

Les savoirs des pêcheurs locaux relatifs aux concentrations de mérous à taches blanches (*Epinephelus polystigma*) en Mélanésie

Richard Hamilton¹ et Tapas Potuku²

Introduction

Lors d'une récente étude des espèces de mérous, un groupe d'experts est parvenu à la conclusion que, sur 160 espèces de mérous, 20 sont considérées comme menacées ou vulnérables, selon les critères de la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) (Sadovy 2007). Certains aspects biologiques des mérous semblent rendre cette famille particulièrement vulnérable devant la surpêche, notamment la lenteur du renouvellement de la population (Coleman et al. 2000) et la concentration d'individus de nombreuses espèces pour le frai (Johannes 1978). De fait, on sait que la moitié des mérous inscrits sur la liste rouge de l'IUCN parmi les espèces vulnérables ou menacées se regroupent pour frayer. Ces concentrations se produisent lorsque les poissons, parvenus à maturité, se rassemblent sur un site donné, à un moment précis, pour les besoins de la reproduction (Domeier et Colin 1997). Certaines espèces de mérous forment ainsi des concentrations de centaines, voire de milliers de poissons (Johannes et al. 1999 ; Rhodes et Sadovy 2002), et, à ce moment précis, ces populations sont fortement exposées à un risque de surpêche (Sadovy et Domeier 2005a).

De nombreuses espèces de mérous du Pacifique tiennent une place importante dans la pêche vivrière, artisanale et commerciale (Wright et Richards 1985 ; Dalzell et al. 1996 ; Rhodes et Tupper 2007). Bien que l'on pêche des mérous qui forment ou non des concentrations, les espèces qui se regroupent pour le frai sont exposées à la pression de la pêche. Des concentrations de mérous peuvent être rapidement épuisées, ou totalement éliminées lorsqu'elles sont exposées à des niveaux modérés à élevés de pêche vivrière ou commerciale (Hamilton et Kama 2004 ; Johannes 1997 ; Sadovy et al. 2003 ; Hamilton et Matawai 2006). Dans la région Indo-Pacifique, le commerce de poissons de récif vivants destinés à l'alimentation et la pêche de nuit au harpon sont les principales menaces qui pèsent sur les concentrations de mérous reproducteurs (Sadovy et Vincent 2002 ; Hamilton et al. 2006).

À l'échelon mondial, près de 13 pour cent des mérous sont considérés comme vulnérables ou menacés, et 30 pour cent ne peuvent pas faire l'objet d'une évaluation,

à l'heure actuelle, faute d'informations les concernant (Sadovy 2007). Les participants au séminaire de 2007 de l'IUCN sur les mérous ont formulé plusieurs recommandations, notamment celles-ci : 1) Des informations devraient être recueillies immédiatement sur les grandes espèces pour lesquelles on ne dispose pas de données suffisantes, en particulier en Asie du Sud-Est et en Océanie, et 2) Les espèces qui se regroupent pour frayer ont besoin d'une protection renforcée si les concentrations sont ciblées par les pêcheurs (Sadovy 2007).

Dans l'article qui suit, nous nous appuyons sur les savoirs des populations locales et les observations faites sur le terrain pour dresser un tableau du comportement grégaire et de l'état des stocks de mérous à taches blanches (*Epinephelus polystigma*) en Mélanésie. *E. polystigma* était l'une des 48 espèces sur lesquelles on manque de données, selon l'évaluation des espèces de mérous réalisée récemment par l'IUCN en vue de l'établissement de sa Liste rouge (Sadovy 2007).

E. polystigma est une espèce rare de mérous, de taille moyenne, qui évolue dans les estuaires et les mangroves d'Indonésie, des Philippines, de Papouasie-Nouvelle-Guinée et des Îles Salomon (Heemstra and Randall 1993). L'un des rares comptes rendus publiés sur cette espèce est un bref article qui décrit les savoirs des pêcheurs locaux d'*E. polystigma* dans la province d'Isabel, aux Îles Salomon (Johannes 2001). Selon les pêcheurs d'Isabel, *E. polystigma* est un poisson paresseux, exceptionnellement facile à approcher et harponner, et qui se concentre dans des eaux "si peu profondes que le dos des poissons émerge quand ils se reposent sur le fond" (Johannes 2001). Les pêcheurs d'Isabel indiquent aussi que, du fait qu'elle n'est pas difficile à capturer, cette espèce s'est raréfiée dans les zones habitées (Johannes 2001).

La plupart des informations concernant *E. polystigma* présentées ici ont été recueillies en 2003 et 2004, lors de notre séjour dans les provinces de Nouvelle-Irlande et de Manus (Papouasie-Nouvelle-Guinée³). Nous y avons conduit des enquêtes sur les savoirs des populations locales relatifs aux concentrations de poissons de récif, afin de recueillir rapidement des masses d'informations sur les concentrations

1. 51 Edmondstone Street, South Brisbane, Qld 4101, Australie. Courriel: rhamilton@tnc.org

2. PO Box 522, Kavieng, New Ireland Province, Papouasie-Nouvelle-Guinée. Courriel: tapa.tnc@global.net.pg

3. Les informations relatives aux concentrations d'*E. polystigma* dans le lagon de Roviana qui sont présentées ici ont été recueillies par l'un des auteurs (RH) pendant son séjour à Roviana, en 2000 et 2001.

de poissons de récif pour le frai. Il s'agissait de recueillir les savoirs locaux sur les paramètres de ces concentrations (sites précis, composition par espèce et état des concentrations) afin d'adapter les efforts futurs de recherche et de conservation déployés dans ces provinces de Papouasie-Nouvelle-Guinée.

