Asterina pectinifera*. *Suisanzoshoku* 42:563–566.
- Ito S., Kawahara I. and Hirayama K. 1994. Studies on the technological development of mass production of juvenile sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Saibaigiken* 22:83–91.
- James D.B. 1976. Studies on Indian Echinoderms – 6. Redescription of little known holothurians with a note on an early juvenile of *Holothuria scabra* Jaeger from Indian Sea. *Journal of the Marine Biological Association India* 18:55–61.
- James D.B. 1983. Sea cucumber and sea urchin resources and beche-de-mer industry. *Bulletin Central Marine Fisheries Research Institute* 34:85–93.
- James D.B., Gandhi A.D., Palaniswamy N. and Rodrigo J.X. 1994. Hatchery techniques and culture of the sea cucumber *Holothuria scabra*. *CMFRI Bulletin* 48:120–126.

- Kobayashi M. and Ishida M. 1984. Some experiments concerned with the causes of the decrease of sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles. *Saibaigiken* 13:41–48.
- Lokani P., Polon P. and Lari R. 1995. Fisheries and management of beche-de-mer fisheries in Western Province of Papua New Guinea. p. 267–275. In: Dalzell P. and Adams T.J.H. (eds). SPC Integrated Coastal Fisheries Management Project Technical Document n° 11. SPC, Noumea.
- Long B. et Skewes T. 1997. Répartition et abondance de l'holothurie sur les récifs du détroit de Torres. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 9:17–22.
- Mercier A., Battaglène S.C., Hamel J-F. 1999. Daily burrowing cycle and feeding activity of juvenile sea cucumbers *Holothuria scabra* in response to environmental factors. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology* 239:125–156.
- Mercier A., Battaglène S.C. and Hamel J-F. 2000a. Settlement preferences and early migration of the tropical sea cucumber *Holothuria scabra*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 249:89–110.
- Mercier A., Battaglène S.C. and Hamel J-F. 2000b. Periodic movement, recruitment and size related distribution of sea cucumbers *Holothuria scabra* in the Solomon Islands. *Hydrobiologia* 440:81–100.
- Muliani, 1993. Effect of different supplemental feeds and stocking densities on the growth rate and survival of sea cucumber *Holothuria scabra* in Tallo River mouth, south Sulawesi. *Journal Penelitian Budidaya Pantai* 9:15–22.
- Purcell S.W. 2004. Criteria for release strategies and evaluating the restocking of sea cucumbers. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J-F., Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO, Rome (2004).
- Purcell S.W., Gardiner D. and Bell J. 2002. Élaboration de stratégies optimales pour la reconstitution des stocks d'holothuries de sable : un projet conjoint mis en œuvre en Nouvelle-Calédonie. *La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS* 16:2–4.
- Ramofafia C., Foyle P.T and Bell J.D. 1997. Growth of juvenile *Actinopyga mauritiana* (Holothuroidea) in captivity. *Aquaculture* 152:119–128.
- Ramofafia C., Battaglène S.C., Bell J.D. and Byrne M. 2000. Reproductive biology of the commercial sea cucumber *Holothuria fuscogilva* in the Solomon Islands. *Marine Biology* 136:1045–1056.
- Seeto J. 1994. The reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria atra* Jaeger, 1833 (Echinodermata: Holothuroidea) in Laucala Bay, Fiji, with notes on its population structure and symbiotic associations. MSc Thesis, University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- Shelley C.C. 1985. Potential for re-introduction of a beche-de-mer fishery in the Torres Strait. *Torres Strait Fisheries Seminar, Port Moresby*. 11–14 February.
- Tanaka M. 2000. Diminution of sea cucumber *Stichopus japonicus* juveniles released on artificial reefs. *Bulletin Ishikawa Prefecture Fish Research Centre* 2:19–29.
- Tiensongrusmee B. and Pontjoprawiro S. 1988. Sea cucumber culture: potential and prospects. *United Nations Development Programme, Executing Agency, Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- Wiedemeyer W.L. 1994. Biology of small juveniles of the tropical holothurian *Actinopyga echinites*: Growth, mortality and habitat preferences. *Marine Biology* 120:81–93.
- Young C.M. and Chia F.S. 1982. Factors controlling spatial distribution of the sea cucumber *Psolus chitinoïdes*: Settling and post settling behaviour. *Marine Biology* 69:195–205.

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 œuvre est assurée par le Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS), l'Agence des pêches du Forum du Pacifique Sud (FFA), l'Université du Pacifique Sud, la Commission océanienne de recherches géoscientifiques appliquées (SOPAC) et le Programme régional océanien de l'environnement (PROE). Ce bulletin est produit par la CPS dans le cadre de ses engagements envers le SIRMIP. Ce projet vise à mettre



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

l'information sur les ressources marines à la portée des utilisateurs de la région, afin d'aider à rationaliser la mise en valeur et la gestion. Parmi les activités entreprises dans le cadre du SIRMIP, citons la collecte, le catalogage et l'archivage des documents techniques, spécialement des documents à usage interne non publiés; l'évaluation, la remise en forme et la diffusion d'information, la réalisation de recherches documentaires, un service de questions-réponses et de soutien bibliographique, et l'aide à l'élaboration de fonds documentaires et de bases de données sur les ressources marines nationales.

Expériences d'élevage simultané en bac d'holothuries de sable (*Holothuria scabra*) et de crevettes (*Penaeus monodon*)

R. Pitt^{1,2}, N.D.Q. Duy^{1,3}, T.V. Duy¹ et H.T.C. Long¹

Résumé

Sept expériences ont été menées sur l'élevage simultané d'holothuries de sable et de crevettes dans des bacs à fond sablonneux. La taille des individus, les densités de stockage, l'alimentation et d'autres conditions ont servi de variables. Les résultats démontrent que le sargassum en poudre n'a pas favorisé la croissance des holothuries, mais les a peut-être empêchées de mourir de faim, les juvéniles n'ayant survécu que de trois à six semaines en l'absence de nourriture. Les holothuries ont affiché un bon taux de croissance lorsqu'elles ont été nourries d'aliments de démarrage commerciaux pour crevettes, atteignant des densités de 300 g m⁻² ou plus ; toutefois, des taux d'alimentation largement supérieurs à 1 g m⁻² jour⁻¹ (poids sec total) peuvent créer des conditions benthiques anaérobiques et entraîner la mort des holothuries. La croissance des holothuries était meilleure en présence de taux de renouvellement d'eau élevés plutôt que faibles. Des panneaux de toit semi-opaques ont légèrement ralenti la croissance des holothuries, mais ont semblé augmenter le taux de survie des petites crevettes.

Les holothuries n'ont jamais semblé avoir une incidence négative sur la croissance ou la survie des crevettes. Toutefois, les effets de la présence des crevettes sur les holothuries étaient plus complexes. Les taux de survie et de croissance des holothuries étaient aussi bons en présence de crevettes qu'en l'absence de celles-ci, et semblaient parfois même meilleurs. Cela pourrait être attribuable au fait que les crevettes ont amélioré les conditions benthiques en consommant la nourriture excédentaire, ou à d'autres raisons qui demeurent inexplicables. Dans plusieurs expériences, des crevettes semblent toutefois avoir causé la mort d'holothuries, hypothèse qui a pu être clairement vérifiée dans certains cas. Les combinaisons de tailles pour lesquelles aucune prédation n'a eu lieu sont indiquées.

Introduction

Le projet d'élevage d'holothuries (2000-2003) mené par The WorldFish Center (ex-ICLARM) en collaboration avec le Ministère de la pêche du Vietnam à l'Institut de recherche aquacole n° 3 (RIA3) avait pour objectif majeur de combiner l'élevage de l'holothurie de sable (*Holothuria scabra*) à celui de la crevette (*Penaeus monodon*). L'élevage de cette espèce de crevette est une activité importante dans la province de Khanh Hoa, qui compte plus d'un millier d'écloseries et de nombreux bassins d'eau salée et saumâtre. Comme ailleurs, des problèmes de maladie font de la crevetticulture une entreprise risquée qui peut générer de gros profits ou se solder par des pertes importantes. De nombreux bassins demeurent vides pendant au moins une partie du temps, et les producteurs sont à la recherche d'espèces ou de systèmes d'élevage supplémentaires ou de remplacement.

Les bassins vides, en particulier ceux qui se trouvent dans des zones généralement très salines (qui, selon de nombreux producteurs, sont moins favorables à la crevetticulture), constituent une ressource qui pourrait servir à l'élevage des holothuries de sable (en symbiose ou non avec des crevettes). Une telle approche pourrait donner lieu soit à l'élevage commercial d'holothuries produites en écloserie soit au repeuplement à grande échelle de zones marines surexploitées.

L'élevage simultané d'holothuries de sable et de crevettes offre des perspectives particulièrement intéressantes. En offrant une autre récolte à peu de frais (à part ceux liés aux juvéniles eux-mêmes) et en n'exigeant aucun apport de nourriture supplémentaire, les holothuries de sable pourraient rendre plus économiquement attrayant l'élevage des crevettes à des densités moins élevées, ce qui aiderait ainsi à réduire l'impact environnemental de cette activité. En effet, les holothuries de sable se nourriraient des matières organiques benthiques, et contribueraient ainsi dans une certaine mesure à nettoyer le fond des bassins.

Sept expériences d'élevage en bac d'holothuries de sable en symbiose avec des crevettes sont résumées en ordre chronologique dans ce rapport. À l'exception de l'expérience C, elles correspondent à la deuxième phase de nourricerie, et ont été menées au moyen de juvéniles d'holothuries de sable produites dans l'écloserie du projet. Ces juvéniles ont franchi la première phase de nourricerie dans des bacs extérieurs à fond nu. Lors des expériences, ils ont été placés sur un substrat de sable. Le sable a été prélevé sur une plage raisonnablement propre, mais n'a plus été nettoyé au cours des expériences. (Certaines expériences en bac et en bassin ont été menées par des chercheurs de l'Institut de recherche aquacole n°3 dans le cadre d'un projet distinct financé par la DANIDA, le plus souvent avec des juvéniles de la même écloserie et nourricerie. Elles ne sont pas décrites dans le présent article.)

1. WorldFish Center et Institut de recherche aquacole n° 3, 33 Dang Tat, Nha Trang, Viet Nam
 2. raynerpitt@yahoo.co.uk
 3. haisamduy@yahoo.com

Description des expériences

Expérience A : Deux densités de stockage, avec et sans crevettes et nourriture pour crevettes, et avec et sans poudre d'algues marines

Huit bacs en fibre de verre (1,5 m de diamètre, 65 cm d'eau, superficie de 1,76 m² et capacité de 1,15 m³) ont été installés à l'extérieur en deux rangées adjacentes (numérotés 1, 3, 5, 7 et 2, 4, 6, 8). Les bacs ont été recouverts d'une couche de filet de protection solaire (60 %). Du sable de plage fin préalablement lavé (30 litres) a été versé dans chaque bac de manière à en recouvrir le fond (couche d'environ 17 mm d'épaisseur). Les bacs ont été alimentés en eau de mer filtrée par le sable (2 fois) ; des buses de 2 mm ont été utilisées de manière à ce que l'écart de débit entre les bacs ne dépasse pas 15 %, même sous l'effet des variations de pression. De manière générale, le système d'alimentation en eau était en marche le jour pendant de 8 à 12 heures, ce qui correspond à un taux de renouvellement d'eau moyen d'environ 300 à 400 litres bac⁻¹ jour⁻¹ (soit à peu près un tiers de la capacité du bac). La température de l'eau à l'intérieur des bacs, mesurée occasionnellement, se situait généralement entre 29 et 31 °C.

Le 31 mai 2001, les huit bacs ont été stockés d'holothuries de sable de petite taille, d'un poids moyen de 0,94 g, à raison de 36 (faible densité) ou de 72 (forte densité) individus par bac (20 ou 40 individus m⁻²). Quatre des bacs ont également été stockés de post-larves de crevettes, à raison de 80 par bac. Après 20 et 39 jours, les holothuries ont été pesées, après avoir séché à l'ombre pendant environ cinq minutes. Les crevettes, quant à elles, ont été échantillonnées après 20 jours, et ont été entièrement récoltées et pesées après 39 jours.

Dans chacun des quatre bacs renfermant des crevettes, les animaux ont été nourris d'aliments pour juvéniles de crevettes (Betagro 501S), et ce, généralement trois fois par jour, en quantités égales. Après une erreur initiale de suralimentation durant les

deux premiers jours, les taux d'alimentation ont été réduits, puis ont été graduellement accrus à mesure que grandissaient les animaux. Au cours de la première période, ils représentaient en moyenne 1,5 g bac⁻¹ jour⁻¹ (0,9 g m⁻²) et, au cours de la deuxième, 2,4 g bac⁻¹ jour⁻¹ (1,4 g m⁻²).

Dans quatre bacs (deux avec crevettes et deux sans crevettes), on a nourri les animaux tous les deux jours avec une poudre finement broyée se composant d'algues marines séchées, principalement du sargassum. Les bacs ayant une faible densité d'holothuries ont reçu 1,7 g tous les deux jours pendant la première période et 4,6 g tous les deux jours pendant la seconde ; ces taux étaient deux fois plus élevés dans les bacs ayant une forte densité d'holothuries. Enfin, dans deux des bacs sans crevettes, les holothuries de sable n'ont pas été nourries.

Conclusions de l'expérience A

1. Une croissance rapide des holothuries n'a été observée que dans les bacs renfermant des crevettes et de la nourriture pour crevettes. La croissance des holothuries s'est poursuivie au fil de l'expérience, leur biomasse atteignant des densités de plus de 300 g m⁻². Dans ces bacs, un apport d'algues en poudre a eu peu d'effet.
2. Dans les deux bacs n'ayant obtenu aucune nourriture, la plupart des holothuries de sable sont mortes au cours de la deuxième période de l'expérience. Dans les autres bacs, le taux de survie moyen des holothuries était de près de 94 %.
3. Une alimentation composée uniquement d'algues marines semble avoir permis aux holothuries de survivre, mais n'a pas favorisé leur croissance.
4. De manière générale, de faibles densités de stockage ont donné lieu à de meilleurs taux de croissance individuels que de fortes densités de stockage.
5. Le taux de survie moyen des crevettes était supérieur à 60 %, du stade post-larvaire à un poids moyen de plus de 0,4 g.

Tableau 1. Variables et résultats de l'expérience A

bac		1	2	3	4	5	6	7	8
variables	densité des holothuries	élevée	faible	faible	élevée	élevée	faible	faible	élevée
	crevettes + nourriture	oui	non	oui	non	non	oui	non	oui
	algues	élevée	faible	non	non	élevée	faible	non	non
20 juin									
holothuries de sable	nombre	71	35	35	64	73	34	36	68
	poids moyen (g)	5,6	1,8	7,3	0,7	1,1	5,4	1,2	3,7
	densité (g m ⁻²)	227	36	144	27	46	103	25	143
	taux de croissance (g jour ⁻¹)	0,24	0,04	0,32	-0,01	0,01	0,22	0,01	0,14
crevettes	poids moyen (g)	0,12		0,09			0,10		0,11
10 juillet									
holothuries de sable	nombre	61	36	35	6	70	32	16	66
	poids moyen (g)	9,9	4,0	16,0	2,0	1,7	17,2	1,6	10,7
	densité (g m ⁻²)	342	81	317	7	67	311	14	401
	taux de croissance (g jour ⁻¹)	0,21	0,11	0,44	0,06	0,03	0,59	0,02	0,35
	taux de survie (%)	86	103	100	9	96	94	44	97
crevettes	nombre	48		33			58		54
	poids moyen (g)	0,41		0,48			0,41		0,43
	taux de survie (%)	60		41			73		68

Expérience B : Avec nourriture pour crevettes, avec et sans crevettes, avec et sans *Gracilaria* et fumier de poulet

Huit bacs de 1,5 m de diamètre ont été installés comme dans l'expérience A, chaque bac contenant toutefois légèrement moins de sable (24 L). Le 11 juillet 2001, des lots identiques de 36 juvéniles (poids moyen de 0,83 g) ont été placés dans chaque bac (soit une densité d'environ 20 m⁻²). La moitié des bacs ont également été stockés de 80 post-larves de crevettes (environ 45 m⁻²).

Dans tous les bacs, y compris ceux renfermant des crevettes, les animaux ont été nourris d'aliments pour juvéniles de crevettes (Betagro 501S), et ce, habituellement trois fois par jour, en quantités égales. Dans la moitié des bacs, on a également ajouté tous les deux jours du *Gracilaria* frais (haché et mélangé) ainsi que du fumier de poulet sec (moulu et mélangé). On a donc établi quatre protocoles d'alimentation, en répétant chacun d'entre eux une fois. Les taux d'alimentation ont été graduellement accrus avec le temps (tableau 2). Après 22 jours, toutes les holothuries et des échantillons de crevettes de chaque bac ont été pesés, et après 18 autres jours, le reste des animaux ont été comptés et pesés (sauf, les crevettes du bac n°1, qui n'ont fait l'objet que d'un échantillonnage).

Les crevettes ont affiché une bonne croissance, leur taux de survie variant entre 59 et 95 % dans les trois bacs où elles ont été comptées. Toutefois, dans la plupart des bacs, les holothuries de sable ont connu un taux de mortalité élevé pendant la deuxième période, comme en témoignait la présence de sable noir et malodorant. Leur taux de survie n'a été adéquat que dans les deux bacs renfermant des crevettes et n'ayant reçu aucun apport en *Gracilaria* ou en fumier.

L'expérience semble avoir échoué au cours de la deuxième période en raison du taux d'alimentation trop élevé, chacun des bacs ayant reçu un apport en nourriture pour crevettes de 1,36 g m⁻² jour⁻¹ au cours des 16 derniers jours. Ce problème a été aggravé dans les bacs auxquels on a ajouté d'importantes quantités de *Gracilaria* et de fumier.

Conclusions de l'expérience B

1. L'apport en nourriture pour crevettes semble avoir été trop élevé (1,36 g m⁻² jour⁻¹) au cours de la deuxième période. Le problème a été exacerbé dans les bacs auxquels on a également ajouté du *Gracilaria* et du fumier.
2. Les holothuries de sable sont plus vulnérables à de mauvaises conditions benthiques que ne le sont les crevettes.
3. Pour les holothuries, le principal effet bénéfique de la présence

des crevettes est probablement le fait qu'elles consomment l'excédent de nourriture.

Expérience C : Holothuries de sable de grande taille avec et sans crevettes, avec nourriture pour crevettes, et avec algues marines

Cette expérience vise à examiner de façon préliminaire les interactions entre les holothuries de sable (prélevées en milieu naturel) et les crevettes de grande taille, qui pourraient notamment se produire dans des bassins de grossissement.

On soupçonnait que la présence de crevettes pouvait avoir des effets bénéfiques directs sur les holothuries de sable, les excréments de crevettes constituant peut-être une meilleure source de nourriture que les aliments pour crevettes. En revanche, de grosses crevettes ont été aperçues sur des holothuries de sable de grande taille, et on l'on craignait qu'elles ne leur causent des lésions ou qu'elles n'empêchent leurs blessures de guérir.

Cinq bacs en béton extérieurs d'une capacité de 6 m³ ont été utilisés. Une couche de sable de plage préalablement lavé de 10 mm d'épaisseur recouvrait le fond

Tableau 2. Taux d'alimentation de l'expérience B

tous les bacs (g bac ⁻¹ jour ⁻¹)		bacs 1, 3, 6, 8 (g bac ⁻¹ 2 jours ⁻¹)		
dates	aliment pour crevettes	dates	<i>Gracilaria</i> (fraîche)	fumier (sec)
12/7	1,50	14/7-24/7	12,50	5,0
13/7-24/7	0,90	26/7-3/8	18,75	7,5
25/7-3/8	1,50	5/8-19/8	30,00	12,0
4/8-19/8	2,40			
moy. (g jour⁻¹)	1,64		9,75	3,9

Tableau 3. Variables et résultats de l'expérience B

bac		1	2	3	4	5	6	7	8
crevettes		oui	non	non	oui	oui	non	non	oui
<i>Gracilaria</i> + fumier		oui	non	oui	non	non	oui	non	oui
2 août									
holothuries	nombre	34	31	21	34	30	36	35	32
	pds. moy. (g)	1,8	2,5	1,7	2,4	2,1	2,5	2,7	3,5
	survie (%)	94	86	58	94	83	100	97	89
crevettes	pds. moy. (g)	0,062			0,043	0,046			0,088
20 août									
holothuries	nombre	0	0	13	32	26	2	0	4
	pds. moy. (g)			5,4	10,1	3,2	1,2		5,4
	survie (%)			36	89	72	6		11
crevettes	pds. moy. (g)	0,48			0,37	0,26			0,43
	nombre	?			76	62			47
	survie (%)	?			95	78			59

de chacun des bacs, à l'exception du deuxième, où elle mesurait environ 25 mm d'épaisseur. Cette quantité de sable supplémentaire visait à permettre aux holothuries de s'y enfouir de manière à se protéger contre les crevettes. Les bacs ont été alimentés en eau (de 500 à 1 000 litres jour⁻¹) à partir d'un réservoir et d'un bassin de fixation au moyen de buses. Un procédé de filtration par le sable a tout d'abord été utilisé, mais a été abandonné par la suite.

Le 6 septembre 2001, les holothuries ont été réparties en groupes de sept animaux chacun. Les spécimens pesaient entre 40 et 440 g, mais les groupes ont été constitués de manière à ce que, dans chacun d'entre eux, leur poids moyen individuel se situe entre 160 et 170 g. L'utilisation de spécimens de tailles diverses a permis d'en suivre le poids tout au long de l'expérience. Pour nourrir les animaux, on a utilisé soit des aliments commerciaux pour crevettes (Betagro 503), soit des algues marines (principalement du sargassum), broyées à l'état sec, puis tamisées (< 250 µm) pour produire une poudre fine.

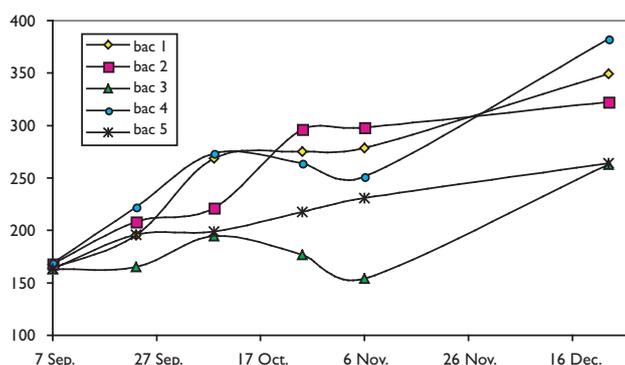


Figure 1. Évolution du poids moyen (g) des holothuries de sable (expérience C)

Tableau 4. Variables, taux de survie, densités de stockage et taux de croissance des holothuries de sable (en ordre croissant) (expérience C)

bac	sable (mm)	crevette	type d'aliment	aliment (g jour ⁻¹)	survie (%)	densité initiale (g m ⁻²)	densité finale (g m ⁻²)	croissance moyenne (g jour ⁻¹)
1	10	non	crevettes	3	100	187	399	1,700
2	25	oui	crevettes	6	100	192	369	1,410
4	10	oui	crevettes	6	43	193	219	*1,100
5	10	non	aucun	-	100	187	302	0,920
3	10	non	algues	3	100	186	301	0,916

* pour l'ensemble des animaux (1,65 pour les trois plus grandes holothuries ayant survécu jusqu'à la fin de l'expérience)

Tableau 5. Données relatives au stockage et à la récolte de crevettes (expérience C)

	stockage (6/9/01)		récolte (15/12/01)		
	nombre	poids moyen (g)	nombre	poids moyen (g)	survie (%)
bac 2	107	1,56	21	9,67	19,6
bac 4	102	1,64	67	5,66	65,7

Cinq combinaisons de variables différentes ont été utilisées, les holothuries de sable identifiables représentant le seul élément de répétition. Dans le bac n°1, qui ne renfermait aucune crevette, les holothuries ont reçu 3 g d'aliments pour crevettes par jour. Les bacs n°2 (sable supplémentaire) et 4 ont été stockés d'une quantité à peu près équivalente de crevettes (~ 17.4 m⁻²), tant sur le plan du nombre que du poids (moyenne de 1,6 g). L'apport en nourriture pour crevettes était d'environ 6 g par jour. Le bac n°3, qui ne renfermait aucune crevette, a obtenu 3 g d'algues en poudre par jour, alors que le bac n°5, lui aussi sans crevettes, n'a pas reçu de nourriture. Les holothuries de sable ont été recueillies et pesées à six reprises, sur une période de 107 jours. Les crevettes n'ont été comptées et pesées qu'au début et à la fin de l'expérience.

Toutes les holothuries ont survécu et semblaient être en bonne santé dans les bacs sans crevettes. Dans le bac n°2, une holothurie de sable s'est éviscérée au moment de la dernière manipulation (elle a été pesée avec ses viscères), ce qui laisse supposer qu'elle était faible. Dans le bac n°4, des lésions dermiques ont été observées sur une holothurie le 24 octobre, et sur deux d'entre elles le 5 novembre. Le 22 décembre, dans ce même bac, seules les trois plus grandes holothuries ont été trouvées.

Conclusions de l'expérience C

1. Les holothuries de sable ont affiché des taux de croissance raisonnables à des densités atteignant près de 400 g m⁻².
2. La présence des crevettes n'était pas nécessaire, la nourriture pour crevettes étant suffisante à elle seule, semble-t-il, pour soutenir ces taux de croissance.
3. Le fait de nourrir les holothuries avec des algues en poudre n'a pas semblé produire de meilleurs résultats que de ne pas les nourrir du tout.
4. Dans le bac n°4, des crevettes ayant un poids moyen inférieur à 6 g ont peut-être causé la mort d'holothuries dont le poids se situait entre 70 à 190 g.
5. Dans le bac n°2, les holothuries ont peut-être survécu grâce à la quantité supplémentaire de sable ou à d'autres facteurs.
6. Il n'est pas clair pourquoi le taux de survie des crevettes était faible dans le bac n°2.

Expérience D : Essais basés sur plusieurs facteurs (taille des juvéniles, présence de crevettes, utilisation d'un système de couverture et débit d'eau)

Seize bacs en fibre de verre (1,5 m de diamètre, profondeur de 65 cm jusqu'à la sortie d'eau) ont été installés à l'extérieur en deux rangées adjacentes. À part la rangée de cocotiers située à proximité, le site était exposé au soleil. Du sable de plage a été lavé et filtré au moyen d'un tamis à mailles mesurant 400 x 800 µm. Un échantillon de ce sable a été filtré à l'état humide, au moyen des tamis disponibles, puis a été séché et pesé. La répartition des tailles était la suivante : > 250 µm : 9,6 %, > 140 µm : 78,9 %, > 100 µm : 6,3 %, et > 50 µm : 5,3 %. Huit litres de sable ont été versés dans chacun des bacs. Les quatre facteurs ci-après ont été évalués, en seize combinaisons différentes, assignés de manière aléatoire.

a) Taille

Des juvéniles prélevés dans des bacs de nourricerie à fond nu ont été triés en groupes identiques, puis répartis en groupes de 24 animaux de grande taille ou de 36 animaux de petite taille. On les a ensuite fait sécher pendant de trois à cinq minutes, puis pesés, après avoir enlevé toute l'eau excédentaire au moyen d'une serviette. En ce qui concerne le poids total des juvéniles, l'écart maximal entre les divers groupes était de 7 % dans le cas des grands spécimens et de 20 % dans le cas des petits. Le poids moyen des grands juvéniles était de 0,53 g et celui des petits, de 0,12 g.

b) Crevettes

Quatre-vingt crevettes (*P. monodon*) au stade post-larvaire, nouvellement produites par une éclosion, ont été mises dans chacun des huit bacs.

c) Système de couverture

Deux panneaux de toit en PVC semi-translucide de couleur bleue (2 m x 80 cm) ont été placés sur huit des bacs, de manière à se chevaucher quelque peu. Une pièce de bois a été utilisée pour donner une légère inclinaison aux panneaux, et une petite ouverture a été laissée d'un côté pour faciliter l'alimentation et l'inspection des animaux. Les panneaux ont non seulement permis de réduire les variations de la température de l'eau et de protéger les bacs contre la pluie et les saletés (principalement les débris de cocotiers), mais ont aussi considérablement réduit les niveaux d'intensité lumineuse, et, par conséquent, la photosynthèse, qui pourrait jouer un rôle important dans l'alimentation des holothuries de sable.

d) Débit

Les bacs ont été alimentés par de l'eau de mer non filtrée à partir d'un bac collecteur/de fixation, dont le niveau d'eau variait tout au long de la journée ; deux buses de taille différente ont été utilisées. (L'eau était pompée de la mer, presque toujours pendant le jour). À mi-niveau, le débit d'alimentation était respectivement d'environ 1 800 et 600 ml min⁻¹ pour les deux tailles de buse, ce qui se traduisait par une durée de rétention d'eau d'à peu près un et trois jours dans chaque cas.

Tableau 6. Variables et résultats de l'expérience D

bac	variables				15 déc.		14 janvier			7 février				28 février						
	taille	crev.	couv.	débit	holothuries		holothuries		crev.	holothuries		crev.	holothuries			crevettes				
					nb.	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)	nb.	pds moy. (g)	survie (%)
1	petite	-	oui	faible	36	0,12	32	2,73	0,09		37	10,1	0,31		37	14,1	0,19			
2	grande	-	non	fort	24	0,52	23	5,76	0,17		24	17,6	0,49		24	19,8	0,10			
3	petite	-	non	fort	36	0,11	35	3,03	0,10		36	12,6	0,40		36	20,2	0,36			
4	petite	+	oui	faible	36	0,12	23	7,52	0,25	0,07	23	33,7	1,09	0,27	23	36,7	0,14	60	0,68	75
5	grande	+	non	fort	24	0,55	24	12,67	0,40	0,13	24	41,8	1,21	0,22	24	50,6	0,42	45	0,69	56
6	grande	+	non	faible	24	0,55	24	12,04	0,38	0,13	24	20,8	0,37	0,32	22	32,0	0,53	38	0,82	48
7	grande	-	non	faible	24	0,54	23	6,83	0,21		24	15,4	0,36		23	12,7	-0,13			
8	grande	+	oui	fort	24	0,55	22	14,68	0,47	0,13	22	41,4	1,11	0,29	20	40,5	-0,04	75	0,66	94
9	petite	-	non	faible	36	0,12	34	2,88	0,09		36	10,8	0,33		36	10,9	0,00			
10	grande	+	oui	faible	24	0,54	23	14,26	0,46	0,10	23	36,3	0,92	0,39	20	30,0	-0,30	60	0,65	75
11	grande	-	oui	fort	24	0,54	21	10,14	0,32		24	18,7	0,36		24	28,0	0,44			
12	petite	+	oui	fort	36	0,12	36	7,31	0,24	0,15	36	24,3	0,71	0,37	31	23,7	-0,03	71	0,61	89
13	petite	+	non	faible	36	0,11	33	5,42	0,18	0,10	36	16,3	0,45	0,27	30	12,0	-0,20	52	0,71	65
14	petite	-	oui	fort	36	0,11	28	4,46	0,15		35	12,1	0,32		35	8,3	-0,18			
15	grande	-	oui	faible	24	0,54	24	8,83	0,28		24	17,2	0,35		24	19,4	0,11			
16	petite	+	non	fort	36	0,13	30	8,00	0,26	0,14	31	29,6	0,90	0,41	30	27,9	-0,08	44	0,79	55

Le stockage des bacs a eu lieu 15 décembre 2001. Les bacs ne renfermant que des holothuries ont reçu un apport quotidien d'algues en poudre. Dans les bacs contenant des juvéniles de grande taille, la quantité d'algues fournie était initialement de 1,5 g jour⁻¹, alors que dans ceux contenant des juvéniles de petite taille, elle était de 0,75 g jour⁻¹. À compter du 1^{er} janvier 2002, cette quantité est passée à 2 g jour⁻¹ pour tous les bacs. Dans les bacs renfermant des crevettes, on a également nourri les animaux à l'aide d'aliments commerciaux (Betagro 501S ou Betagro 501), à raison de 1,5 g jour⁻¹. Pendant environ deux semaines, cette quantité a été divisée en trois rations quotidiennes, nombre qui a ensuite été réduit à deux. Le taux d'alimentation n'a pas été augmenté pendant l'expérience pour éviter la surconsommation. Les animaux ont fait l'objet d'un suivi au cours de trois périodes de croissance : ils ont été pesés le 14 janvier, le 7 février et le 28 février.

Pour chaque facteur, on comptait huit paires de bacs qui ne différaient que par rapport à cette variable, tout en faisant l'objet d'un traitement semblable pour ce qui est des trois autres facteurs. Bien que le manque de répétition ait empêché l'analyse statistique des résultats (selon les meilleures données disponibles), le taux de croissance des holothuries dans ces paires de bacs pouvait être classé en ordre d'importance pour chaque période de croissance, et par rapport à la durée totale de l'expérience. Le taux de mortalité précoce dans le bac n°4 a mené à un taux de croissance plus élevé que prévu parmi les holothuries restantes, et la paire de bacs correspondante n'a donc pas été prise en compte dans les comparaisons portant sur les périodes de croissance ultérieures et la durée totale de l'expérience. Le tableau 7 indique le nombre de paires de bacs pour lesquelles les holothuries de sable ont connu un taux de croissance plus élevé en fonction de diverses variables.

Conclusions de l'expérience D

1. Dans certains bacs renfermant des crevettes, les holothuries ont atteint des densités étonnamment élevées, soit jusqu'à 690 g m⁻².
2. De manière générale, les juvéniles ayant un poids plus élevé au début de l'expérience avaient également un poids plus élevé au terme de celle-ci, prin-

cipalement en raison de leur densité de stockage plus faible (résultat évident).

3. La croissance apparente des juvéniles due à la présence des crevettes peut très bien avoir été attribuable (en partie ou entièrement) à une meilleure alimentation (aliments pour crevettes et algues en poudre).
4. Les quatre bacs stockés de petites holothuries et de crevettes ont affiché des taux de survie légèrement moins élevés dans le cas des holothuries. Les premières holothuries sont mortes lorsque le poids moyen de celles-ci se situait entre 0,12 et 0,26 g et celui des crevettes, entre 0,07 et 0,15 g. Il n'est pas clair si la prédation par les crevettes était à blâmer.
5. La croissance des holothuries était légèrement plus élevée dans les bacs non couverts que dans ceux qui l'étaient.
6. Un taux élevé de renouvellement d'eau a eu un effet bénéfique sur la croissance des holothuries.
7. Les crevettes ont affiché un taux de survie moyen plus élevé dans les bacs couverts (83,1 %) que dans les bacs non couverts (44,8 %), mais un taux de croissance légèrement moins élevé.

Expérience E : Présence d'holothuries (2 tailles différentes), absence d'holothuries et présence de crevettes

Seize bacs non couverts de 1,5 m de diamètre ont été installés. Le taux moyen de renouvellement d'eau était d'environ 300 à 400 litres bac⁻¹ jour⁻¹, soit un tiers du volume du bac. Le 15 mars 2002, les bacs ont été stockés selon huit combinaisons différentes (une répétition dans chaque cas) en fonction des critères suivants : présence de juvéniles d'holothuries de grande taille, présence de juvéniles d'holothuries de petite taille, absence de juvéniles d'holothuries, présence de grosses crevettes, présence de petites crevettes au stade post-larvaire et absence de crevettes (en omettant l'absence simultanée de crevettes et d'holothuries).

Les bacs ont été stockés de manière à ce que la biomasse des holothuries soit la même. Ainsi, des groupes de 12 gros juvéniles ou d'environ 168 petits juvéniles ont été formés (poids total d'environ 170 g par groupe) ; on a fait en sorte que l'éventail de poids des individus soit semblable dans chaque cas. Quant aux crevettes, elles ont été réparties en fonction de leur nombre pour former des groupes de 54 individus au stade post-larvaire (30 m⁻²) ou de 27 juvéniles (15 m⁻²).