La recherche et la protection de l'environnement s'appuient sur les savoirs écologiques des populations locales

Les savoirs des populations locales constituent un volet important de la propriété intellectuelle et culturelle de nombreuses sociétés autochtones (Carrier 1987 ; Foale 1998). D'un point de vue rationaliste, la somme des connaissances locales recèle également une grande quantité d'informations exploitables à des fins de conservation et d'étude scientifique. Ce potentiel est de mieux en mieux reconnu, et il existe un vaste corpus de documents qui plaident en faveur du recueil de ces savoirs et de leur intégration dans des types de recherche de nature plus quantitative (Christie et White 1997 ; Johannes et Neis 2007). L'intérêt porté aux savoirs écologiques locaux a été manifesté par des scientifiques de différentes disciplines : agriculture (Walker et al. 1999), évaluation des impacts environnementaux (Usher 2000), protection de la nature (Warren 1997), toxicologie (Huia et Xu 2000), recherche et gestion halieutiques (Ruddle 1996 ; Bergmann et al. 2004). Ainsi que l'ont souligné de nombreux auteurs, ce n'est pas parce qu'une personne ne détient pas de diplôme universitaire qu'elle ne possède pas de connaissances ni que ses connaissances sont négligeables (Nordhoff 1930 ; Johannes 1981 ; Foale 1998).

Les savoirs écologiques des populations autochtones recèlent des informations essentielles concernant l'écologie locale, notamment des informations sur les composantes des écosystèmes locaux et leurs structures spatio-temporelles. Les pêcheurs peuvent fournir des informations capitales sur les différences de comportement et d'abondance des espèces ciblées en fonction des variations interannuelles, saisonnières et lunaires, de l'heure de la journée, de la marée et de l'habitat, et sur la manière dont les stratégies de pêche doivent s'adapter à ces paramètres (Johannes et al. 2000). Ces données intéressent particulièrement les spécialistes de la biologie marine qui travaillent dans la région Indo-Pacifique, où il n'existe généralement pas de sources d'information écologique plus orthodoxes. Les pêcheurs en savent souvent plus que les biologistes quant à l'emplacement d'habitats essentiels tels que les sites de frai (Johannes 1989), le comportement des reproducteurs (Hamilton 2005), les zones de nurserie (Johannes et Ogburn 2000), et les sites de concentration d'oiseaux de mer (Nakashima 1993). Les pêcheurs locaux sont souvent les seuls à savoir que, en certaines saisons, certains îlots ou sites coralliens que rien ne distingue deviennent des habitats cruciaux, par exemple des plages où les tortues marines viennent nidifier (par exemple Johannes 1981), des colonies d'oiseaux de mer (par exemple Nakashima 1993)

et des plages de ponte pour les crabes de terre (par exemple Foale 1999).

Les savoirs locaux des pêcheurs sont aussi importants dans la mesure où ils reflètent l'évolution historique des populations de poissons de récif. Dans la région Indo-Pacifique, les biologistes des ressources marines ont rarement mené des études de référence quantitatives sur les ressources côtières, alors qu'il existe fréquemment des sommes considérables de savoirs écologiques locaux. Si l'on accède correctement à ceux-ci, on peut se faire une idée précise de l'abondance passée, de la structure par taille et de la distribution spatiale d'un stock de poissons donné. Dans les cas où des mutations écologiques à grande échelle sont intervenues du vivant des pêcheurs, la connaissance de ces évolutions peut être détaillée (Johannes et Yeeting 2001 ; Hamilton 2003b ; Dulvy et Polunin 2004). Enfin, les savoirs locaux des pêcheurs jouent un rôle de plus en plus important dans la délimitation des aires marines protégées et les évaluations écorégionales, car ces deux opérations demandent une connaissance préalable de la distribution spatio-temporelle des espèces marines (Aswani et Hamilton 2004 ; Aswani et Lauer 2006 ; Smith et Hamilton 2006 ; Hinchley et al. 2007).

Il importe de souligner que, bien que les savoirs locaux sur les environnements marins puissent être d'une grande utilité pratique aux scientifiques et écologistes, il y a plusieurs questions culturelles et méthodologiques qui doivent être prises en considération, notamment les suivantes :

1. Il convient de consigner les connaissances écologiques locales et de les utiliser d'une manière acceptable par les gardiens de ces informations.
2. Il faut suivre des méthodes anthropologiques — entretiens avec les participants et observation de ceux-ci, par exemple — pour consigner ces informations avec précision.
3. Les savoirs locaux sont souvent stratifiés en fonction du sexe, de l'âge et du lieu, et les savoirs spécifiques relatifs à certaines familles de poissons sont souvent détenus exclusivement par des pêcheurs expérimentés qui se sont spécialisés dans la capture de ces espèces précises (Johannes et al. 2000).
4. Les connaissances locales relatives à l'écologie marine ont surtout pour but ultime de cerner les phénomènes susceptibles de maximiser le succès de la pêche. Ainsi, certains aspects de la biologie des poissons sont importants pour un biologiste qui étudie l'écologie des poissons de récif, mais seront dénués d'intérêt au regard des savoirs locaux, car ces paramètres biologiques n'ont aucune incidence sur la pratique de la pêche vivrière (Hamilton et Walter 1999).
5. Alors que la connaissance locale des changements intervenus récemment dans l'abondance ou la structure de taille des stocks de poissons locaux sera souvent très juste, des explications locales des mécanismes qui président à ces changements

peuvent ne pas être compatibles avec les théories scientifiques. “À certains endroits, le déclin des rendements peut être attribué à de la sorcellerie ou à l’absence d’offrandes aux dieux.” (Ruddle et al. 1992:262).