Dans les bacs renfermant des crevettes, les animaux ont été nourris au moyen d'un aliment de démarrage (Betagro 501S). Dans les autres bacs, on a utilisé un mélange qui sert actuellement de nourriture de base pour les holothuries de sable dans la deuxième phase de nourricerie, lequel se compose de deux parts de poudre de spirulina sèche, une part de Betagro 501S et une part d'algues sèches broyées. Cette dernière était principalement composée de sargassum — une algue récoltée localement, séchée au soleil, broyée et filtrée à travers un tamis à mailles de 250 µm. Dans

Tableau 7. Sommaire de l'incidence de divers facteurs sur la croissance des holothuries de sable (expérience D)

facteur	période 1	période 2	période 3	sur la durée totale	rapport entre les taux de croiss. moy.
grands spécimens >petits spécimens	8/8	6/7	3/7	6/7	1,53
avec crevettes >sans crevettes	8/8	7/7	3/7	7/7	1,91
sans couv. >avec couv.	6/8	6/7	3/7	4/7	1,15
fort débit >faible débit	6/8	7/7	5/7	6/7	1,87

chaque cas, deux rations quotidiennes de 1 g bac⁻¹ ont été fournies.

Résultats de l'expérience E

Le 25 mars, de nombreux animaux morts ou malades/mourants ont été observés dans les bacs renfermant de grosses crevettes et de petites holothuries. Ils ont été laissés dans les bacs, et l'on a continué à nourrir les animaux encore vivants. Le 10 avril, tous les bacs ont été vidés. Les holothuries du groupe formé de gros spécimens ont été pesés individuellement, puis les crevettes et les holothuries du groupe se composant de petits spécimens ont été comptés. Leur poids total a ensuite été mesuré.

Les pertes d'holothuries étaient négligeables dans la plupart des bacs et les taux de croissance étaient bons, s'élevant en moyenne à plus de 1 g jour⁻¹ dans le cas des gros juvéniles et à 0,1 g jour⁻¹ dans le cas des petits. En ce qui concerne la biomasse, la densité des holothuries a atteint environ 300 g m⁻². Les crevettes ont également affiché un bon taux de survie, se situant entre 70 et 80 % tant pour les juvéniles que pour les post-larves. Le taux de croissance des crevettes était d'environ 0,03 g jour⁻¹ dans le cas des juvéniles et de 0,007 g jour⁻¹ dans le cas des post-larves.

Des holothuries mortes ont toutefois été observées à partir du dixième jour dans les deux bacs stockés de petites holothuries et de grosses crevettes. Dans ces deux bacs, le taux de survie des holothuries n'était que de 9 %, et leur poids moyen a accusé une légère baisse. En supposant que la croissance des crevettes est demeurée plus ou moins linéaire, au moment où les holothuries ont commencé à mourir, le poids moyen des crevettes contenus dans ces bacs aurait été d'environ 0,95 g, ce qui est semblable au poids de départ des holothuries.

Conclusions de l'expérience E

1. Les crevettes d'environ 1 g ont causé la mort d'holothuries de taille semblable.
2. Les aliments pour crevettes peuvent assurer un bon taux de croissance chez les holothuries, et ce, en l'absence de crevettes.
3. Le taux de survie des petites crevettes était le plus élevé en présence d'holothuries de grande taille ; autrement, la présence ou l'absence d'holothuries a eu peu d'effet sur les taux de croissance et de survie des crevettes.

Expérience F : Quatre tailles d'holothuries, trois tailles de crevettes et absence de crevettes

Seize bacs mesurant 1,5 m de diamètre ont été installés (dans un lieu exposé au soleil) comme précédemment ; toutefois, seuls six litres de sable (profondeur de 3,5 mm) y ont été déversés. Le remplissage des bacs a commencé le 26 juillet 2002, et, trois jours plus

Tableau 8. Résultats de l'expérience E

variables			15 mars				10 avril						
bac	holoth.	crev.	holothuries		crevettes		holothuries				crevettes		
			poids moy. (g)	no.	poids moy. (g)	nb.	poids moy. (g)	nb.	croiss. (g jour ⁻¹)	survie (%)	poids moy. (g)	nb.	survie (%)
12	grandes	grandes	14,40	12	0,580	27	44,5	12	1,16	100,0	1,25	20	74,1
13	grandes	grandes	14,30	12	0,620	27	37,2	12	0,88	100,0	1,44	18	66,7
2	grandes	petites	14,30	12	0,008	54	42,0	12	1,06	100,0	0,23	47	87,0
14	grandes	petites	14,50	12	0,008	54	37,7	12	0,89	100,0	0,18	52	96,3
3	grandes	aucune	14,20	12			47,6	12	1,29	100,0			
16	grandes	aucune	14,30	12			43,2	12	1,11	100,0			
7	petites	grandes	0,98	168	0,560	27	0,24	13	-0,03	7,7	1,44	21	77,8
15	petites	grandes	0,98	167	0,600	27	0,33	17	-0,02	10,2	1,66	16	59,3
4	petites	petites	0,99	168	0,008	54	3,36	169	0,09	100,6	0,20	45	83,3
10	petites	petites	0,99	163	0,008	54	3,40	163	0,09	100,0	0,19	47	87,0
6	petites	aucune	0,98	166			4,69	166	0,14	100,0			
9	petites	aucune	0,96	170			3,12	169	0,08	99,4			
5	aucune	grandes			0,610	27					1,31	16	59,3
11	aucune	grandes			0,610	27					1,23	26	96,3
1	aucune	petites			0,008	54					0,25	34	63,0
8	aucune	petites			0,008	54					0,19	42	77,8

Tableau 9. Résultats de l'expérience E – Moyennes établies par paires

bacs	variables		holothuries			crevettes		
	holothur.	crevettes	survie (%)	densité finale (g m ⁻²)	croissance (g jour ⁻¹)	survie (%)	densité finale (g m ⁻²)	croissance (g day ⁻¹)
12 et 13	grandes	grandes	100,0	277,3	1,02	70,4	14,4	0,028
2 et 14	grandes	petites	100,0	270,7	0,98	91,7	5,7	0,007
3 et 16	grandes	aucune	100,0	308,4	1,20			
7 et 15	petites	grandes	9,0	2,5	-0,03	68,5	16,0	0,037
4 et 10	petites	petites	100,0	317,5	0,09	85,2	5,1	0,007
6 et 9	petites	aucune	99,7	369,6	0,11			
5 et 11	aucune	grandes				77,8	15,0	0,025
1 et 8	aucune	petites				70,4	4,7	0,008

tard, quatre groupes d'holothuries de tailles différentes produites à l'Institut de recherche aquacole n°3 y ont été déposés. Certains spécimens avaient passé deux mois dans des cages marines destinées à l'élevage de *Babylonia areolata*, avec ou sans ce gastéropode, alors que les holothuries de petite taille provenaient directement des bacs de nourricerie terrestres de l'Institut de recherche aquacole n°3.

Les bacs ont été stockés avec 12 juvéniles chacun pour les deux plus grandes tailles d'holothuries et de 18 juvéniles chacun pour les deux plus petites tailles. Dans les bacs renfermant des crevettes (produites en éclosure et élevées en bassin), le nombre de juvéniles d'holothuries était également de 18 (densité d'environ 10 m⁻²). On s'est efforcé de former des groupes d'holothuries équilibrés, aussi bien pour le poids moyen que pour la répartition par tailles, et de minimiser ainsi les écarts. Les 16 combinaisons de variables ont été assignées au hasard (par tirage au sort). Tous les bacs ont reçu un gramme d'aliments de démarrage pour crevettes (Betagro 501S) deux fois par jour. Au cours des premiers jours, les grosses crevettes qui sont mortes ont été remplacées (en général, par de plus petits spécimens, les seuls animaux disponibles).

Lors de la deuxième pesée (le 12 août), toutes les holothuries ont été recueillies, mais seul le poids total a été mesuré. Leur taux de survie était alors de 100 %, mais deux jours plus tard, certaines holothuries du bac n°6 étaient malades. Celles qui sont mortes n'ont pas été retirées. Dix crevettes de chaque bac ont également été capturées et pesées. Lors de la troisième pesée (le 26 août), tous les animaux survivants ont été recueillis. Les holothuries ont été pesées indivi-

duellement, tandis que les crevettes ont été comptées, puis pesées en groupe.

Dans les bacs renfermant des crevettes de petite ou de moyenne taille, ou sans crevettes, le taux de survie moyen des holothuries s'élevait à 99 %, alors qu'en présence de crevettes de grande taille, il n'était que de 69 %. (Il est regrettable que l'on n'ait pas continué l'expérience pendant une période plus longue pour voir si les pertes allaient se poursuivre.) Les holothuries ont enregistré le meilleur taux de croissance dans les bacs comptant de petites crevettes. Le taux de survie moyen des crevettes, quant à lui, était raisonnable (79,6 %). La taille des petites crevettes a presque doublé au cours de l'expérience, alors que celle des grandes n'a pratiquement pas augmenté. (Ces dernières étaient peut-être sous-alimentées, ou incapables d'utiliser efficacement les petites particules de nourriture.)

Conclusions de l'expérience F

1. La taille des holothuries ne semble avoir eu aucun effet sur les taux de croissance ou de survie des crevettes.
2. La présence de crevettes de grande taille (poids moyen d'environ 5 g) pourrait avoir réduit le taux de survie des holothuries au cours de la deuxième période de l'expérience, dans le cas des holothuries de petite, de moyenne et de grande taille (poids moyen se situant entre 7,6 et 28,1 g).
3. Le présence de petites crevettes (poids moyen allant jusqu'à environ 1,5 g) pourrait avoir légèrement fait augmenter le taux de croissance des holothuries.

Tableau 10. Résultats de l'expérience F

variables			29 juillet			12 août				26 août							
bac	holoth.	crevettes	holothuries		crev.	holothuries		croiss. 1ère période (g jour ⁻¹)	pds. moy. (g)	holothuries				crevettes			
			nb.	pds. moy. (g)		nb.	pds. moy. (g)			nb.	pds. moy. (g)	croiss. 2nde période (g jour ⁻¹)	croiss. totale (g jour ⁻¹)	survie (%)	nb.	pds. moy. (g)	survie (%)
12	XL	aucune	12	30,8		12	46,3	1,11		12	41,3	-0,36	0,38	100			
3	XL	petites	12	30,9	0,8	12	42,3	0,82	1,1	12	47,9	0,40	0,61	100	15	1,5	83
13	XL	moy.	12	30,9	2,1	12	37,2	0,45	3	12	38,4	0,09	0,27	100	14	2,7	78
9	XL	grandes	12	29,8	5,0	12	36,7	0,49	5,7	11	42,5	0,41	0,45	92	12	5,1	67
6	grandes	aucune	12	10,3		12	23,8	0,97		11	24,4	0,04	0,50	92			
10	grandes	petites	12	10,2	0,9	12	25,4	1,09	1,1	12	34,3	0,63	0,86	100	14	1,8	78
5	grandes	moy.	12	9,4	2,1	12	24,3	1,06	2,6	12	27,7	0,24	0,65	100	14	3,1	78
4	grandes	grandes	12	9,5	4,5	12	23,4	1,00	4,6	8	28,1	0,34	0,67	67	16	4,8	89
16	moy.	aucune	20	3,2		20	15,0	0,84		20	20,4	0,38	0,61	100			
7	moy.	petites	20	3,6	0,9	20	12,1	0,61	1,1	20	19,0	0,49	0,55	100	13	1,5	72
14	moy.	moy.	20	3,3	2,3	20	9,5	0,44	2,3	20	13,3	0,28	0,36	100	14	2,6	78
1	moy.	grandes	20	3,1	4,7	20	13,4	0,73	5,4	15	17,1	0,27	0,50	75	16	5,8	89
2	petites	aucune	20	1,1		20	7,9	0,49		20	7,3	-0,04	0,22	100			
8	petites	petites	20	1,0	0,9	20	7,6	0,47	1,1	20	18,1	0,75	0,61	100	13	1,5	72
11	petites	moy.	20	1,1	2,2	20	8,5	0,53	2,8	19	15,4	0,49	0,51	95	14	3,0	78
15	petites	grandes	20	1,0	4,9	20	7,6	0,47	4,6	10	9,2	0,12	0,29	50	17	4,8	94

Expérience G : Deux tailles d'holothuries et deux tailles de crevettes (bacs et aquariums)

Bacs

Quinze petits bacs en fibre de verre (diamètre interne de 85 cm (0,57 m²) et profondeur de 46 cm (280 litres)) ont été disposés en trois rangées dans un lieu partiellement ombragé (60 %). Ils ont été alimentés en eau non filtrée à partir d'un bac de fixation (débit d'alimentation et pression variables) à l'aide de buses uniformes, pendant environ 10 heures par jour. Cela s'est traduit par une durée moyenne de rétention d'eau d'environ 24 heures. Une mince couche de sable de plage filtré tapissait le fond des bacs qui ont été recouverts d'un léger filet (mailles d'environ 4,5 mm) destiné à éviter que les crevettes ne sautent à l'extérieur. (Les filtres de sortie des bacs avec crevettes étaient également grillagés.) Les bacs ont reçu une ration quotidienne de 0,5 g d'aliments de démarrage pour crevettes à texture fine (CP 9000), à compter du premier jour de l'expérience. La fréquence d'alimentation et la quantité de nourriture dispensée ont été maintenues à des niveaux très faibles pour évaluer la façon dont se comportent les crevettes à l'égard des holothuries, lorsqu'elles ont faim.

Le 6 juin 2003, les bacs ont été stockés selon cinq combinaisons de variables différentes. Les petites crevettes avaient été élevées dans un bac à partir du stade postlavraire, et les grandes, dans le bassin d'un producteur. Chaque combinaison de variables a été répétée trois fois (les combinaisons ont été réparties de manière aléatoire de manière à être toutes présentes dans chacune des rangées). Les combinaisons étaient les suivantes :

- 12 holothuries de taille moyenne (poids moyen de 3,6 g, densité de 21 m⁻²) et 18 crevettes de taille moyenne (poids moyen de 1,4 g, densité de 32 m⁻²)
- 12 holothuries de taille moyenne (poids moyen de 3,6 g, densité de 21 m⁻²) sans crevettes
- 18 petites holothuries (poids moyen de 0,5 g, densité de 32 m⁻²) et 18 crevettes de taille moyenne (poids moyen de 1,4 g, densité de 32 m⁻²)
- 18 petites holothuries (poids moyen de 0,5 g, densité de 32 m⁻²) et 24 petites crevettes (poids moyen de 0,02 g, densité de 42 m⁻²)
- 18 petites holothuries (poids moyen de 0,5 g, densité de 32 m⁻²), sans crevettes

Aquariums

Six petits aquariums en verre (30 cm x 20 cm x 30 cm) ont été installés et stockés en holothuries et en crevettes de tailles semblables. Les combinaisons de variables sans crevettes ont été omises. Les aquariums n'avaient qu'un dixième de la superficie des bacs en fibre de verre, et leur densité de stockage était environ 3,3 fois plus élevée. Quant à la densité de stockage volumétrique, elle était environ 4,4 fois plus élevée dans les aquariums que dans les bacs. Les aquariums ont obtenu une ration quotidienne de 20 mg de nourriture de démarrage pour crevettes à texture fine, à compter du deuxième jour. L'eau n'a été renouvelée de temps à autre.

Résultats de l'expérience G

Quelques jours après le stockage, une petite holothurie a été trouvée à moitié dévorée dans l'aquarium n°6 (qui renfermait des crevettes de taille moyenne). Le 14 juin, d'autres petites holothuries semblaient

Tableau 11. Résultats présentés par bac (expérience G)

bac	combinaison		06 juin				16 juin						
			holothuries		crevettes		holothuries				crevettes		
	holoth.	crevettes	nb.	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	nb.	pds moy. (g)	croiss (g jour ⁻¹)	survie (%)	nb.	pds moy. (g)	croiss (g jour ⁻¹)
2	moy.	moy.	12	3,7	18	1,40	3	5,7	0,20	25	18	1,390	-0,010
8	moy.	moy.	12	3,6	18	1,40	0			0	17	1,820	0,040
14	moy.	moy.	12	3,5	18	1,40	1	3,0	-0,05	8	18	1,560	0,010
3	moy.	aucune	12	3,5			12	7,9	0,44	100			
6	moy.	aucune	12	3,6			12	8,6	0,50	100			
12	moy.	aucune	12	3,7			12	9,6	0,59	100			
4	petites	moy.	18	0,5	18	1,40	0			0	18	1,610	0,020
7	petites	moy.	18	0,5	18	1,40	0			0	18	1,500	0,010
11	petites	moy.	18	0,5	18	1,40	0			0	18	1,560	0,010
5	petites	small	18	0,5	24	0,02	18	2,7	0,21	100		0,064	0,004
10	petites	small	18	0,5	24	0,02	17	1,6	0,11	94			
13	petites	small	18	0,5	24	0,02	18	2,5	0,20	100			
1	petites	aucune	18	0,5			18	2,8	0,23	100			
9	petites	aucune	18	0,5			18	2,3	0,18	100			
15	petites	aucune	18	0,5			18	2,6	0,21	100			

avoir été attaquées par des crevettes de taille moyenne : certaines d'entre elles s'étaient fait éviscérer, et d'autres étaient mortes (et à moitié mangées).

Le 16 juin, des holothuries des deux tailles, ainsi que des crevettes de taille moyenne, ont été recueillies, comptées et pesées. Dans les bacs renfermant des crevettes de taille moyenne, la plupart des holothuries étaient soit entièrement plates et flasques, soit mortes ou avaient disparu. Des restes de viscères ont été trouvés. Dans les six bacs sans crevettes (ou comportant de petites crevettes), pratiquement toutes les holothuries avaient survécu et grossi. Dans le bac n°10 (petites holothuries, petites crevettes), les holothuries ont affiché un faible taux de croissance, mais ne semblaient pas autrement avoir été perturbées par la présence des crevettes. Malheureusement, les petites crevettes n'ont pas été comptées, et seul un échantillon prélevé dans le bac n°5 a été pesé ; ainsi, les données sur la survie des crevettes et la plupart des données relatives à leur croissance ont été perdues. Malgré leur faible taux de croissance, presque toutes les crevettes de taille moyenne dans les bacs ont survécu.

Toutes les holothuries en présence de crevettes de taille moyenne sont mortes, sauf celles se trouvant dans l'aquarium n°4, qui ont perdu du poids. Les holothuries élevées avec de petites crevettes ont toutes survécu. Six crevettes sont mortes dans ces conditions plutôt difficiles (températures et densités élevées, peu de renouvellement d'eau).

Conclusions de l'expérience G

1. Les crevettes ayant un poids moyen d'environ 1,5 g ont causé la mort de juvéniles d'holothuries dont le poids se situait entre 2,8 et 3,7 g.
2. Les crevettes ayant un poids moyen de 0,02 g n'ont pas attaqué les holothuries de 0,5 g.
3. La présence de petites crevettes ne semble pas avoir eu d'incidence sur la croissance des holothuries.

Discussion

Collectivement, ces sept expériences démontrent que l'élevage simultané des espèces *Holothuria scabra* et *Penaeus monodon* devrait être possible dans de nom-

breuses situations, et que toute interaction néfaste entre ces espèces est susceptible de se produire au détriment des holothuries et non des crevettes. En outre, les chercheurs de l'Institut de recherche aquacole n°3 ont élevé des holothuries de sable en symbiose avec des crevettes en bassin (jusqu'à une taille commercialisable) à au moins deux reprises (Thu, 2003). Lors de ces essais à plus grande échelle, on a obtenu un taux de survie raisonnable à la récolte, aussi bien dans le cas des crevettes que dans celui des holothuries de sable, dans deux bassins sur quatre stockés d'holothuries de sable recueillies en milieu naturel, et dans un bassin sur deux stockés de juvéniles produits en éclosion.

Malgré ces résultats prometteurs dans l'ensemble, la prédation des holothuries de sable par l'espèce *P. monodon* était un phénomène rapide et réel dans certaines conditions. Thu et ses collaborateurs (comm. pers.) ont effectué des essais en bac qui semblent indiquer que les crevettes sont susceptibles d'attaquer les holothuries lorsque la densité de stockage est élevée, mais que ce n'est pas le cas lorsqu'elle est faible. La prédation de juvéniles d'holothuries de sable par les Siganidae et les jeunes crabes de la famille Portunidae a également été observée (Pitt et Duy, 2004).

Il est possible que les holothuries de sable ne constituent pas une proie naturelle ou de prédilection pour les crevettes, mais plutôt une source de nourriture que celles-ci peuvent apprendre à exploiter lorsqu'elles ont faim. Les crevettes seraient peut-être même capables de provoquer l'éviscération des holothuries de manière à pouvoir se nourrir de leurs viscères. Cette hypothèse est corroborée par la présence de juvéniles d'holothuries au corps aplati, d'apparence vide et au tégument intact, observée dans certains bacs.

La figure 2 présente un sommaire des cas dans lesquels il y a eu ou non prédation des holothuries par les crevettes. Il est clair que la mort d'holothuries n'est survenue que dans une minorité de cas, et qu'elle ne se limitait pas simplement aux bacs renfermant une combinaison d'holothuries et de crevettes de taille relativement petite. Il semble plutôt que certaines conditions d'élevage sont susceptibles de rendre les crevettes plus agressives à l'endroit des holothuries de sable.

Tableau 12. Résultats présentés par aquarium (expérience G)

aquarium	combinaison		06 juin				16 juin						
			holothuries		crevettes		holothuries				crevettes		
			nb.	poids moy. (g)	nb.	poids moy. (g)	nb.	poids moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)	survie	nb.	poids moy. (g)	croiss. (g jour ⁻¹)
1	moy.	moy.	4	3,0	6	1,40	0			0	5	1,6	0,016
6	moy.	moy.	4	2,8	6	1,40	0			0	3	2,0	0,056
4	petites	moy.	6	0,5	6	1,40	6	0,3	-0,017	100	5	2,6	0,116
5	petites	moy.	6	0,5	6	1,40	0			0	5	1,8	0,036
2	petites	petites	6	0,5	8	0,02	6	1,2	0,067	100	8	0,063	0,004
3	petites	petites	6	0,5	8	0,02	6	0,8	0,033	100	8	0,063	0,004

Il convient de signaler que les résultats présentés ici doivent être interprétés avec prudence. Bien que les résultats obtenus couvrent l'éventail des interactions attendues entre *H. scabra* et *P. monodon*, la plupart des expériences ne comptaient peu ou pas de répétitions. Ainsi, on ne peut savoir avec certitude si les résultats d'expériences individuelles étaient ou non le fruit du hasard. On encourage fortement la conduite de recherches supplémentaires d'une plus grande rigueur à ce sujet, comportant suffisamment de répétitions, pour étudier les effets de l'élevage simultané d'holothuries de sable et de crevettes de différentes tailles, à différentes densités, sous différents régimes d'alimentation, etc. Les résultats de telles expériences pourraient ainsi servir de point de départ à l'élaboration d'un guide à l'intention des producteurs concernant les combinaisons de tailles à privilégier dans l'élevage simultané des deux espèces.

Bibliographie

Pitt R. and Duy N.D.Q. 2004. Sandfish breeding and rearing in Vietnam. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.-F. and Mercier A. (eds). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper No. T463.

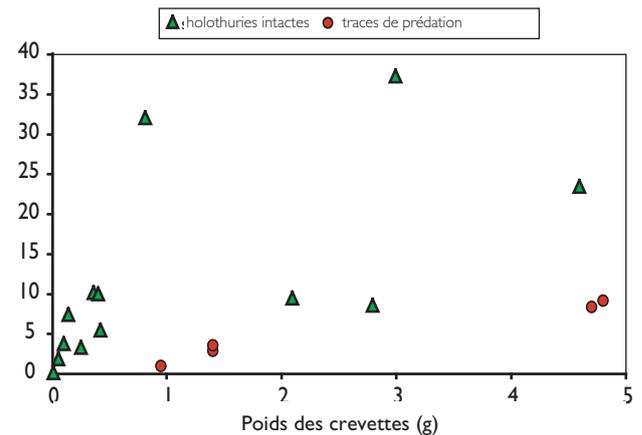


Figure 2. Tailles moyennes des holothuries et des crevettes dans les bacs où les holothuries sont restées indemnes et où elles semblent avoir été tuées par des crevettes

Thu N.T.X. 2003. Project report. Shrimp culture in combination with sea-cucumbers (*Holothuria scabra*) to improve the environment in pond. Ministry of Fisheries Research Institute for Aquaculture No.3, FSPS Programme, SUMA component. 43 p.

Suivi de la population scissipare de *Holothuria atra* d'un récif frangeant de l'Île de La Réunion (océan Indien)

Chantal Conand¹

Introduction

Holothuria atra est l'espèce la plus fréquente et la plus abondante sur les récifs frangeants de l'Île de La Réunion, comme généralement sur les récifs indo-pacifiques (Conand 1996; Conand et Mangion 2002; Jaquemet *et al.* 1999; Uthicke 2001). À La Réunion, sa densité est variable suivant les sites et la zone récifale considérée, et les populations y présentent des structures différentes (Conand 1996). Le rôle de cette espèce dans l'écologie des substrats meubles des récifs de La Réunion est aussi appréhendé actuellement. Son importance pour le remaniement des sédiments est grande, la population étudiée ingérant 78 kg m⁻² an⁻¹ (Mangion *et al.* sous presse).

C'est l'une des espèces d'holothuries qui peuvent se reproduire de manière asexuée par scission, avec des modalités différentes suivant les sites étudiés (Chao *et al.* 1993; Conand 1996; Jaquemet *et al.* 1999; Uthicke 2001). L'importance de la multiplication asexuée est essentielle pour comprendre la génétique des popu-

lations. En effet, des études de génétique sur cette espèce ont aussi démontré que malgré l'importance de la multiplication asexuée, la reproduction sexuée restait essentielle pour la dispersion à grande échelle des larves (Uthicke *et al.* 2001). Cependant, la multiplication asexuée est un mécanisme très répandu chez cette espèce et son influence sur l'abondance des populations et la taille des individus a été étudiée en plusieurs sites, sur la Grande barrière australienne (Uthicke 1997, 2001), à Taiwan (Chao *et al.* 1994), en Nouvelle Calédonie (Conand 1989) et à La Réunion (Conand 1996; Jaquemet *et al.* 1999).

Les résultats présentés ici se rapportent à la poursuite en 1998, 1999 et 2000, de l'échantillonnage réalisé entre novembre 1993 et novembre 1997 qui avait montré la relative stabilité de la densité et des poids moyens des individus (Jaquemet *et al.* 1999). Il s'agit de suivre l'influence de la multiplication asexuée par scission sur la dynamique des populations, en particulier sur la densité et sur la taille (poids) des individus.

Matériel et méthodes

L'échantillonnage a été réalisé à la station de l'arrière-récif de Planch'Alizés (récif de la Saline), une fois par an, en saison chaude. Les méthodes sont les mêmes que celles qui sont utilisées précédemment (Conand 1996; Jaquemet *et al.* 1999). La profondeur moyenne est de 0,70 m. Dans huit quadrats de 10 m², (A1 à A4 selon un transect perpendiculaire au rivage et B1 à B4 A4 selon un transect parallèle au rivage) toutes les *H. atra* sont pesées au gramme et regroupées par classe de poids frais de 10 g.

Le stade de chaque individu par rapport à la scission est noté. On distingue comme dans les études antérieures (Conand et De Ridder 1990; Conand 1996; Jaquemet *et al.* 1999) deux grands types d'individus, les normaux et ceux en cours de multiplication asexuée. Ces deux types permettent de classer les individus selon des catégories différentes (Conand et De Ridder, 1990; Conand, 1996) :

- Les individus "N" (normaux) : ne présentant aucun signe de reproduction asexuée,

- Les individus "F" (fission) : présentant des signes de division transversale en cours (constriction à 45 % du corps à partir de la région antérieure),
- Les individus "A" (antérieur) : venant de se couper et ne possédant que la partie antérieure,
- Les individus "P" (postérieur) : venant de se couper et ne possédant que la partie postérieure,
- Les individus "Ap" (Antérieur-postérieur): présentant des signes de régénération de la partie postérieure,
- Les individus "Pa" (Postérieur-antérieur): présentant des signes de régénération de la partie antérieure

La catégorie "S" regroupe tous les individus provenant de la multiplication asexuée (F, A, P, Ap, Pa).

Résultats

Taux de scission et de régénération

Le tableau 1 présente la synthèse des abondances (et des pourcentages) des différentes catégories d'individus pour chacune des années 1998 à 2000 et la moyenne calculée sur ces trois années.

Tableau 1. Nombre d'individus, différents pourcentages, moyennes (m) et écarts-type (sd) pour le total (T), les individus normaux (N), ceux ayant subi une scission récente (A+P), et ceux en régénération (Ap+Pa).

Date	T	N	A+P	Ap+Pa	F	S
Nov. 1998	380	329	23	27	1	50
%	100	86,58	6,05	7,1	0,26	13,16
Nov. 1999	386	319	27	31	0	58
%	100	82,64	6,99	8,03	0	15,03
Déc. 2000	345	277	32	36	0	68
%	100	80,29	9,27	10,43	0	19,71
m	370,33	308,33	27,33	31,33	0,33	58,67
sd	22,14	27,59	4,51	4,51	0,58	9,02
%	100	83,26	7,38	8,46	0,9	15,84

Les taux de scission A+P sont en moyenne de 7,38 % du total des individus comptés et correspondent aux individus récemment issus de la scission. Les taux de régénération Ap+Pa sont de 8,46 % du total des individus comptés et toujours légèrement supérieurs aux taux de scission. Dans l'ensemble, les individus provenant de la multiplication asexuée, S, représentent 15,84 %. Globalement une légère augmentation de ce taux S est visible pendant cette période de trois ans.

Évolution de la densité

Sur la figure 1 ont été portées les valeurs des trois années de cette étude, à la suite de celles de l'étude précédente. Il apparaît que les densités varient peu; la moyenne pour les trois dernières années est de 4,6 individus m⁻², à cette station d'arrière-récif.

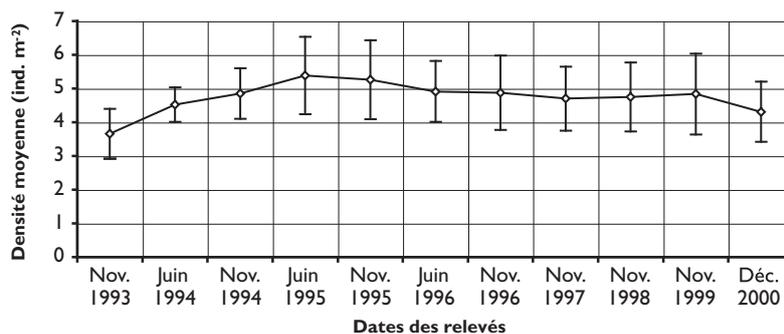


Figure 1. Évolution des densités moyennes (± écart-type) de 1993 à 2000.

Évolution des distributions des poids

La figure 2 présente de manière synthétique, les distributions de poids des individus normaux, pour les trois années consécutives. L'allure générale est très semblable pour ces années, avec trois modes identifiables, vers 30 g en 1998 (légèrement plus grands en 1999 et 2000), 70 g et 95 g. Au-delà, les individus sont plus rares, les plus grands (sauf quelques individus) pèsent 170 g.

La figure 3 présente de manière synthétique les distributions de poids des individus issus de la scission (S du tableau 1). Ils sont majoritairement inférieurs à 20 g et se répartissent jusqu'à 55 g. Ces faibles dimensions montrent bien la perte de poids occasionnée par la scission.

Discussion

Étude des taux de scission et de régénération

Ces trois années d'étude complémentaires confirment l'importance de la multiplication asexuée dans cette population de *H. atra*. En comparaison avec les 15,0% que constituaient les individus provenant de la multiplication asexuée entre 1993 et 1997, les 15,84 % en moyenne pour 1998 à 2000 sont similaires et représentent donc une part stable de la population. Ces valeurs sont assez proches de celles déjà publiées dans d'autres populations de cette espèce (Conand et De Ridder 1990; Chao *et al.* 1994; Conand 1996; Uthicke 1997). La comparaison des résultats sur les taux des différentes catégories d'individus présentés ici, avec le tableau correspondant de l'étude précédente (Jaquemet *et al.* 1999) confirme cette stabilité.

De même, les individus provenant des régions antérieures (A et Ap) sont un peu plus nombreux que ceux provenant des régions postérieures (P et Pa), mais ces derniers sont de plus grande taille, résultant d'une scission qui partage l'individu en parties inégales, comme montré précédemment (Conand et De Ridder 1990).

Évolution de la densité

La figure 1 montre la relative stabilité des densités de *H. atra* à cette station d'arrière récif. Pour l'ensemble des données de saison chaude (pour éliminer les variations saisonnières), la densité moyenne est de 4,8 individus m⁻², en incluant les données précédentes (Jaquemet *et al.* 1999). La multiplication asexuée n'entraîne donc pas de variation de ce paramètre à cette station.

Uthicke (1997, 2001) a montré les variations qui existent entre les prélèvements de *H. atra* sur la Grande Barrière, comme en Nouvelle-Calédonie (Conand 1989) et à La Réunion (Conand 1996). Les variations saisonnières de la scission ont ainsi été confirmées. Cette étude sur une période de 10 ans, effectuées

hors de la saison de scission, a montré que les densités n'ont globalement pas varié.

Évolution des distributions de poids

Pour ces trois années 1998 à 2000, les distributions de poids des individus normaux sont très proches, avec une identification possible de trois modes qui peuvent correspondre à la croissance des individus, qu'ils aient, ou non, subi une scission.

Les distributions de poids des individus provenant d'une scission sont comprises entre 0 et 80 g, peu différentes selon les années. Ces individus sont un petit peu plus légers que ceux de la Grande Barrière (Uthicke 2001).

Conclusion

La population de *H. atra* étudiée qui présente une densité et distribution des poids stables semble avoir atteint une densité optimale par rapport aux conditions abiotiques et biotiques de l'arrière-récif d'une station eutrophe des récifs de La Réunion. Ces résultats peuvent être étendus à l'évaluation de la mortalité. En effet, la scission (et l'apport non évalué de la reproduction sexuée) compense la mortalité (Uthicke 2001). Celle-ci est donc bien supérieure dans les zones d'arrière récif que sur les platiers à La Réunion (Conand 1996), comme c'est aussi le cas dans d'autres populations contrastées de cette espèce par exemple à Taïwan (Chao *et al.* 1994) et sur la Grande Barrière (Uthicke 1997, 2001). Uthicke a présenté un modèle de la multiplication asexuée. Pour valider les hypothèses et analyser leurs conséquences des expériences contrôlées devront être menées sur les paramètres du milieu (stabilité, richesse des sédiments, température, salinité, effet des cyclones, ...) et des populations.

Bibliographie

- Chao S.-M., Chen C.-P. and Alexander P.S. 1994. Reproduction and growth of *Holothuria atra* (Echinodermata: Holothuridea) at two contrasting sites in southern Taiwan. *Marine Biology* 19:565-570.
- Conand C. 1989. Les holothuries aspidochirotes du lagon de Nouvelle-Calédonie : biologie, écologie et exploitation. *Études et Thèses, ORS-TOM, Paris* : 393 p.
- Conand C. 1996. Asexual reproduction by fission in *Holothuria atra* : Variability of some parameters in populations from the tropical Indo-Pacific. *Oceanologica Acta* 19(3):209-216.
- Conand C. et De Ridder C. 1990. Reproduction asexuée par scission chez *Holothuria atra* (Holothuroidea) dans des populations de platiers récifaux. In: *Echinoderm Research*, De Ridder, Dubois, Lahaye et Jangoux (eds), Balkema, Rotterdam : 71-76.

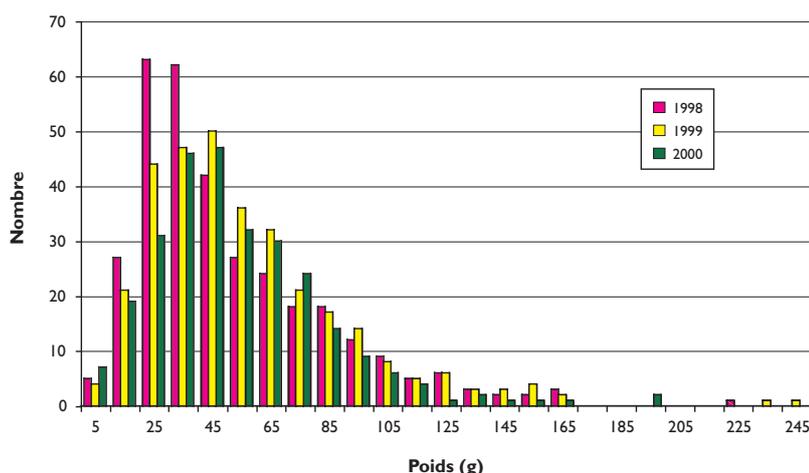


Figure 2. Distribution des poids des individus normaux, pour les saisons chaudes 1998, 1999, 2000.