6. Les savoirs des pêcheurs, comme ceux des scientifiques, sont faillibles, et ces informations culturelles doivent être recueillies systématiquement et être soumises au même examen critique que d’autres ensembles de données étudiées par des scientifiques. (Johannes et al. 2000).

Méthodes

Sites d’étude

Les savoirs locaux concernant *E. polystigma* évoqués ici ont été recueillis dans les provinces de Nouvelle-Irlande et de Manus, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, et dans le lagon de Roviana, dans la province occidentale des Îles Salomon (figure 1).

Communication et entretiens avec les populations locales

Dans chaque région où nous avons conduit des enquêtes sur les savoirs locaux, nous avons essayé de couvrir l’aire géographique la plus vaste possible, en nous concentrant sur des communautés réputées pour être fortement tributaires des ressources marines. Les connaissances que les auteurs possèdent d’une région, le bouche-à-oreille et la littérature disponible,

publiée ou non, ont été mis à profit pour savoir vers quels sites nous diriger. Dans chaque région, les enquêtes ont duré deux semaines environ. Dès notre arrivée, nous avons demandé à parler aux chefs, nous nous sommes présentés et avons exposé notre projet. Généralement, un groupe de pêcheurs expérimentés était convoqué, sous un arbre ou près de la plage. Nous nous présentions ensuite et faisons un exposé d’introduction sur le cycle de vie des poissons et leurs concentrations en évoquant, entre autres, leur comportement grégaire, le frai, les stades larvaires pélagiques des poissons et l’inversion du sexe. Nous avons ensuite fait remarquer que, si les biologistes en savent long sur la biologie des poissons, nous ne savons rien du lieu et du moment où les reproducteurs se regroupent sur les récifs de la région pour frayer et que c’est la raison pour laquelle nous voulions demander aux pêcheurs locaux de nous aider. Pour terminer, nous déclarions clairement que nous voulions recueillir ces informations dans le cadre d’une évaluation préliminaire des concentrations de reproducteurs que nous étions en train de faire dans la région, et que les sites précis et d’autres savoirs locaux sensibles resteraient confidentiels.

Ces exposés d’introduction suscitaient souvent beaucoup d’intérêt. C’était aussi un moyen très efficace d’entamer des conversations sur les sites de concentration de poissons de récif. Les pêcheurs nous faisaient souvent part de leurs propres observations avec enthousiasme et posaient de nombreuses questions sur les concentrations de reproducteurs

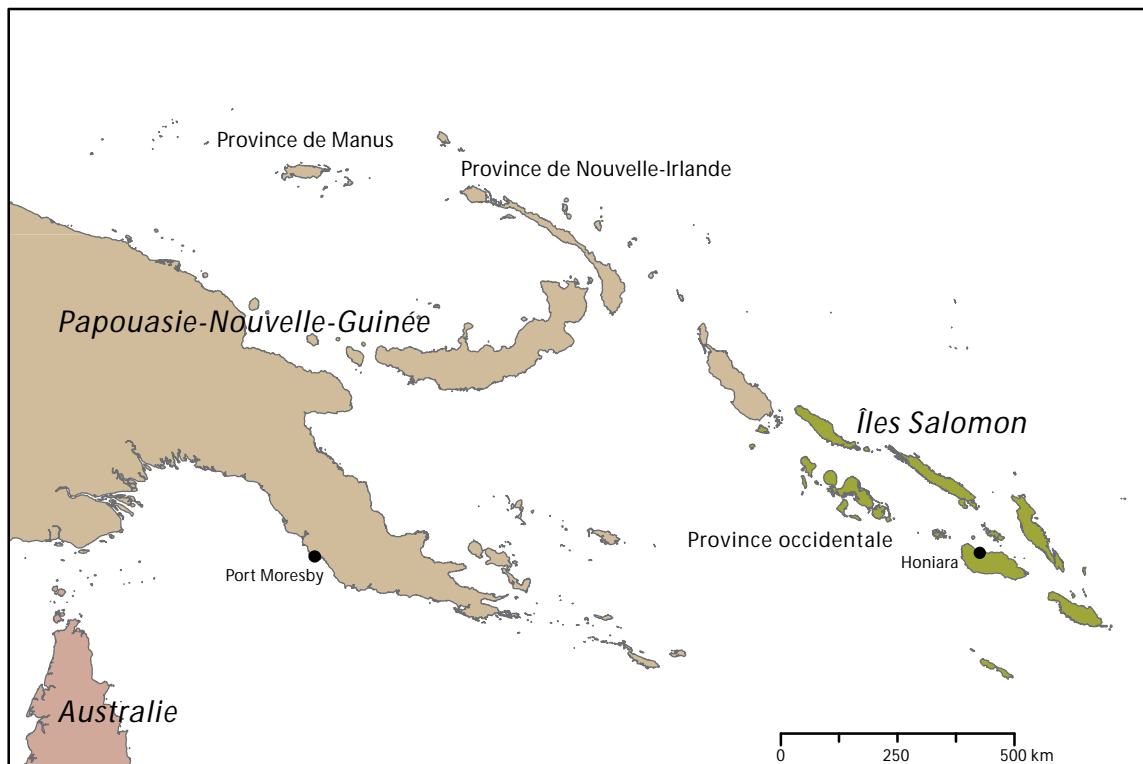


Figure 1. Provinces de Nouvelle-Irlande et de Manus, en Papouasie-Nouvelle-Guinée, et province occidentale des Îles Salomon