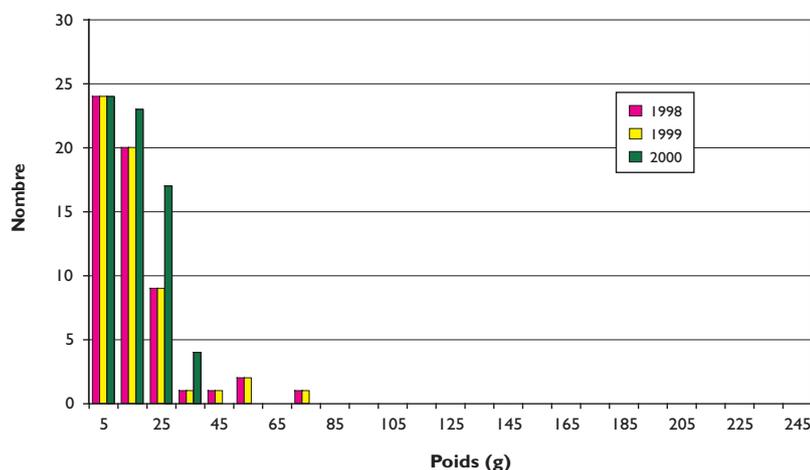


Figure 3. Distribution des poids des individus issus de la scission, pour les saisons chaudes 1998, 1999, 2000.

Conand C. et Mangion P. 2003. Les holothuries des récifs frangeants de La Réunion : diversité, distribution, abondance et structure des populations. *La Bêche-de-mer*, bulletin d'information de la CPS, 17:27-33.

Jaquemet S., Rousset V. et Conand C. 1999. Paramètres de la reproduction asexuée et influence de la scission sur une population de l'holothurie *Holothuria atra* sur un récif frangeant de la Réunion (océan Indien). *La Bêche-de-mer*, bulletin d'information de la CPS 11:12-18.

Mangion P., Taddei D., Frouin P, Conand C. in press. Feeding rate and impact of sediment reworking by two deposit feeders *Holothuria leucospilota* and *Holothuria atra* on a fringing reef (Reunion Island, Indian Ocean). *Proceedings of the 11th International Echinoderm Conference*.

Uthicke S. 1997. Seasonality of asexual reproduction in *Holothuria atra*, *Holothuria edulis* and *Stichopus chloronotus* on the Great Barrier Reef. *Marine Biology* 129: 435-441

Uthicke S. 2001. The influence of asexual reproduction on the structure and dynamics of *Holothuria (Halodeima) atra* and *Stichopus chloronotus* populations of the Barrier Reef. *Journal of Marine and Freshwater Resources* 52:205-215

Uthicke S., Conand C., Benzie J.A.H. 2001. Population genetics of the fissiparous holothurians *Stichopus chloronotus* and *Holothuria atra*: a comparison between Torres Strait and La Reunion. *Marine Biology* 139:257-265.

La scissiparité chez *Holothuria leucospilota* dans les eaux tropicales de Darwin (Territoire du Nord de l'Australie)

Pradina Purwati¹

Résumé

La reproduction par scission d'une population d'*Holothuria leucospilota* a été étudiée dans le port de Darwin. La scission a donné lieu à des parties antérieures de plus petite taille (rapport entre extrémité antérieure A et extrémité postérieure P environ 34,81 %). On peut penser que la capacité de survie est supérieure lorsque ce sont les individus postérieurs (P et Pa) qui prédominent, plutôt que des individus antérieurs (A et Ap). Des observations mensuelles effectuées de septembre 1998 à septembre 1999 ont révélé que la scission se produit tout au long de l'année, à un taux que l'on a estimé à 28 % à East Point et 8 % à Nightcliff. À East Point, l'activité de scission a culminé en avril, ce qui a coïncidé avec une période de reproduction sexuée, lorsque la pluviométrie annuelle était à son maximum et que les récifs étaient à découvert pendant moins de 4 heures par jour. La présente étude laisse à penser que *H. leucospilota* se reproduit par scission pour maintenir le niveau de sa population lorsque le recrutement par reproduction sexuée n'est pas suffisant.

Introduction

Townsley et Townsley (1973) ont signalé la présence de petits individus d'*Holothuria leucospilota* sur Fanning Island, ce qui a conduit à l'hypothèse que le recrutement de cette espèce se fait par scission spontanée. Ce phénomène n'a été confirmé qu'en 1997, lorsque Conand *et al.* (1997) ont observé des cas de scissiparité d'*H. leucospilota* sur l'île de La Réunion, dans l'océan Indien, ce qui porte à dix le nombre total d'espèces d'holothuries qui se reproduisent par scission (Purwati, 2001).

L'une des caractéristiques communes aux holothuries scissipares est le fait que le potentiel de scission ne se réalise pas dans tous les habitats. Les facteurs (locaux ou spécifiques) qui déclenchent la scission ont fait l'objet de débats. Lorsque deux espèces scissipares (ou plusieurs) partagent le même habitat, elles ne subissent pas toutes une scission. Sur l'atoll de Rongelap, *H. atra* se scinde, mais pas *H. leucospilota* (Bonham et Held, 1963). À Heron Island, *S. chloronotus* se scinde, mais pas *H. leucospilota* (Franklin, 1980). Ce type de phénomène se produit également dans le cas de *H. leucospilota*, *H. atra* et *S. chloronotus*, qui partagent le même habitat sur Fanning Island (Townsley et Townsley, 1973), ainsi que dans celui de *H. atra*, *S. chloronotus* et *H. edulis*, élevées dans des conditions de laboratoire (Uthicke, 1997).

Le présent article vise à déterminer la saisonnalité de la reproduction asexuée de *H. leucospilota* dans le port de Darwin, et à analyser les résultats d'observations mensuelles des individus nés par scissiparité. Ces populations d'*H. leucospilota* ayant également une reproduction sexuée (Purwati et Luong-van, 2003), l'importance relative de la scission sera évaluée.

Matériel et méthodes

H. leucospilota a été étudiée à Nightcliff (12°22'45S et 130°50'45E) et à East Point (12°24'20S et 130°50'49E), à Darwin (Territoire du Nord de l'Australie). Ces zones connaissent une saison humide et une saison sèche, avec des marées semi-diurnes. Des individus d'*H. leucospilota* habitaient des zones intertidales d'environ 300 x 500 mètres à Nightcliff et de 500 x 700 mètres à East Point. Ils étaient éparpillés sur les récifs intertidaux, des petits bancs de sable (surtout à Nightcliff) et des zones rocheuses (surtout à East Point).

Densité des populations

Des transects ont été posés dans la zone intertidale de Nightcliff, en novembre 1999. Huit transects de 160 mètres de long ont été posés tous les 20 m, chaque bande contenant huit quadrats circulaires (de 4 mètres de diamètre). On a enregistré le nombre d'individus présents dans chaque cercle.

Le récif d'East Point est une formation rocheuse dont la partie inférieure est constituée de limon et de débris. Il a donc fallu estimer la densité de population séparément. La zone inférieure connaît deux marées basses et hautes par jour. On a réparti au hasard cinq quadrats circulaires (de 4 m de rayon).

Lorsque la marée descendante frappe les rochers, les individus sont le plus souvent piégés dans des flaques d'eau, seules les pleines mers de vive-eau recouvrant la totalité de la zone. Le reflux laisse des flaques de dimensions variables dans les roches sèches ou alternant avec elles. Cette disposition des flaques n'a pas permis d'utiliser des transects. En re-

vanche, des holothuries provenant de sept flaques permanentes ont été dénombrées, afin de pouvoir estimer le nombre d'individus par mètre carré.

Taille et anatomie

On a mesuré tous les trois mois le poids frais de 50 individus sur une balance Pesola de 500 grammes. On n'a recueilli que des spécimens à peau rigide, dont on estime qu'ils retiennent la quantité d'eau optimale dans leur corps. L'eau expulsée de la partie postérieure a également été pesée. Dès qu'un individu choisi au hasard était prélevé dans l'eau, il était placé dans un sac en plastique, suspendu sur la balance, afin de perturber le moins possible l'animal.

Trente individus issus de scission ont été disséqués afin d'examiner leurs organes internes. On a pratiqué l'incision dans le sens de la longueur du corps, du côté ventral, après avoir anesthésié l'animal à l'aide de sulfate de magnésium à 10 % pendant deux à trois heures.

Fréquence de scission

On a observé la scission tous les mois, d'août 1998 à janvier 2000, pendant les basses mers de vive-eau et durant la journée. Cinquante individus, prélevés au hasard, ont été classés selon les catégories de Conand et De Ridder (1990) :

- individu normal (N),
- individu en cours de scission (F),
- individu antérieur (A) ou postérieur (P),
- individu antérieur avec complexe postérieur en cours de régénération (Ap) ou individu postérieur avec complexe antérieur en cours de régénération (Pa).

Les taux de scission et de régénération ont ensuite été estimés d'après les formules de Conand *et al.* (1997) :

- taux de scission (F%) :
$$\frac{(A + P)}{2 \times n} \times 100$$
- taux de régénération (R%) :
$$\frac{(Ap + Pa)}{n} \times 100$$
- produit de la scission (%) :
$$\frac{A + P + Ap + Pa + (2 \times \text{recently fission})}{n} \times 100$$

(n : taille de l'échantillon = 50)

Résultats

Densités de population et taille des individus

À Nightcliff, les flaques étaient relativement peu profondes : en moyenne, moins de 30 cm à marée basse. Le substrat était vaseux et offrait de nombreux abris, grâce à la présence de coraux morts et de rochers. À marée basse, la température de l'eau était de 30 à

36 °C dans les zones exposées, et de 28 à 34 °C dans les creux abrités. Les individus étaient moins nombreux près de la plage. À marée basse, sur la plateforme rocheuse d'East Point, plusieurs flaques étaient plus profondes (50 à 70 cm environ) et avaient une eau plus claire, avec des grains de sable relativement plus gros et moins de vase, au fond, que les flaques de Nightcliff. La température de l'eau au printemps, à marée basse, était comprise entre 30 et 38 °C. Le reste du temps, elle variait de 30 à 36 °C.



Figure 1. Individu en cours de scission, à Nightcliff

La densité des holothuries, à Nightcliff, a été estimée à 0,054 individus m⁻², tandis que l'échantillonnage aléatoire réalisé dans la zone basse d'East Point a donné une estimation de 0,077 individus m⁻², et, dans les flaques des plates-formes rocheuses, de 0,290 individus m⁻².

À Nightcliff, le poids ouvert des individus les plus grands était compris entre 200 et 225 g, et n'atteignait que rarement 275 g. Plus de 50 % des individus ramassés pesaient 50 à 125 g, et les individus de moins de 50 g étaient plus répandus qu'à East Point. La fourchette de taille était plus large à East Point qu'à Nightcliff, le poids de certains individus dépassant 450 g. Des petits individus de moins de 50 g sont apparus en mai 1999, ce qui coïncidait avec une période de scission intensive (figure 2). Un "test T" des tailles individuelles moyennes (mesurées au cours de séances d'échantillonnage successives dans les deux zones) a montré que les spécimens de Nightcliff étaient beaucoup plus petits (test, $P < 0,05$). Des exceptions ont été observées entre juin (à Nightcliff) et mai (à East Point) ($P = 0,1514$), ce qui coïncidait avec un taux de scission élevé à East Point.

La plupart des séances d'échantillonnage successives effectuées à Nightcliff ont mis en évidence une différence importante des tailles moyennes des individus. Cela peut être la conséquence d'un taux de scission relativement stable. À East Point, on n'a pas

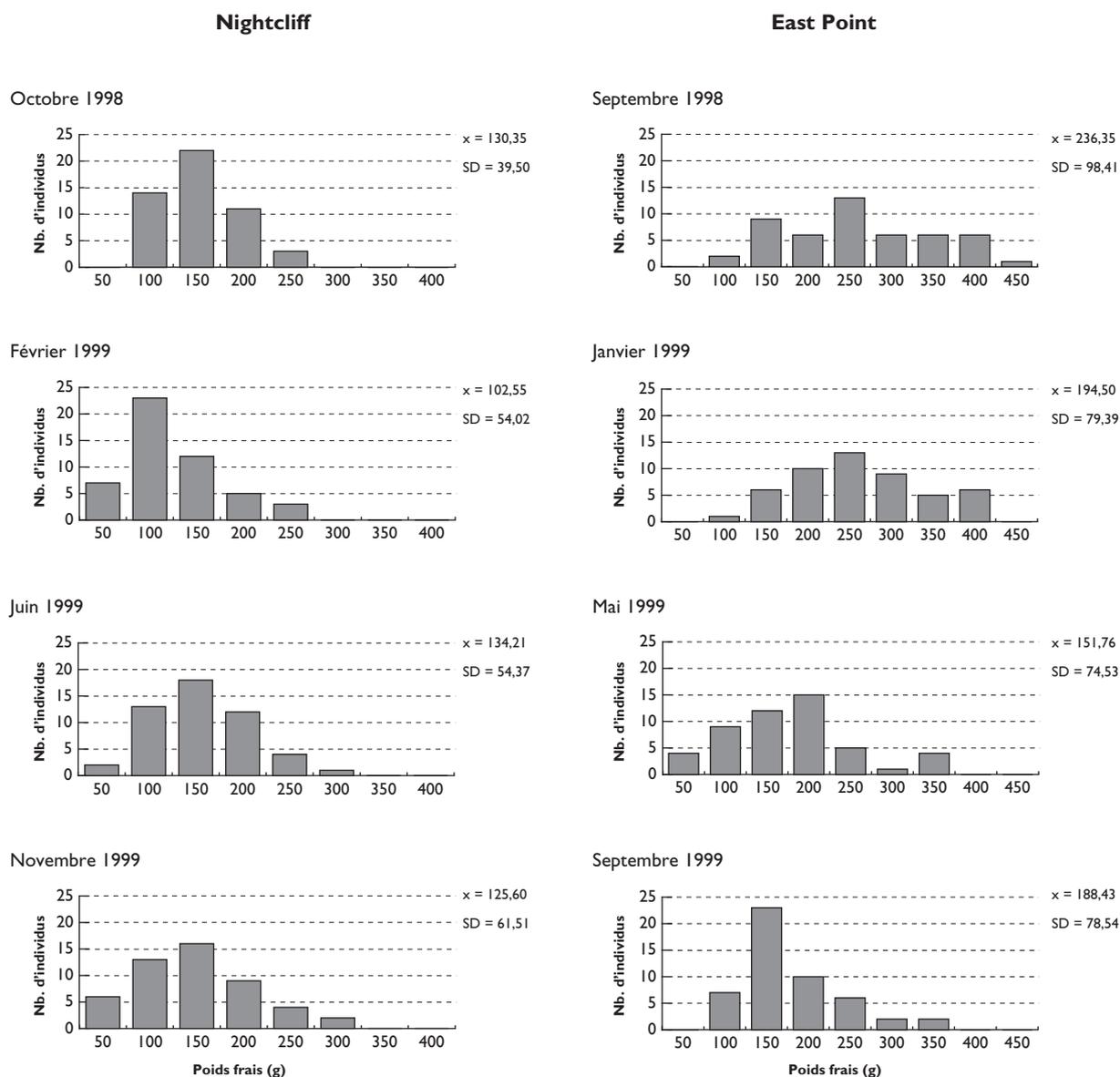


Figure 2. Répartition par taille d'*Holothuria leucospilota* à Nightcliff et East Point

constaté de différence importante, sauf entre janvier et septembre 1999, ce qui coïncidait avec une période antérieure et postérieure à la scission intensive (figure 2).

Dix individus sur 29, conservés en aquarium, se sont mis à se scinder en août-septembre 1998, en mars-avril 1999 et en janvier 2000. Pour estimer le moment où le corps s'est fendu, avant la division, on a enregistré le poids frais de ces animaux (tableau 1).

Fréquences de scission

Toutes les catégories de scission étaient présentes, chaque mois sauf en juillet, à East Point (figure 3). Le produit de scission moyen était de 8,33 % de la population échantillonnée, avec un maximum de 28 % ob-

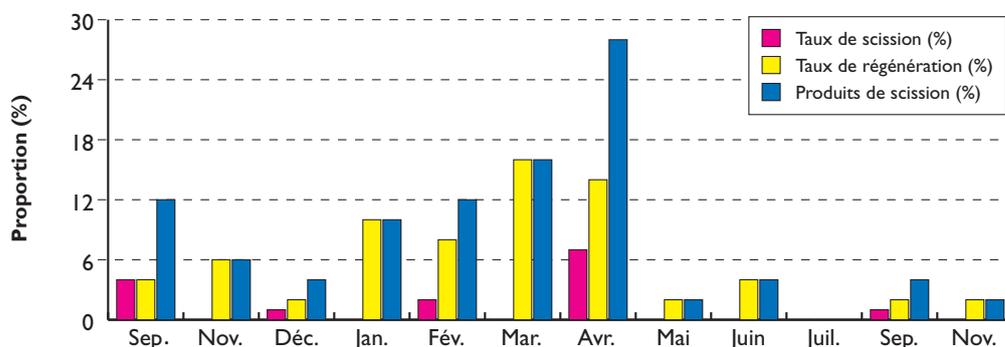
servé à East Point, et de 6 % à Nightcliff avec un maximum de 8 %. La fréquence du taux de régénération a augmenté en janvier et atteint son maximum en mars et avril à East Point. En revanche, à Nightcliff, le taux de régénération a légèrement augmenté et diminué, dans une fourchette de 2 à 6 %, avec un maximum de 8 % en mars.

Les individus récemment scindés étaient toujours moins nombreux que les individus en cours de régénération. Entre catégories en cours de régénération, le nombre de Pa était supérieur (2,0 % à East Point et 1,6 % à Nightcliff) à celui d'Ap (0,9 % à East Point et 0,6 % à Nightcliff), ce qui dénote éventuellement un taux de survie différent pour les deux extrémités.

Tableau I. Proportion, en poids frais (g), d'individus A et P après division transversale en aquarium (n = 10).

Date	Extrémité buccale A (g)	Extrémité anale P (g)	A/P (%)	A/A+P (%)
Août 98	17,40	143,65	12,11	10,80
Septembre 98	61,14	101,05	60,50	37,70
	24,54	63,07	38,91	28,01
	30,39	87,04	34,91	25,88
Mars 99	32,07	102,93	31,16	23,76
	29,74	98,72	30,13	23,15
	22,57	89,09	25,33	20,21
	29,43	73,49	40,05	28,60
Avril 99	43,49	101,17	42,99	
	30,06			
	50,03	156,28	32,01	24,25
Janvier 00	50,03	156,28	32,01	24,25
Moyenne:	34,08	101,65	34,81	25,24
Écart-type (SD)	13,48	28,70	12,56	6,98

a) East Point



b) Night Cliff

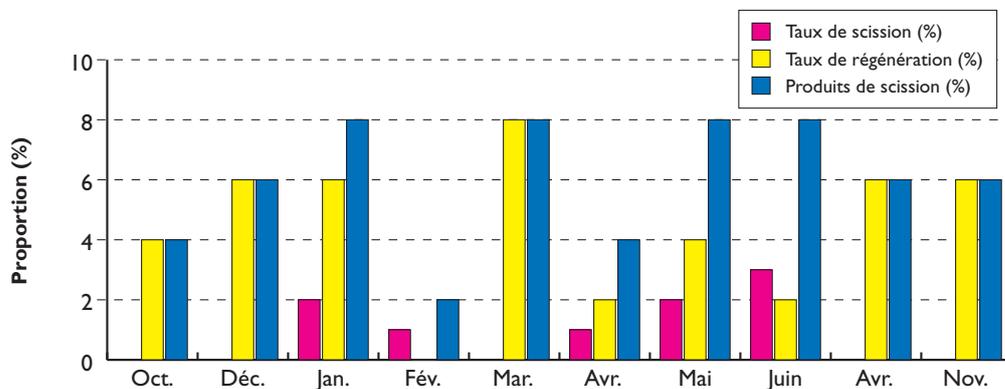


Figure 3. Proportion des produits de scission

Variations anatomiques

Les spécimens qui venaient de se scinder ne présentaient pas de blessure béante à leurs extrémités. Les individus issus de la partie buccale (A et Ap) présentaient toujours un complexe buccal intact, et les individus de la partie anale (P et Pa), un complexe anal intact. Les intestins de la plupart des spécimens étaient vides, ce qui indique qu'ils avaient arrêté de se nourrir. Les bandes musculaires et les intestins semblaient pousser plus tôt que les autres organes, chez les individus issus de la partie antérieure ou postérieure (tableau 2).

Disussion

Le phénomène de scission

Il n'a pas été observé de scission multiple parmi les populations d'*H. leucospilota* étudiées. On n'en a pas constaté non plus parmi d'autres espèces scissipares

d'*Aspidochirota* ou de *Dendrochirota*, bien qu'il ait été signalé six individus d'*H. parvula* issus de scission présentant des parties anale et buccale (Emson et Mladenov, 1987). La scission, chez *H. leucospilota*, ne semblait pas donner naissance à un corps à extrémité ouverte ni détériorer les organes internes. On a émis l'hypothèse que les contorsions et constrictions précédant la scission facilitaient la fermeture de la zone de scission, juste après la séparation des corps. Au laboratoire, on n'a pas observé directement de scission, mais il se peut qu'elle se soit produite la nuit, comme cela a été suggéré pour *S. chloronotus* (Uthicke, 1997).

La régénération des organes internes a commencé peu après la guérison de la blessure externe. Les bandes musculaires ont repoussé chez les individus A et P et ont atteint, en même temps que les intestins, un point unique sur la blessure guérie des extrémités antérieure et postérieure. Les intestins, vides, ne dénotaient aucune activité alimentaire. Chez les individus Ap de la même espèce habitant l'île de La

Tableau 2. État anatomique des individus disséqués

Catégories de scission (morph)	État anatomique
A 10 spécimens en tout	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe antérieur intact. • Intestins vides, de couleur jaune ou verdâtre ; courts, avec rupture à l'extrémité postérieure, ou débouchant directement sur l'extrémité postérieure fermée, attachée au tégument interne, joignant les bouts de cinq paires de bandes musculaires, tandis que cloaque et ouverture anale sont absents. L'un des spécimens observés présentait, dans la partie distale de l'intestin, de petites quantités de grains de sable fins qui n'étaient pas fixés du côté interne de l'extrémité postérieure fermée de l'intégument. Sur un spécimen seulement, les bandes musculaires n'atteignaient pas l'extrémité postérieure. • Poumons : partie distale du côté droit seulement. • Système hémal : présent chez plusieurs individus. • Gonades : parties proximales des tubules pendantes sur la base des gonades observées chez un individu.
P 9 spécimens en tout	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe anal/postérieur intact. • Intestins fins, jaunes ou verdâtres, suffisamment longs pour former un "S" avec une extrémité libre et rompue, ou droits avec l'extrémité postérieure associée à la paroi interne de l'intégument de l'extrémité antérieure fermée, reliant les extrémités des bandes musculaires ; orifice buccal et autre compartiment buccal non développés. • Gonades : sans base gonadique. Un seul individu conservait des parties distales des tubules gonadiques libres dans le coelom.
Ap 5 spécimens en tout	<ul style="list-style-type: none"> • Couronne calcaire et zone buccale intactes. • Intestins : atteignent toujours la partie interne de l'extrémité postérieure fermée. La plupart des individus observés avaient des intestins vides. • Cloaque : chez deux spécimens, structure ressemblant à une membrane ; absent chez les autres. • Gonades : pas observées. Un spécimen observé présentait des organes viscéraux complets, sauf des gonades.
Pa 6 spécimens en tout	<ul style="list-style-type: none"> • Couronne calcaire : absente ou présente ; les tentacules ne sont pas toujours apparents. • Intestins : la partie distale atteignait toujours la surface interne de l'intégument ; relativement longs, parfois en forme de "S". • Système hémal : toujours présent. • Gonades : une femelle et un mâle seulement présentaient des gonades développées (orange chez la femelle, crème chez le mâle, mais tubules de nombre et de taille relativement limités). Sur un spécimen, viscères complets sauf les gonades (l'intégument de l'extrémité antérieure était pâle et conservait l'empreinte de la disposition des tubes ambulacraires).

Réunion, l'anus se serait développé avant l'allongement des intestins, en formant un "S" (Conand *et al.*, 1997). Cela peut prendre beaucoup de temps.

Les parties issues de l'extrémité anale semblent avoir un meilleur taux de survie que les individus provenant de l'extrémité buccale. On a observé le même phénomène chez *H. leucospilota* à La Réunion (Conand *et al.*, 1997) et d'autres espèces, notamment *H. atra* à Nanwan (Taiwan) (Chao *et al.*, 1993) et *S. chloronotus* sur la Grande Barrière de corail (Conand *et al.*, 2002). Toutefois, chez *H. parvula* de Fort Ste Catherine (Bermudes), les deux parties du corps ont des taux de survie similaires (Emson et Mladenov, 1987). Lorsque les individus issus de l'extrémité anale (P et Pa) adoptent certains comportements, par exemple *H. leucospilota* qui fixe son corps par l'extrémité postérieure (Bonham et Held, 1963), ils risquent moins d'être balayés par les courants, tandis que les individus issus de la partie buccale peuvent être plus facilement entraînés et se trouver à la merci de prédateurs.

L'étude confirme que la zone du corps où se produit la scission diffère selon chaque espèce fissipare. La scission produit des individus plus petits, issus de l'extrémité buccale, similaires à ceux que l'on a trouvés à La Réunion (Conand *et al.*, 1997) et sur les îles Fanning (Townsend et Townsend, 1973). Chez *H. atra*, l'individu issu de l'extrémité buccale est plus petit (44 %) que celui de la partie anale (Chao *et al.* 1993 ; Conand 1996), tandis que chez *S. chloronotus*, l'individu issu de l'extrémité buccale est légèrement plus grand que celui de l'extrémité anale (Conand *et al.*, 1998). Parmi les populations de *H. parvula* (Kill 1942 ; Emson et Mladenov 1987) et *H. surinamensis* (Crozier, 1917), la zone de constriction se trouve au milieu du corps.

Dans la présente étude, la base gonadique appartenait à l'individu issu de l'extrémité buccale (A), contrairement aux observations de Conand *et al.* (1997). L'individu issu de l'extrémité anale (P) contenait les parties distales des tubules gonadiques, situés de manière aléatoire dans le cœlum. Il est intéressant de noter que le tubule gonadique, aux deux extrémités, était fermé et conservait des ovocytes à maturité. Il semble que les tubules gonadiques s'étaient pour ainsi dire préparés à se rompre avant même que le corps ne se divise morphologiquement en deux parties distinctes. On ne sait pas si ces tubules ont été absorbés par la suite.

Fréquence de scission

La scission s'est produite tout au long de l'année parmi les populations d'*H. leucospilota*, sur les deux sites. Par comparaison avec la scission continue de la population d'*H. parvula* aux Bermudes (Emson et Mladenov, 1987), ou la scission saisonnière de *S. chloronotus* à La Réunion (Conand *et al.*, 1998), la période de scission pour *H. leucospilota* était plus brève. Des fréquences de scission supérieures à East Point coïncidaient avec une forte pluviosité, de décembre à mars. Pendant cette période, des marées basses de

vive-eau dénudaient le récif de 11 heures à 16 heures (de même qu'à Nightcliff), ce qui confirme les observations de Ferns (1995). Au cours de ces mois, la dessiccation était plus intense, l'exposition directe aux rayons du soleil plus forte et la température de l'eau plus élevée, tandis que la salinité était moindre. Une seule de ces conditions, ou leur association, peut déclencher la scission.

La scission spontanée d'*H. leucospilota* s'est également produite en laboratoire, en dehors des conditions environnementales précitées. Deux autres espèces scissipares, *S. chloronotus* et *H. edulis*, se sont divisées dans des conditions de laboratoire (Uthicke, 1997). À moins que des facteurs stimulants inconnus n'aient été présents dans le laboratoire, il se peut que les individus aient été naturellement stimulés avant d'être transférés à ce laboratoire. En ce cas, il faudrait un certain temps "d'incubation" avant que les individus ne réagissent aux stimuli. Or, cela est peu probable, étant donné qu'une scission se produisait encore après deux à trois semaines de séjour des individus au laboratoire. Une sous-alimentation pourrait aussi être l'un des stimulants possibles de la scission, les individus élevés n'ayant pas reçu de nourriture. Là encore, il était peu probable que ce facteur ait déclenché la scission pour *H. atra*, espèce vivant généralement dans des zones eutrophisées (Conand, 1996), au cours d'expériences pendant lesquelles on a davantage alimenté les holothuries se nourrissant de sédiments (Uthicke, 1997). Les intestins vides et les fragments fermés des tubules gonadiques d'individus récemment divisés tendent à prouver que les organes internes se sont préparés à la division avant que le corps ne se scinde en deux.

Rôle de la scission dans la population

L'étude en cours confirme les caractéristiques générales des populations scissipares : des populations à forte densité composées en majorité de petits individus (Chao *et al.*, 1993 ; Conand *et al.*, 1998 ; Uthicke, 1997). Lorsque la scission produit de petits individus, l'habitat peut en accueillir un plus grand nombre, la biomasse étant liée à la capacité de l'habitat (Uthicke, 2001). À titre de comparaison, il a été signalé que la population de *H. leucospilota* sur l'île d'Heron, où il ne se produit pas de scission, a un poids frais de 10 à 1 200 grammes et une densité de 0,031 à 0,245 individus m⁻² (Franklin, 1980).

Plusieurs chercheurs estiment qu'un taux de scission élevé et un faible recrutement de juvéniles issus de fécondation des gamètes peuvent donner à penser que la scission joue un rôle important dans le maintien des populations locales. Elle peut contribuer soit à maintenir la densité de population (Emson et Mladenov, 1987 ; Conand *et al.*, 1998), soit à l'augmenter (Chao *et al.*, 1993 ; Chao *et al.*, 1994). Cela semble être le cas pour les populations de Nightcliff et d'East Point, où l'on a trouvé peu de petits individus normaux de moins de 10 cm de longueur ou d'un poids frais inférieur à 10 grammes.

Les espèces scissipares ne font appel à la reproduction asexuée que dans certains habitats. Mais on n'a jamais signalé de population scissipare qui ne développe pas de gonades (et qui ne sont donc pas capables de se reproduire sexuellement). Cela tend à démontrer que la scission est une stratégie secondaire, qui n'intervient qu'en cas d'échec de la reproduction sexuelle.

Naturellement, chaque population tente d'atteindre une densité optimale dans son habitat (Uthicke, 1997). Chez les holothuries scissipares, les deux modes de reproduction, asexuée et sexuelle, peuvent intervenir simultanément afin de maintenir la population. Lorsque la reproduction sexuelle n'est pas en mesure d'atteindre la densité de population optimale (nombre de géniteurs insuffisant ou échec aux stades embryonnaire et larvaire), la scission entre en jeu pour compenser. Cette hypothèse demande à être étudiée plus avant. Toutefois, la confirmation du double rôle de la scission (en remplacement et en complément de la reproduction sexuelle) dans le maintien de la population apporterait un démenti à l'hypothèse, avancée par Emson et Mladenov (1987), Chao *et al.* (1994) et Conand (1996), selon laquelle la scission réduirait l'activité de reproduction sexuelle.

L'efficacité de la reproduction sexuelle peut diminuer au fur et à mesure que la taille des individus se réduit, par suite de scission. D'autre part, le développement des gonades dans la population peut ne pas garantir le succès du recrutement sexuel, des échecs pouvant se produire après la libération des gamètes. Lorsque l'environnement devient dangereux pour le recrutement sexuel, la scission semble avoir le potentiel de compenser l'échec, les individus issus de scission s'étant déjà adaptés aux habitats des parents et habitués à éviter les prédateurs (Emler *et al.*, 1987). Dans ces cas, la scission contribue davantage au maintien de la population.

À la différence des populations de *S. chloronotus* de la Grande Barrière de corail et de La Réunion, où la scission et la ponte se produisent à des périodes différentes (Conand *et al.*, 2002), celles de *H. leucospilota* manifestent à la fois, au cours du même mois, une activité limitée de ponte (Purwati et Luong-van, 2003) et une importante activité de scission. Faut-il en conclure que la scission est la principale stratégie de maintien de la population dans l'habitat local du port de Darwin ? Quelle que soit l'importance de la reproduction asexuée chez cette population de *H. leucospilota*, elle maintient l'équilibre des sexes dans la population, avec un rapport de 1:1 (Purwati et Luong-van, 2003). Cela signifie que la fécondation peut encore se produire ou, en d'autres termes, que la capacité de cette population de *H. leucospilota* de se reproduire sexuellement n'est pas affectée par la scission. Chez *S. chloronotus*, un taux de scission élevé produit une population qui compte davantage de mâles que de femelles (Conand *et al.*, 2002), ce qui pourrait impliquer que les mâles ont un plus grand potentiel de scission. En conséquence, pendant les

épisodes de ponte, il se trouve un nombre limité d'œufs dans la colonne d'eau, et les chances de reproduction sexuelle fructueuse sont limitées. Il est donc vrai que la scission réduit la capacité de reproduction sexuelle de cette population, comme pour *H. atra* (Conand, 1996).

L'exploitation possible du potentiel de scission

Le commerce de la bêche-de-mer concerne 15 à 20 espèces d'holothuries, dont au moins quatre espèces scissipares. Le potentiel de scission de ces espèces pourrait être exploité de manière à reconstituer les stocks et améliorer la population. Reichenbach et Holloway (1995) ont conduit une intéressante expérience de scission sur plusieurs espèces d'holothuries commercialisées. Des spécimens ont été entourés de rubans de caoutchouc pour induire la scission. Cette technique a stimulé la division binaire, mais un taux élevé de survie des deux parties n'a été obtenu que pour *S. chloronotus* et *Thelenota ananas*. *A. miliaris* et *S. variegatus* ont pu développer la partie antérieure des individus issus de l'extrémité anale, malgré le fait que les trois dernières espèces citées ne sont pas réputées se diviser spontanément dans leur milieu naturel. Chaque espèce scissipare ayant un point de scission qui lui est propre, des rubans de caoutchouc disposés correctement augmentent probablement le taux de survie des deux parties. Cela peut à son tour augmenter les chances de réussite d'un programme d'amélioration des stocks d'holothuries faisant appel à la reproduction par induction de la scission.

Remerciements

Les analyses et études reproduites dans le présent article ont été conduites avec les encouragements et l'assistance scientifique de mes directeurs de recherche, J.T. Luong-van et Michel Guinea, de l'Université du Territoire du Nord. Je remercie sincèrement C. Conand pour ses précieuses suggestions, ainsi que l'AusAID pour son concours financier tout au long de cette étude.