pour le frai. Des guides et des affiches sur les poissons de récif, montrant les principales espèces ciblées de poissons de récif vivants destinés à l'alimentation, servaient d'illustrations ; les pêcheurs pouvaient ainsi nous indiquer quelles sont les espèces qui se rassemblent sur leurs récifs. Et surtout, ces premiers entretiens permettaient rapidement d'évaluer le niveau de connaissance des concentrations de poissons que possédait la population locale de chaque région visitée. Si, à la fin d'un exposé, les pêcheurs avaient l'air ébahi et que, après d'autres questions, il s'avérait qu'aucune concentration ne se produisait sur les récifs voisins, à leur connaissance, nous passions rapidement au village suivant. En revanche, quand nous découvriions un endroit où l'on possédait une foule de connaissances sur les concentrations de poissons de récif, nous demandions souvent de rester plusieurs nuits pour lier connaissance avec les pêcheurs et en apprendre le plus possible. Dans ces cas, nous demandions aussi aux experts locaux de nous emmener sur des sites de concentration connus pour pouvoir observer les habitats et relever les coordonnées des limites de concentration par GPS.

À des individus ou des groupes de pêcheurs compétents, prêts à être questionnés en détail, ont été posées des questions très diverses sur les concentrations de poissons de récif qui se produisent dans leurs zones de pêche.⁴ Les questions énoncées dans le questionnaire de la Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations (SCRFA) (<http://www.scrfa.org/scrfa/studying/introduction.htm>) ont servi de canevas aux entretiens, conduits en Tok Pisin et en pidgin des Salomon.

scrfa.org/scrfa/studying/introduction.htm) ont servi de canevas aux entretiens, conduits en Tok Pisin et en pidgin des Salomon.

Résultats

Les savoirs des pêcheurs locaux relatifs aux concentrations de mérous à taches blanches (Epinephelus polystigma) dans la province de Nouvelle-Irlande (Papouasie-Nouvelle-Guinée)

Concentration n° 1

En nous entretenant avec des pêcheurs de la province de Nouvelle-Irlande, nous avons recueilli des informations sur le site et la période où se produit une grande concentration nocturne de mérous, découverte récemment (Hamilton et al. 2004). Cette espèce, connue sous le nom vernaculaire d'*avou* (identifiée par la suite comme étant *E. polystigma*) serait abondante dans les embouchures de fleuves et les régions de mangrove aux eaux saumâtres, tout autour de l'île. Selon les pêcheurs, cette espèce est solitaire et peu active durant la journée, et ils qualifient ce poisson de "sournois" en raison de son habitude de "voler" des crabes extraits des racines de palétuviers par des poissons archers (*Toxotes jaculatrix*).

Ce sont des pêcheurs locaux, à la recherche de crabes de palétuvier, qui ont découvert ce site de concentration, au début de 2003. Il faisait nuit, la marée était basse.

Les pêcheurs ont remarqué de grands nombres d'*E. polystigma* endormis dans des eaux très peu profondes, parmi les racines de palétuviers, ainsi que sur des bancs de sable et de rochers, dans une grande baie estuarienne éloignée. Ils ont rapporté qu'ils avaient de l'eau jusqu'aux chevilles seulement quand ils ont trouvé les poissons, et qu'ils ont pu capturer près de 50 poissons par heure sur une petite zone (plus de



Figure 2.

Un *E. polystigma* endormi, reposant sur le côté dans une eau très peu profonde.



Figure 3.

Un *E. polystigma* endormi, reposant sur le ventre dans une eau légèrement plus profonde.

4. Ces enquêtes sur les savoirs locaux ont permis d'engranger une foule d'informations sur un grand nombre d'espèces qui ne sont pas traitées ici. Le lecteur trouvera les conclusions détaillées de ces enquêtes dans Hamilton 2003 ; Hamilton et al. 2004 et Hamilton et al. 2005.

5 000 m²), à l'aide d'une simple machette pour couper les poissons endormis en deux.

Les pêcheurs qui ont découvert ce groupe ont remarqué que cette nuit-là coïncidait avec les concentrations maximales de mérous queue carrée (*Plectropomus areolatus*) que l'on sait se former dans cette région. Ils ont pensé que les concentrations d'*E. polystigma* pouvaient aussi suivre le cycle lunaire et être prévisibles. D'après eux, les années précédentes, les poissons étaient revenus quasiment tous les mois sur ce site, à différentes phases de la lune, et les concentrations d'*E. polystigma*, pensaient-ils tous, se produisaient chaque mois, une semaine environ avant la nouvelle lune. En revanche, les pêcheurs n'étaient pas en mesure d'indiquer si les poissons pêchés dans ces concentrations étaient parvenus à maturité.

Il semble que les pêcheurs soient de plus en plus nombreux à exploiter cette concentration nocturne récemment découverte, ceux des villages voisins ayant eu vent du site et du moment. La pêche se limite toutefois à des fins de subsistance. Il faut noter

que cette concentration n'est pas ciblée tous les mois, la pêche étant limitée aux périodes de concentration qui coïncident avec les marées basses nocturnes. Les pêcheurs n'ont pas encore exploré les limites de la concentration, tous les poissons pêchés pour des raisons vivrières étant facilement récoltés dans la zone découverte à l'origine.