Bibliographie

- Bonham K. and Held E.E. 1963. Ecological observation on the sea cucumbers *Holothuria atra* and *Holothuria leucospilota* at Rongelap Atoll, Marshall Islands. *Pacific Science* 17:309-314.
- Chao S.-M., Chen C.-P. and Alexander P. S. 1993. Fission and its effect on population structure of *Holothuria atra* (Echinodermata: Holothuroidea) in Taiwan. *Marine Biology* 116:109-115.
- Conand C. 1996. Asexual reproduction by fission in *Holothuria atra*: variability of some parameters in populations from the tropical Indo-Pacific. *Oceanologia Acta* 19(3-4):209-216.
- Conand, C. and DeRidder C. 1990. Reproduction asexuée par scission chez *Holothuria atra*

- (Holothuroidea) dans des populations de plattiers récifaux. In: DeRidder, Dubois, Lakaye and Jangoux (eds). Echinoderm Research. Balkema Rotterdam. 71–75.
- Conand C., Morel C. et Mussard R. 1997. Une nouvelle observation de la reproduction asexuée chez les holothuries : scission dans les populations de *Holothuria leucospilota* à La Réunion, océan Indien. La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 9:5–11.
- Conand C, Uthicke S. and Hoareau T. 2002. Sexual and asexual reproduction of the holothurian *Stichopus chloronotus* (Echinodermata): a comparison between La Réunion (Indian Ocean) and east Australia (Pacific Ocean). Invertebrates Reproduction and Development 41(1–3):235–242.
- Conand C., Armand J., Dijoux N. et Garryer J. 1998. Reproduction asexuée par scission dans une population de *Stichopus chloronotus*, La Réunion, océan Indien. La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 10:15–23.
- Crozier W.J. 1917. Multiplication by fission in holothurians. The American Naturalist 51:560–566.
- Emler R. B., McEdward L.R. and Strathmann R.R. 1987. Echinoderm larval ecology viewed from the egg. In: Jangoux M. and Lawrence J.M. (eds). Echinoderm studies 2:55–136. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Emson R.E. and Mladenov P.V. 1987. Studies of the fissiparous holothurians *Holothuria parvula* (Selenka) (Echinodermata: Holothuroidea). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology III:159–211.
- Ferns L.W. 1995. Community structure of Scleratinian coral and benthic algae on macrotidal fringing reef flat, Nightcliff, Northern Territory, Australia. BSc., Northern Territory University.
- Franklin S.E. 1980. The reproductive biology and some aspects of the population ecology of the holothurians *Holothuria leucospilota* (Brandt) and *Stichopus chloronotus* (Brandt). PhD., University of Sydney.
- Kille K.R. 1942. Regeneration of the reproductive system following binary fission in the sea cucumber, *Holothuria parvula* (Selenka). Biology Bulletin 83:55–66.
- Purwati P. 2001. Reproduction in *Holothuria leucospilota* in the tropical water of Darwin, NT, Australia. MSc. thesis at Northern Territory University NT. 147 p.
- Purwati P. et Luong-van J.T. 2003. La reproduction sexuelle chez une espèce d'holothurie fissipare, *Holothuria leucospilota* Clark 1920 (Echinodermata : Holothuriidea). La bêche-de-mer, Bulletin de la CPS 18:33–38.
- Reichenbach N. and Holloway S. 1995. Potential for asexual propagation of several commercially important species of tropical sea cucumber (Echinodermata). Journal of the World Aquaculture Society 26(3):272–278.
- Townsley S.J. and Townsley M.P. 1973. A preliminary investigation of biology and ecology of the holothurians at Fanning Island. Hawaii Institute of Geophysics. University of Hawaii.
- Uthicke S. 1997. Seasonality of asexual reproduction in *Holothuria* (*Halodeima*) *atra*, *H. edulis* and *Stichopus chloronotus* (Holothuroidea: Aspidochirotida) on the Great Barrier Reef. Marine Biology 129:435–441.
- Uthicke S. 2001. Influence of asexual reproduction on the structure and dynamics of *Holothuria* (*Halodeima*) *atra* and *Stichopus chloronotus* populations of the Great Barrier Reef. Marine Freshwater Research 52:205–215.

L'évaluation des caractéristiques de la bêche-de-mer par échelonnement¹

Timothy H. Lo

L'achat d'holothuries séchées (bêche-de-mer) et leur réhydratation à des fins culinaires ont toujours exigé beaucoup de temps. La présente étude vise à fournir des conseils relatifs à la mise au point de produits plus pratiques. Plus précisément, elle a pour but :

- d'établir les critères utilisés par les restaurants pour évaluer la qualité de la bêche-de-mer, et d'en évaluer l'importance, et
- de produire un "schéma de valeurs hiérarchiques", qui relie les caractéristiques du produit aux conséquences et valeurs qui y sont rattachées.

Cette étude fait appel à la technique de l'échelonnement pour cerner les caractéristiques clés de la bêche-de-mer et les relier à des conséquences. Par échelonnement, on peut déterminer les caractéristiques du produit et leurs effets en appliquant la théorie de l'analyse des moyens et des fins (Grunert, 1995). Les conséquences sont importantes ; comme l'ont observé Bredahl *et al.* (1998) en ce qui a trait à la conception des produits, il est nécessaire de traduire les exigences des consommateurs en spécifications techniques dont peuvent tenir compte les producteurs. Dans le cas de la bêche-de-mer, il s'agit toutefois d'une question particulièrement complexe puisque les perceptions de la majorité des propriétaires de restaurant au sujet du produit sont différentes de celles qu'ont les consommateurs à l'égard de sa qualité après cuisson. Olsen et Reynolds (2001) font remarquer que l'analyse des moyens et des fins repose avant tout sur une bonne compréhension des conséquences. Ainsi, cette étude vise à déterminer comment les restaurants évaluent la qualité de la bêche-de-mer, et à cerner les incidences de leurs choix, à partir de certains critères. L'étude a porté sur un échantillon de 10 chefs et de 4 grossistes/détaillants établis à Singapour. Les répondants choisis avaient une bonne connaissance du produit, et étaient disposés à en parler. Les informations recueillies au cours des entretiens ont été codées, et leur fréquence a été analysée au moyen d'une matrice. Le schéma de valeurs hiérarchiques (figure 1) présente un sommaire des liens les plus fréquents qui existent entre les caractéristiques et les conséquences.

Teneur en humidité

La teneur en humidité a une incidence sur la durée de conservation (figure 1). Pour la mesurer, il faut évaluer le poids de la bêche-de-mer par rapport à sa taille, en déterminer la dureté, et la sentir pour y déceler toute odeur inhabituelle. Plus le spécimen est

léger, plus il est sec, bien que de nombreux facteurs aient une incidence sur le poids. La présence de sel, de sable et de poudre de calcium, tout comme l'épaisseur du tégument, peuvent influencer sur le poids ; ainsi, l'utilisation du poids pour mesurer la teneur en humidité exige de l'expérience. Plus le spécimen est dur, plus il est sec ; toutefois, toutes les espèces sont différentes, certaines d'entre elles étant plus molles que d'autres. Une bêche-de-mer que l'on ne fait pas sécher convenablement pourrira et dégagera une mauvaise odeur. Pour la majorité des répondants, les conséquences de la teneur en humidité sont principalement économiques. Toutefois, la matrice révèle qu'une minorité de répondants ont fait le lien entre la teneur en humidité, d'une part, et la réhydratation, les méthodes de cuisson, et la qualité gustative, d'autre part. Cela laisse supposer que la teneur en humidité a des répercussions tant sur le plan économique qu'alimentaire.

Apparence extérieure

Il importe que la bêche-de-mer ne soit pas endommagée car elle risque de se désagréger pendant la cuisson (figure 1). Ce principe est particulièrement vrai dans le cas des spécimens servis entier. Par exemple, une bêche-de-mer entière farcie de viande se morcellerait si son tégument était fissuré. La présentation du plat en souffrirait, ce qui nuirait à la réputation du restaurant. Certains répondants ont mentionné qu'un tégument lisse représente une qualité importante dans le cas de certaines espèces puisqu'il s'agit d'une indication que l'holothurie était encore vivante au moment de sa capture. Selon ces répondants, la texture du tégument a une incidence sur la qualité gustative de la bêche-de-mer. Toutefois, les caractéristiques d'un tégument lisse ou rugueux n'ont pu être confirmées puisque la texture de cette partie du corps de l'holothurie varie grandement d'une espèce à l'autre. Qui plus est, la texture du tégument n'a été mentionnée que par deux répondants ; on estime donc qu'il ne s'agit pas d'un critère de qualité important. La bêche-de-mer doit également avoir une forme arrondie uniforme. L'apparence extérieure est un critère sur lequel les producteurs peuvent mettre l'accent pour accroître la valeur de leur produit sans en modifier les caractéristiques inhérentes. En tenant compte du fait que la bêche-de-mer est destinée à être servie entière, les producteurs peuvent en soigner l'apparence extérieure au moment du processus de transformation. Subasinghe (1992) décrit les méthodes de transformation permettant d'obtenir une apparence extérieure acceptable.

1. Résumé d'un document soumis en vue de l'obtention d'une licence en agro-alimentaire (spécialisation en aquaculture) à l'Université de technologie de Curtin.

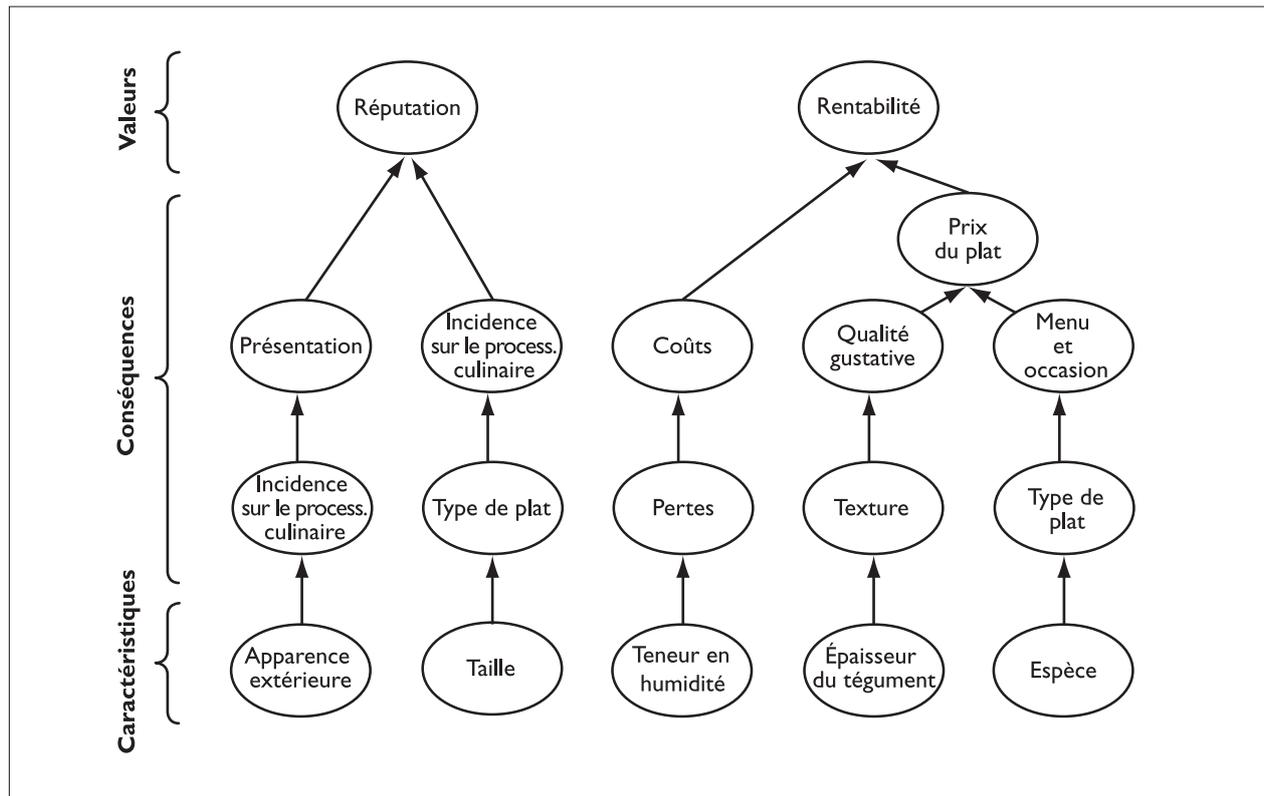


Figure 1. Schéma de valeurs hiérarchiques des caractéristiques de la bêche-de-mer

Taille

La taille de la bêche-de-mer a une incidence sur le type de plat et le mode de cuisson (figure 1). Différentes recettes exigent différents temps de cuisson, et un spécimen risque de ne pas être cuit à la perfection s'il est de la mauvaise taille. Une bêche-de-mer que l'on a trop fait cuire devient flasque, ce qui peut nuire à la réputation d'un restaurant. Les chefs des restaurants Huat Kee Teochew et Quan Xiang Yuan ont mentionné qu'ils préfèrent acheter un sac de spécimens non calibrés à un prix bon marché plutôt qu'un lot de spécimens calibrés. Pour les restaurants, il est important de disposer d'individus de tailles diverses afin de permettre la préparation d'une variété de plats. Les bêches-de-mer de plus grande taille peuvent coûter plus cher, mais elles sont cuisinées différemment et leur temps de cuisson est plus long. De plus, les plats exigeant de tels spécimens sont souvent préparés lors d'occasions spéciales (par exemple, on sert de la bêche-de-mer rôtie, accompagnée d'un canard entier, à l'occasion de noces). Lorsqu'il se porte acquéreur d'un lot de spécimens non calibrés, de taille et d'apparence diverses, l'acheteur fonde sa décision sur le revenu qu'il peut en tirer. Les spécimens de piètre apparence vendus à un prix moindre sont découpés et utilisés dans des recettes exigeant des morceaux de bêche-de-mer. Les restaurants continueront probablement à privilégier l'achat de sacs de spécimens non calibrés ; ainsi, le calibrage est une pratique qui semble être davantage indiquée dans le cas des producteurs ciblant les mar-

chés de détail ou des transformateurs vendant de la bêche-de-mer réhydratée.

Épaisseur du tégument

Lorsqu'on évalue la qualité d'une bêche-de-mer, la texture est la caractéristique la plus importante à considérer, le produit lui-même n'ayant pas de goût distinctif. Il s'agit donc du critère de qualité sur lequel mettent l'accent les consommateurs. Par bonne texture, on entend un tégument qui a une certaine élasticité sans être mou ou coriace. De manière générale, un tégument plus épais donne une meilleure texture, mais chaque espèce d'holothurie possède des caractéristiques uniques à cet égard. L'espèce la plus prisée (*Apostichopus japonicus*), appelée "Qi Sam", est connue pour sa texture plus ferme ou croustillante. Les holothuries de grande taille ont habituellement un tégument plus épais ; par conséquent, l'épaisseur du tégument compte davantage dans le cas des holothuries de petite et moyenne taille. Les répondants utilisent l'épaisseur du tégument comme un indicateur de la texture et de la qualité gustative. La qualité gustative se répercute sur le prix des plats et les revenus générés.

Espèces

Différentes espèces de bêche-de-mer sont utilisées dans différents plats, et différents plats sont servis à différentes occasions (figure 1). Les prix sont ajustés en fonction du plat, ce qui a une incidence sur les re-

venus (figure 1). Les chefs s'inspirent des traditions culinaires propres à différentes régions de la Chine, connues pour l'utilisation d'espèces particulières de bêche-de-mer. Ainsi, lorsqu'on commercialise ce produit auprès des restaurants, il importe de choisir les espèces en fonction du style culinaire de l'établissement ciblé. Il convient de noter que chaque espèce possède ses propres caractéristiques. La bêche-de-mer est classée par espèce, et certaines espèces ne se trouvent que dans des pays précis. Par conséquent, le pays d'origine est un autre indicateur de la qualité et de l'uniformité du produit. L'uniformité est un facteur crucial puisque les chefs s'habituent à utiliser la bêche-de-mer d'une certaine façon pour obtenir des qualités gustatives particulières. Les restaurants s'efforcent donc de maintenir des liens étroits avec leurs fournisseurs, de manière à pouvoir systématiquement acheter de la bêche-de-mer en provenance de la même région.

Discussion

L'importance de ces liens tient également au fait que l'on ne peut réellement mesurer la qualité de la bêche-de-mer qu'une fois qu'elle a été réhydratée (c'est-à-dire après l'achat). Il doit donc exister une relation de confiance entre les fournisseurs et les restaurants. Les producteurs ayant des liens étroits avec les fournisseurs peuvent sans doute assurer aux restaurants un approvisionnement plus régulier en bêche-de-mer provenant de la même région. Selon Walter (2003), l'existence de liens étroits avec les fournisseurs se traduit également par le développement plus rapide de nouveaux produits, à un moindre coût. L'établissement de liens solides avec les fournisseurs est donc mutuellement avantageux pour les producteurs, les fournisseurs et même les consommateurs de bêche-de-mer. Bien que cette étude se soit principalement intéressée aux restaurants, il ne s'agit que de l'une des quatre catégories distinctes de clients des producteurs de bêche-de-mer. Parmi les différentes catégories identifiées, on compte les restaurants, les détaillants, les grossistes et les transformateurs. Zucker et Anderson (1998) laissent supposer que des préférences différentes caractérisent chacun de ces paliers. Comme il a déjà été mentionné, certains restaurants préfèrent acheter des sacs de bêche-de-mer non calibrés à un prix moindre. Par conséquent, en créant de la valeur pour les clients, il pourrait être utile de différencier les catégories de clients ciblées. Une tendance vers l'achat, par les restaurants, de bêche-de-mer préalablement réhydratée s'est dégagée au cours de la présente étude. Ce constat laisse supposer que le secteur de la transformation qui produit la bêche-de-mer réhydratée prend de l'ampleur. Des représentants du restaurant Da Dong, de l'hôtel Marriott et des Sheraton Towers ont indiqué que la transformation des holothuries est une tâche qui exige beaucoup de temps et de travail. Sorensen *et al.* (1996) ont conclu que les avantages pratiques du poisson, tant pour l'achat que pour la préparation et la consommation, étaient considérés importants pour les consommateurs de produits de la mer. Par conséquent, en

mettant au point de nouveaux produits, les producteurs de bêche-de-mer pourraient s'efforcer de créer de la valeur en misant sur la commodité. L'innovation en matière de recherche et de développement est également un élément crucial pour l'avenir des industries alimentaires traditionnelles (Jordonna, 2000). Les chefs de restaurant ont indiqué que les produits de la mer tels que la langouste, l'ormeau et la vessie de poisson sont maintenant plus populaires que la bêche-de-mer. Si l'industrie de la bêche-de-mer ne parvient pas à innover, elle pourrait perdre une part de marché encore plus grande.

On enduit couramment la bêche-de-mer de poudre de calcium pour la protéger contre les insectes et l'humidité. Toutefois, il existe des informations contradictoires concernant cette pratique. Les consommateurs de Hong Kong préfèrent la bêche-de-mer enduite de poudre de calcium (Ferdouse, 1997), alors que, selon un représentant du restaurant Huat Kee Teochew, il s'agit d'une stratégie adoptée par les producteurs pour en augmenter le poids. Par ailleurs, le chef Chan, du restaurant Cantonese Cuisine, a expliqué que si la bêche-de-mer n'est pas convenablement lavée pour en retirer la poudre de calcium, elle risque d'avoir un goût amer. Des études quantitatives sont nécessaires pour déterminer s'il existe un parti pris à cet égard, bien que de l'emballage puisse également être utilisé pour protéger la bêche-de-mer contre les insectes et l'humidité. L'emballage de protection présenterait même des avantages pratiques puisqu'il ne serait pas nécessaire de frotter la bêche-de-mer pour en enlever la poudre de calcium.