Observations sur le terrain

Le 19 janvier 2004 à 22 heures, trois jours avant la nouvelle lune, nous avons accompagné des pêcheurs locaux sur le site de concentration d'*E. polystigma* récemment découvert, à marée basse. Nous avons tôt fait de repérer plusieurs *E. polystigma* endormis sur le sable et la vase, contre des pierres et des racines de palétuviers, dans 10 à 20 cm d'eau. Les plus gros poissons, dans une eau très peu profonde, étaient couchés sur le côté, probablement pour garder leurs branchies irriguées, tandis que le ventre des poissons endormis dans des eaux légèrement plus profondes reposait sur le fond (figures 2 et 3). Le premier poisson harponné a permis d'identifier l'espèce (figure 4).



Figure 4.

Un *E. polystigma* mâle capturé tout récemment. Des petites taches jaunes (parfois blanches) sur la majeure partie du corps sont visibles sur rayons mous des nageoires caudale et dorsale de ce spécimen (d'où le nom de mérou à taches blanches).



Figure 5.

Deux pêcheurs locaux montrent leurs prises. Celui de gauche tient à la main la sagaie dont il s'est servi pour harponner les poissons.

Au cours des cinquante minutes suivantes, nous avons repéré une trentaine d'individus et en avons capturé 18 sur une aire d'environ 4 000 m² (figure 5). Les poissons ont été localisés à l'aide de torches et harponnés à la sagaie.

Les poissons étaient répartis en petits groupes sur une surface relativement grande. Nous avons parfois marché plusieurs minutes sans en voir un seul ; à d'autres moments, nous observions 5 ou 6 individus sur une surface de 100 m² environ. Nous n'avons jamais observé deux individus proches l'un de l'autre. Les gros *E. polystigma* demeuraient immobiles, malgré le bruit que nous faisons, et même le flash répété d'un appareil photo ne les a pas dérangés. En revanche, les petits individus avaient le ventre très gonflé, étaient beaucoup plus espiègles et plus nombreux que les gros, et s'enfuyaient généralement avant d'être harponnés. Nous n'avons vu aucun *E. polystigma* à plus de 20 cm de profondeur, ni aucune autre espèce de poissons.

Structure par taille selon le sexe et rapport mâles-femelles

Les 18 *E. polystigma* échantillonnés ont été mesurés (longueur totale, au millimètre près), et le sexe déterminé par macroscopie. Ils n'ont pas été pesés à la capture. Tous les individus étaient à maturité et il était facile de déterminer leur sexe sur place. Les ovaires mûrs étaient orange foncé et faisaient

apparaître distinctement une masse d'ovocytes quand on les coupait transversalement. Les mâles étaient presque parvenus à maturité, avec des testicules blancs compacts et de la laitance extractible. Toutes les gonades mâles étaient beaucoup plus petites que les gonades femelles (figure 6).

Les mérus *E. polystigma* mâles et femelles présentaient une répartition par taille nettement bimodale, sans chevauchement de la fourchette de tailles selon le sexe (figure 7). Les femelles de cet échantillon étaient deux fois plus nombreuses que les mâles. Étant donné que tous les individus de petite taille (sans doute des femelles) étaient plus joueurs et plus difficiles à capturer que les gros (probablement mâles), les femelles étaient probablement sous-représentées dans cet échantillon.

Concentration n° 2

En 2006 et 2007, l'un des auteurs (TP) a recueilli des informations sur une autre concentration d'*E. polystigma* en Nouvelle-Irlande. Cette concentration se produit le long des berges, bordées de mangroves, d'un chenal des îles Tigak, face à la mer. On sait que ces concentrations se produisent avant la nouvelle lune, presque chaque mois de l'année. Les *E. polystigma* ainsi rassemblés sont pêchés à l'aide de filets maillants, de sagaies et de fusils-harpons.

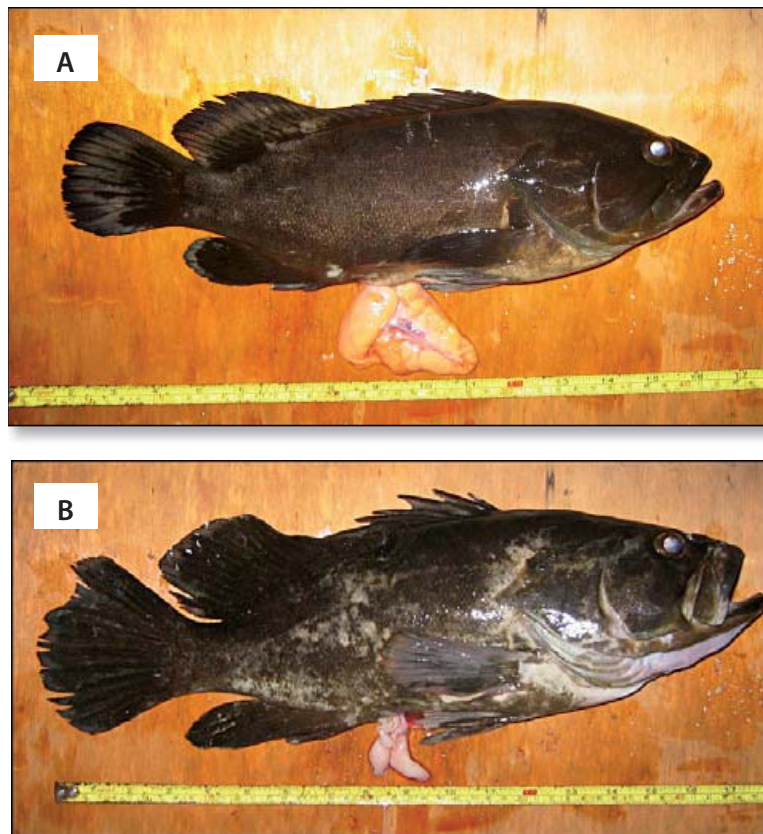


Figure 6. En haut : Gonades d'une femelle de 305 mm à maturité
En bas : gonades d'un mâle de 475 mm à maturité