Si le marché est orienté de manière à améliorer le rendement des entreprises, cela suppose que celles-ci adaptent continuellement leurs produits aux besoins du marché (Grunert *et al.*, 1996). Ainsi, le présent débat a surtout porté sur la création de valeur pour les consommateurs de bêche-de-mer par la mise au point de nouveaux produits et l'établissement de liens plus étroits. Toutefois, l'industrie alimentaire évolue lentement et graduellement, et non par bonds technologiques (Grunert *et al.*, 1996). Ce principe est probablement vrai dans le cas de la bêche-de-mer elle-même, mais pas nécessairement dans le cas des produits à valeur ajoutée. Par exemple, les techniques d'emballage qui permettent aux supermarchés d'empiler les cartons de fraises plus efficacement peuvent créer de la valeur sans modifier le produit lui-même. Les producteurs de bêche-de-mer devraient donc s'efforcer de créer de la valeur dans des créneaux précis en augmentant les avantages pratiques du produit.

En outre, cette étude ne s'est pas intéressée aux possibilités offertes par le produit sur le plan pharmaceutique. Chen (2003) a souligné la tendance à la fabrication d'extraits de bêche-de-mer en tant que suppléments alimentaires et aliments fonctionnels. Dans ce domaine, le développement de produits pourrait évoluer plus rapidement que dans l'industrie alimentaire. Par conséquent, l'utilisation de la bêche-de-mer

à des fins pharmaceutiques devrait constituer à l'avenir une priorité en matière de recherche.

Bibliographie

- Bredahl L., Grunert K.G. and Fertin C. 1998. Relating consumer perceptions of pork quality to physical product characteristics. *Food Quality and Preference*, 9(4):273–281.
- Chen, J. 2003. Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China. *SPC Beche-de-Mer Information Bulletin* 18:18–23.
- Ferdouse F. 1997. Beche-de-mer and sharkfin - markets and utilisation, INFOFISH International.
- Grunert K.G. 1995. Food quality: A means-end perspective. *Food Quality and Preference* 6(3):171–176.
- Grunert K.G., Baadsgaard A., Larsen H. A. and Madsen T. K. 1996. Market orientation in food and agriculture. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Jordanna J. 2000. Traditional foods: Challenges facing the European food industry. *Food Research International* 3–4(33):147–152.
- Olson C.J. and Reynolds J.T. 2001. The means-end approach to understanding consumer decision making. In: Olson C.J. and Reynolds J.T. (eds). *Understanding consumer decision making*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sorensen E., Grunert K. and Nielsen N. 1996. The impact of product experience, product involvement and verbal processing style on consumers' cognitive structures with regard to fresh fish. Working Paper 42, Aarhus School of Business, Aarhus.
- Subasinghe S. 1992. Shark fin, sea cucumber and jellyfish: A processor's guide. Infomark, Malaysia.
- Walter A. 2003. Relationship-specific factors influencing supplier involvement in customer new product development. *Journal of Business Research* 56(9):721–733.
- Zucker A.D. and Anderson L.J. 1998. Implications of choice behaviour and preferences in niche markets. *Aquaculture Economics and Management* 2(2):61–70.

Observations de pontes naturelles

Bohadschia marmorata

Observateur: Michael Rard, Ecomar, université de La Réunion
 Lieu: La Saline-les-Bains, Petit Trou d'Eau, Île de La Réunion, océan Indien.
 Observation faite sur l'arrière récif dans 1 m de fond.

Date: 24 avril 2004, 17h00.
 Phase lunaire: 5 jours après la nouvelle lune
 Marée: Marée basse
 Remarque: Deux mâles observés dans la posture classique de ponte.

Bohadschia similis

Observateur: Aymeric Desurmont, CPS
 Lieu: Baie de Tembia, Nouvelle-Calédonie. Fonds sablo-vaseux. Prof.: 3–4m.
 Date: 20 décembre 2003, 17h00.
 Phase lunaire: 3 jours avant la nouvelle lune.
 Marée: Marée haute.
 Remarque: D'autres spécimens de la même espèce, à proximité, ne montraient aucun signe d'activité de reproduction.



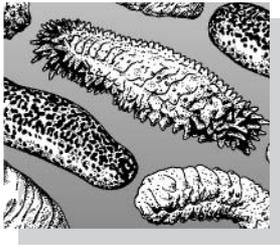
Bohadschia similis
 (Photo: A. Desurmont)

Stichopus chloronotus

Observateur: Aymeric Desurmont, SPC
 Lieu: Baie des Citrons, Nouvelle-Calédonie. Fonds avec roches couvertes d'algues filamenteuses, alternant avec des zones d'herbier (*Cymodocea* sp.) Prof.: 3 m.
 Date: 11 décembre 2003, 18h30.
 Phase lunaire: 2 jours après la pleine lune.
 Marée: 2.5 h après la marée basse.
 Remarque: D'autres spécimens de la même espèce, à proximité, ne montraient aucun signe d'activité de reproduction.



Stichopus chloronotus
 (Photo: A. Desurmont)



Résumés et publications

Progrès en matière d'aquaculture et de gestion des holothuries

Alessandro Lovatelli, Chantal Conand, Steve Purcell, Sven Uthicke, Jean-François Hamel et Annie Mercier (rédacteurs)

Source : Document technique sur les pêches de la FAO n° T463. Rome, FAO. 2004. 457 p. (sous presse)

Cette publication de la FAO réunit tous les documents techniques présentés lors de l'atelier international sur les progrès en matière d'aquaculture et de gestion des holothuries (ASCAM), tenu du 14 au 18 octobre 2003 à Dalian (province de Liaoning), en Chine, et organisé par le Département des Pêches de la FAO. Elle se divise en quatre sections. La première comprend l'introduction ainsi que les recommandations faites par les participants sur des questions liées à l'aquaculture et à la gestion des holothuries. Quant aux trois autres, elles renferment les documents techniques présentés et débattus lors de trois séances ayant pour thème : i) l'état des ressources et leur utilisation (séance I), ii) la gestion des ressources (séance II), et iii) les progrès en matière d'aquaculture (séance III).

La publication présente des informations à jour sur l'état actuel des ressources mondiales en holothuries et leur utilisation, en mettant l'accent sur des pays tels que la Chine, l'Équateur, l'Indonésie, le Japon, la Malaisie et les Philippines, qui participent activement à l'industrie depuis des décennies. On y trouve également des informations en provenance d'autres pays, tels que Cuba, l'Égypte, Madagascar et la Tanzanie, qui constituent des acteurs relativement nouveaux dans le secteur, ce qui témoigne, dans une certaine mesure, de l'intérêt croissant que suscite l'exploitation des holothuries pour les marchés exigeants de l'Asie.

La séance sur la gestion des ressources a fait le point sur les expériences vécues par divers pays. Il a été question des progrès accomplis ainsi que des obstacles et des lacunes en matière de connaissances qu'il importe de surmonter pour assurer une saine gestion de cette pêche multi-espèces. Parmi les questions soulevées, on a notamment cherché à déterminer s'il convient de recourir à la reconstitution et à l'amélioration des stocks pour gérer les pêcheries d'holothuries.

La publication fait état des progrès techniques réalisés en ce qui concerne la reproduction artificielle et l'élevage de certaines espèces commerciales d'holothuries, notamment l'espèce japonaise *Apostichopus japonicus*. De plus, les participants ont eu l'occasion de présenter les résultats d'activités de recherche en cours sur diverses autres espèces d'holothurie, y compris l'espèce des îles Galapagos, *Isostichopus fuscus*. L'aquaculture des holothuries suscite de plus en plus d'intérêt, comme en témoigne le nombre de pays effectuant des recherches à ce sujet. Cette situation est peut-être attribuable au déclin des ressources naturelles ou aux programmes nationaux de diversification des espèces aquacoles.

Des recommandations ont été formulées et entérinées lors des séances de discussion. Elles visent à aider les organisations de développement internationales et régionales, ainsi que les autorités nationales, à établir leurs priorités en ce qui concerne la conservation et l'exploitation des holothuries.

Pour recevoir un exemplaire des actes de l'atelier sur les progrès en matière d'aquaculture et de gestion des holothuries (ASCAM), veuillez écrire à l'adresse suivante : Alessandro.Lovatelli@fao.org.

Preservation of genetic diversity in restocking of the sea cucumber *Holothuria scabra* investigated by allozyme electrophoresis

Sven Uthicke¹ et Steve Purcell²

1. Australian Institute of Marine Science, PMB No. 3, Townsville MC, Q 4810, Australie

2. WorldFish Center, BP D5, 98848 Nouméa, Cedex, Nouvelle-Calédonie

Source : *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61:519–528.

Lorsqu'on procède au lâcher de juvéniles d'*Holothuria scabra* produits en éclosérie (géniteurs issus de populations non locales), il importe d'envisager des analyses génétiques de population. En Nouvelle-Calédonie, l'hétérogénéité génétique des populations de *H. scabra* à l'échelon régional (basée sur l'électrophorèse des allozymes de 258 individus) démontre l'existence d'un flux génétique important entre neuf sites ; en outre, les valeurs *Fst* ne diffèrent pas de manière significative de zéro. Toutefois, des tests précis montrent que les populations de deux sites du Sud, qui font l'objet de faibles échanges d'eau, diffèrent considérablement de celles de trois autres sites de la côte ouest. L'inclusion de spécimens de *H. scabra* prélevés à Bali (*n* = 90) et dans la baie Knocker, en Australie (*n* = 47), et l'analyse comparative de données existantes issues du Pacifique occidental

(détroit de Torres, Îles Salomon, baie Upstart et baie Hervey) révèlent (à la suite de tests précis) que les populations présentent des différences significatives ; on a en outre constaté que les échantillons se répartissent en groupes distincts lorsqu'on applique la méthode UPGMA (méthode de groupement de paires non pondérées avec moyennes arithmétiques). Les valeurs correspondant à la distance génétique entre les populations (Rogers) sont étroitement liées aux distances géographiques, ce qui indique une tendance à l'isolement par la distance. L'accroissement rapide de la distance génétique sur les premières centaines de kilomètres appuie l'idée selon laquelle la répartition spatiale de toute translocation doit être étudiée attentivement en fonction des variations connues de fréquences d'allèles dans la région ciblée.

The genus *Labidodemas* (Holothuroidea: Aspidochirotida) revisited, with description of three new species and with re-positioning of *Holothuria (Ireothuria) maccullochi* Deichmann, 1958

Claude Massin¹, Yves Samyn² et Ahmed S. Thandar³

1. Section Malacologie, Institut royal des sciences naturelles de Belgique, 29, rue Vautier, 1000 Bruxelles, Belgique;
courriel : claudemassin@naturalsciences.be

2. Section Écologie et taxonomie, Université libre de Bruxelles, Pleinlaan 2, 1050 Bruxelles, Belgique

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

Source : *Journal of Natural History* 38:1811–1847.

Avant la présente révision, le taxon *Labidodemas* englobait *Labidodemas americanum*, *L. pertinax*, *L. rugosum* et *L. semperianum*. Une réévaluation récente de ce genre a démontré qu'il convient d'y inclure au moins quatre autres espèces. Trois d'entre elles sont nouvelles pour la science : la première a récemment été découverte dans les eaux peu profondes du KwaZulu-Natal, en Afrique du Sud, la deuxième est originaire de l'île Low, en Australie, et avait été identifiée par erreur comme l'espèce *L. semperianum*, et la troisième est issue du sud-ouest de Sulawesi, ayant elle aussi été identifiée par erreur comme l'espèce *L. semperianum*. En outre, l'espèce *Holothuria maccullochi*, classée dans le sous-genre monotypique *Ireothuria*, et l'espèce *Holothuria proceraspina*, sont incluses dans le genre *Labidodemas*, la première en tant qu'espèce valide, et la deuxième, comme un synonyme de *L. semperianum*. Des descriptions taxonomiques annotées, des cartes de répartition et une clé d'identification sont fournies. La nouvelle observation selon laquelle l'espèce *L. americanum* possède des tubules de Cuvier laisse supposer qu'elle doit demeurer au niveau du genre plutôt que d'être élevée au niveau de la famille comme il a récemment été proposé.

Development of three commercial sea cucumbers, *Holothuria scabra*, *H. fuscogilva* and *Actinopyga mauritiana*: larval structure and growth

Christain Ramofafja^{1,2}, Maria Byrne^{1,4} et Stephen C. Battaglione^{2,3}

1. Department of Anatomy and Histology F13, University of Sydney, NSW 2006, Australie.

2. WorldFish Center, PO Box 438, Honiara, Îles Salomon.

3. Adresse actuelle : University of Tasmania, Tasmanian Aquaculture and Fisheries Institute, Taroona, Tasmanie 7053, Australie.

4. Auteur correspondant. Courriel : mbyrne@anatomy.usyd.edu.au

Source : *Marine and Freshwater Research* 54:657–667.

Le développement de trois espèces tropicales d'holothuries *Holothuria scabra*, *H. fuscogilva* et *Actinopyga mauritiana* a été étudié. Les larves de *Holothuria scabra* se sont développées en passant par les stades auricularia (trophique), doliolaria (non trophique) et pentactula en 14 à 17 jours, à des températures variant entre 26 à 28 °C. Dans le cas de *H. fuscogilva* et *A. mauritiana*, les larves ont été élevées jusqu'aux stades auricularia et doliolaria, respectivement. Le stade auricularia, qui a été atteint en 40 à 70 heures, s'est caractérisé par la formation de protubérances latérales et d'une importante frange ciliée. Le passage au stade doliolaria a pris de 10 à 12 heures et s'est produit entre les neuvième et douzième jours dans le cas de *H. scabra* et entre les douzième et vingt-deuxième jours dans le cas de *A. mauritiana*. Au cours de cette transition, la frange ciliée s'est fragmentée en bandes ciliées, dont l'emplacement coïncidait avec celui des protubérances latérales au stade auricularia. Chez *H. scabra*, la métamorphose au stade pentactula (13–15 jours) a été marquée par la formation de cinq tentacules primaires et un pied ventropostérieur, qui a permis à l'animal de se fixer au substrat. La formation d'un second pied a caractérisé le passage au stade de juvénile (14–17 jours). Chez *H. scabra*, des nodules hyalins étaient visibles vers la fin du stade auricularia, et pourraient constituer un indicateur de compétence larvaire. Ils ont toutefois disparu au stade doliolaria, ce qui laisse supposer qu'ils servent de réserves nutritives au cours de la période périmétamorphique non trophique de l'animal. L'absence de ces nodules chez *H. fuscogilva*, et leur faible croissance chez *A. mauritiana*, donnent à penser que le protocole d'alimentation utilisé n'est peut-être pas suffisant pour assurer le développement complet de ces espèces. La détermination des conditions d'élevage et d'alimentation qui favorisent la croissance des nodules hyalins et le contrôle des bactéries pourrait être essentielle à la réussite d'un projet d'élevage des espèces *H. fuscogilva* et *A. mauritiana*.

An adaptive rotational harvest strategy for data-poor fisheries on sedentary species: application to the giant red sea cucumber (*Parastichopus californicus*) in British Columbia

Sylvia R. Humble^{1,2} et William K. de la Mare¹

1. School of Resource and Environmental Management, Université Simon Fraser, Burnaby (Colombie-Britannique), Canada V5A 1S6

2. shumble@sfu.ca

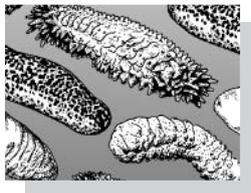
Source : Site Web de l'Université Simon Fraser : <http://www.rem.sfu.ca/fishgrp/research.html>

New hope for sea cucumber fisheries - research may help depleted stocks

Steve Purcell

WorldFish Center, BP D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie

Source : PACIFIC ISLANDS.CC, site Web de *Pacific Magazine* et de *Islands Business*, mars 2004. <http://www.pacificmagazine.net/pm22004/pmdefault.php?urlarticleid=0032>



Courrier
La bêche-de-mer

Une demande d'information du Panama

Originaire du Panama (Amérique centrale), j'étudie les possibilités offertes par l'élevage d'holothuries en bassin. Étant tombé sur le site Web de votre bulletin, je vous serai très reconnaissant si vous pouviez me fournir toutes les informations pertinentes dont vous disposez sur l'élevage des holothuries. Je suis persuadé que les holothuries pourraient être exploitées avec succès au Panama, où les océans Atlantique et Pacifique ne sont séparés que d'environ 80 kilomètres. Toutefois, compte tenu de l'exploitation intensive dont font déjà l'objet nos océans, je préfère plutôt envisager l'élevage de cet animal.

Juan Mendez S. (Courriel : mendezj@sinfo.net)

Réponse de C. Conand :

L'élevage d'holothuries n'est pas une sinécure ; jetez un coup d'œil au numéro 19 de *La bêche-de-mer* (2004) ainsi qu'au rapport de la FAO lorsqu'il sera disponible (voir le présent numéro). Il est essentiel de disposer de connaissances préliminaires sur la taxonomie, la répartition et la biologie de l'espèce ciblée. La collecte d'informations est une tâche à ne pas négliger !

Demande d'information de Kim Friedman, CPS

Les responsables du projet PROCFish, mis en œuvre sous l'égide de l'Observatoire des pêches récifales de la CPS, procèdent à la collecte de littérature grise et d'études régionales (en version électronique ou papier), de manière à faciliter leur étude comparative de l'état des ressources marines côtières de 11 États et Territoires océaniques. Au cours de cette étude de cinq ans financée par l'Union européenne, Kim Friedman, chercheur spécialiste des invertébrés, recueille des rapports d'enquête et des thèses sur les holothuries, ainsi que des informations sur la pêche, la transformation et les prix de ces animaux.

Ce processus permettra, on l'espère, de constituer une bibliothèque d'informations utiles. Parmi les documents actuellement à l'étude figurent la thèse de maîtrise en sciences de Colin Shelley (Papouasie-Nouvelle-Guinée) ainsi que la traduction en anglais d'un chapitre sur l'écologie de la thèse de doctorat de Chantal Conand (Nouvelle-Calédonie). Les lecteurs sont invités à faire parvenir à Kim Friedman la version électronique ou papier de tout document qui leur semble inhabituel mais pertinent, à l'adresse suivante :

Kim Friedman

Chargé de recherche principal en ressources récifales (invertébrés)

Secrétariat général de la Communauté du Pacifique (CPS)

BP D5 - 98848 Nouméa Cedex

Nouvelle-Calédonie

Téléphone : +687 265 474

Télécopieur : +687 26 38 18

Courriel : kimf@spc.int