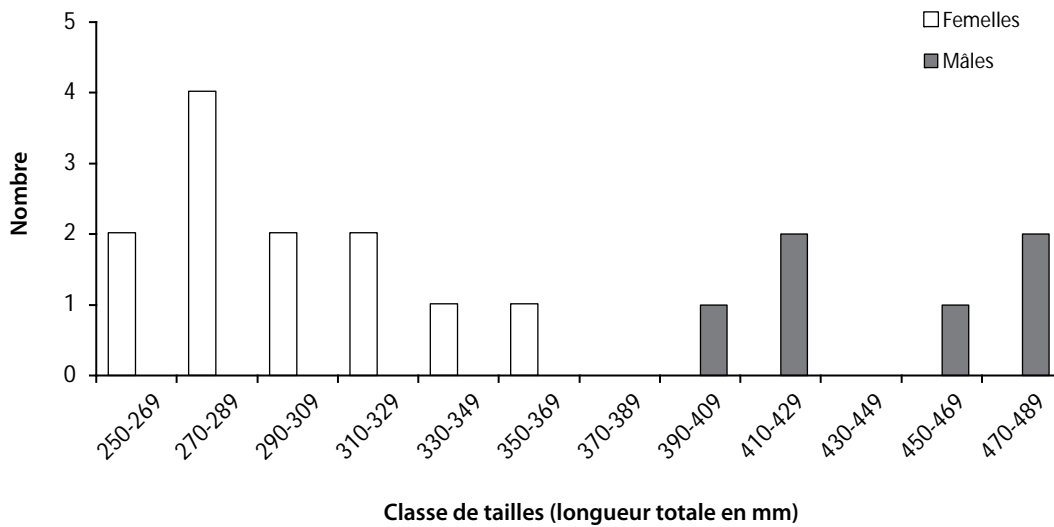


Figure 7. Distribution par fréquence de taille d'*E. polystigma* dans les classes de taille de 20 mm (n=18).

C'est au fusil-harpon et à l'aide de torches sous-marines, de nuit, que les pêcheurs réalisent les plus grosses prises. Selon les pêcheurs, cette espèce se laisse rarement capturer à la ligne. Les pêcheurs interrogés indiquent qu'un certain nombre de pêcheurs connaît depuis des dizaines d'années le site et la périodicité de cette concentration mais que, de tout temps, celle-ci n'a été exploitée qu'à des fins de subsistance. Ces dires sont étayés par des enquêtes extensives effectuées auprès de pêcheries artisanales sur les îles Tigak, au début des années 80. Aucun *E. polystigma* n'a été enregistré dans les prises artisanales de ces îles au début des années 80 (Wright et al. 1983). À la fin des années 80, la pêche au fusil-harpon sous-marin (de jour comme de nuit) s'est répandue dans les îles Tigak (Hamilton et al. 2006), et il se peut que cette pratique ait amené de nombreux autres pêcheurs à découvrir, puis à exploiter ce site de concentration.

À l'heure actuelle, des pêcheurs de six communautés voisines exploitent ce site de concentration dans le but précis de vendre des *E. polystigma* à Kavieng. À plusieurs reprises, en 2006 et 2007, l'un des auteurs (TP) a observé des prises d'*E. polystigma* de plus de 50 individus (pêchés sur ce site de concentration), vendues à des acheteurs de poissons locaux à Kavieng. D'après les pêcheurs locaux interrogés en 2007, les taux de prises sur ce site de concentration d'*E. polystigma* seraient en baisse. Les prix attractifs proposés actuellement à Kavieng pour toutes les espèces de mérous semblent inciter les pêcheurs à exploiter fortement ce site de concentration de mérous reproducteurs et d'autres sites aux îles Tigak.

Les savoirs des pêcheurs locaux relatifs aux concentrations d'Epinephelus polystigma dans la province de Manus (Papouasie-Nouvelle-Guinée)

À Manus, nous avons consigné par écrit les savoirs des pêcheurs locaux concernant deux sites de concentration d'*E. polystigma* ; l'un semble avoir d'ores et déjà été gravement surpêché, et l'autre paraît stable. Les informations relatives à la première de ces concentrations ont été recueillies en 2003. À l'époque, Pomat Powayai, agent du service des pêches de Manus, avait parlé à l'un des auteurs (RH) de grandes concentrations de deux espèces de mérous d'estuaire qui se formaient tous les mois dans une baie estuarienne peu profonde, près de son village, sur une période de cinq jours avant une nouvelle lune. On sait que les femelles de deux espèces qui se rassemblent sont pleines à ce moment (Hamilton 2003a). En 2003, Powayai a identifié l'un de ces mérous d'estuaire comme appartenant à l'espèce *Epinephelus coioides* (mérous à taches orange). Selon lui, l'autre poisson n'est pas mentionné dans les manuels disponibles d'identification des poissons de récifs coralliens, et n'a donc pas pu être identifié. En janvier 2004, nous avons à nouveau interrogé Powayai à propos de ces concentrations et lui avons montré des photos numériques d'*E. polystigma* capturés à Kavieng. Il a confirmé qu'*E. polystigma* était bien l'autre mérou qui se concentre dans la baie estuarienne près de son village. Cette concentration d'*E. coioides* et *E. polystigma* à Manus avait été découverte dans les années 70, et les premiers taux de prises de ces deux espèces auraient dépassé les 200 poissons par nuit. La pression due à la pêche avait eu un impact prononcé sur

ces concentrations, et les taux de prises actuels sont de plusieurs ordres de grandeur inférieurs aux taux initiaux (Hamilton 2003a) et continuent de diminuer (Pomat Powayai, comm. pers., janvier 2004).

En 2004, nous avons consigné les savoirs locaux concernant une concentration d'*E. polystigma* située sur la côte sud de Manus (Hamilton et al. 2004). Dans cette région de Manus, *E. polystigma* s'appelle *kali moniol*. Ce site de concentration d'*E. polystigma* se trouve à l'intérieur de récifs très peu profonds, vaseux, à proximité de mangroves. *E. polystigma* ne seraient présents sur ce site que le premier et le deuxième jours de la pleine lune, chaque mois de l'année. Les pêcheurs pensent qu'*E. polystigma* se rassemblent pour les besoins de la ponte, en se basant sur le fait que toutes les femelles capturées sont pleines et que les mâles capturés sont prêts à frayer. Les pêcheurs que nous avons interrogés n'étaient pas en mesure de nous donner une estimation du nombre de poissons rassemblés, mettant en avant la très mauvaise visibilité de ce site, qui les empêchait d'estimer la taille des concentrations. L'aire de concentration semble toutefois limitée, les pêcheurs estimant que la surface totale est inférieure à 10 000 m². La pêche au harpon de jour semble être la principale méthode utilisée pour exploiter cette concentration, bien que les pêcheurs interrogés aient indiqué que ce poisson puisse également être pris au moyen d'un hameçon appâté.

Notre principal informateur était un pêcheur au harpon expérimenté, réputé dans son village pour ses connaissances locales. Depuis plus de dix ans, il cible constamment ce site de concentration, et applique une méthode intéressante pour augmenter ses chances de pêcher cette espèce sur un site de concentration. Il a raconté que la couleur sombre de cette espèce, associée au substrat vaseux, et la très mauvaise visibilité sur le site de concentration, font qu'il est difficile de repérer *E. polystigma*, généralement immobiles dans la vase. Lorsqu'il a commencé à pêcher au harpon sur ce site, nous a-t-il confié, il ne voyait souvent des *E. polystigma* qu'après les avoir dérangés, lorsqu'ils prenaient la fuite. Pour améliorer les taux de prises, il immerge des palmes de cocotiers dans la zone de concentration plusieurs jours avant la période de rassemblement connue. À son retour, pendant une période de concentration, les *E. polystigma* sont souvent à l'abri sous les frondes de cocotier, mais leurs yeux sont nettement visibles. Il est alors beaucoup plus facile de les harponner, car ils hésitent à s'enfuir de cet abri.

Ce site de concentration particulier semble stable. Le pêcheur qui l'exploite régulièrement indique que le nombre maximum d'*E. polystigma* harponnés en une seule sortie était d'environ 15 poissons, et que sa prise maximum n'avait pas diminué depuis dix ans. Il apparaît toutefois que les activités de pêche sur ce site sont limitées, quelques rares personnes en connaissant l'emplacement, ainsi que la période de concentration, et que même ces pêcheurs au harpon qui connaissent le site le ciblent rarement car la visibilité y est mauvaise.

Les savoirs des pêcheurs locaux relatifs aux concentrations d'*Epinephelus polystigma* dans le lagon de Roviana, Îles Salomon

Au milieu de l'an 2000, Robert Johannes avait prié l'un des auteurs (RH) de demander à des pêcheurs du lagon de Roviana ce qu'ils savaient du comportement et de l'état des stocks d'*E. polystigma* présents dans cette région. À l'époque, RH résidait dans le village de Nusabanga, dans le lagon de Roviana, et ignorait totalement cette espèce, ne l'ayant jamais observée dans des prises locales. Or, en s'entretenant avec plusieurs vieux pêcheurs, il a recueilli des informations détaillées sur les captures d'*E. polystigma* réalisées dans le passé. Connue sous le nom de *kobili* dans la langue de Roviana, *E. polystigma* aurait été très abondant autrefois dans les zones peu profondes du lagon intérieur qui entourent directement le village de Nusabanga, et se laissait facilement prendre la nuit. Dans les années 50, lors de la colonisation de l'île de Nusabanga, les pêcheurs auraient pris, dit-on, plus de 50 *E. polystigma* en une nuit. Les poissons étaient pêchés à la sagaie dans des eaux très peu profondes, à l'aide de palmes de cocotier enflammées et, par la suite, de torches. Les entretiens n'ont pas permis de recueillir d'informations sur l'état reproductif des *E. polystigma* harponnés ni sur le meilleur moment du cycle lunaire pour les pêcher.

La proximité même de Nusabanga des zones de pêche d'*E. polystigma* a rapidement eu des effets négatifs sur cette population. Les vieux pêcheurs ont indiqué que les taux de prises d'*E. polystigma* diminuaient rapidement et que, dès le début des années 70, l'espèce avait complètement disparu des zones du lagon intérieur entourant Nusabanga. De fait, un pêcheur expérimenté de Nusabanga, âgé d'à peine trente ans, qui était allé pêcher deux *E. polystigma* au harpon en 1998, avait dû demander à son père d'identifier ce poisson, n'ayant jamais vu cette espèce auparavant. Durant les douze mois où RH a résidé sans discontinuer dans le village de Nusabanga (d'août 2000 à juillet 2001), il n'a examiné deux *E. polystigma* qu'à une seule occasion. Un pêcheur de Nusabanga avait harponné les deux spécimens de nuit, le 28 novembre 2000 (deux jours après la nouvelle lune) dans des eaux peu profondes du lagon intérieur, adjacentes au village. Ces deux poissons mesuraient respectivement 510 et 470 mm de long, et pesaient 1,6 kg et 1,35 kg. Leur sexe ne pouvait être déterminé de manière macroscopique car leurs gonades n'étaient pas assez développées.

Discussion

Les informations recueillies lors des enquêtes sur les savoirs locaux menées dans les provinces de Nouvelle-Irlande et de Manus, ainsi que lors d'entretiens avec les vieux pêcheurs de Roviana, nous ont permis de combler certaines lacunes concernant notre connaissance de l'écologie d'*E. polystigma* et sa vulnérabilité. D'après les savoirs locaux, cette espèce est normalement solitaire ; les poissons ne se rassemblent qu'en certains endroits

précis, les jours précédant la nouvelle lune et pendant celle-ci. Les concentrations se produisent tous les mois de l'année et se forment à très faible profondeur, à proximité de mangroves. Selon les pêcheurs de Manus, les poissons *E. polystigma* qui se regroupent présentent des gonades à maturité, affirmation confirmée par nos observations sur le terrain, en Nouvelle-Irlande.

La périodicité du rassemblement, suivant le cycle lunaire, et le fait que les femelles de la concentration soient pleines, prouvent indirectement une activité reproductive sur les sites connus de concentration, ou à proximité. Bien que nous n'ayons jamais été en mesure de prouver que ces concentrations soient précisément destinées au frai (Colin et al. 2003)⁵, tous les indices disponibles tendent à montrer que ces concentrations périodiques d'*E. polystigma* se forment dans le but de frayer, trait de comportement caractéristique de cette famille. Il est intéressant de noter que les savoirs locaux relatifs à la périodicité lunaire et à la saisonnalité annuelle selon lesquelles les concentrations d'*E. polystigma* se forment recourent les savoirs locaux concernant les concentrations de saumonées à queue carrée (*Plectropomus areolatus*). Beaucoup de pêcheurs locaux de Mélanésie savent que des *P. areolatus* reproducteurs se rassemblent avant la nouvelle lune, chaque mois, affirmations validées par des programmes d'observation en plongée sur de nombreux sites de concentration de reproducteurs en Mélanésie (Smith et Hamilton 2006).

La bimodalité marquée et le déséquilibre du rapport des sexes en faveur des femelles, observé dans l'échantillon d'*E. polystigma* de Nouvelle-Irlande, suggèrent la possibilité d'un hermaphrodisme protogyne monandre (la femelle adulte devient mâle), mode d'évolution sexuelle typique des serranidés (Sadovy 1996). La taille de l'échantillon présenté ici est toutefois très réduite ; en outre, les distributions bimodales de la fréquence de taille et le déséquilibre du rapport des sexes en faveur des femelles sont des traits non spécifiques qui peuvent avoir de nombreuses causes, la protogynie n'en étant qu'une parmi d'autres (Sadovy et Shapiro 1987). Dans certains cas, il a été démontré par examen histologique que des espèces présumées protogynes étaient gonochoriques (les sexes sont séparés durant toute la vie de l'individu) (Sadovy et Domeier 2005b ; Hamilton et al. 2007). Un diagnostic définitif du comportement sexuel d'*E. polystigma* nécessitera l'examen histologique des gonades de représentants de toutes les classes de taille de cette espèce (Sadovy et Shapiro 1987).

Malgré l'incertitude concernant la fonction de la concentration et l'ontogénie sexuelle de cette espèce, une chose est absolument sûre : la remarquable facilité avec laquelle ces concentrations peuvent être exploitées rend cette espèce extrêmement vulnérable et exposée à la surpêche. En outre, du fait de la taille

supérieure et du caractère placide des mâles, une pêche sélective pourrait facilement biaiser le rapport mâles-femelles de la concentration et affaiblir le résultat du frai (Koenig et al. 1996).

Ainsi, la pêche vivrière semble à elle seule avoir complètement éliminé une concentration d'*E. polystigma* du lagon de Roviana dès les années 70 et, à Manus, un site de concentration d'*E. polystigma* et d'*E. coincides*, connu de longue date pour la quantité de poissons rassemblés, a été gravement surpêché par des pêcheurs vivriers pendant plusieurs décennies. Ces conclusions vont dans le sens de celles de Johannes (2001), qui rapporte que, dans la province d'Isabel (Îles Salomon), cette espèce est rare dans les zones de mangroves et d'estuaires proches d'établissements humains. Enfin, il semble très peu probable que l'exploitation artisanale, de date récente, d'une des deux concentrations connues d'*E. polystigma* en Nouvelle-Irlande puisse perdurer longtemps.

Notre synthèse des savoirs écologiques des pêcheurs mélanésiens concernant *E. polystigma* nous permet de tirer quelques conclusions préliminaires sur cette espèce. Il apparaît qu'*E. polystigma* répond à de nombreux critères d'inscription sur la liste rouge de l'IUCN qui rendent cette famille de poissons, dans son ensemble, particulièrement vulnérable à la pêche. Elle forme des concentrations à des périodes prévisibles et sur des sites qu'il est extrêmement facile d'exploiter à l'excès. Elle est exploitée sur la majeure partie de sa fourchette de taille, ses stocks sont en train de diminuer, et elle a une aire de distribution géographique limitée. Il faudra naturellement approfondir l'étude de cette espèce, et procéder notamment à une analyse détaillée de sa biologie de reproduction, de sa distribution spatiale, de la saison de frai et de son comportement sexuel. D'ici là, il faudrait prendre des mesures particulières de gestion, y compris de restriction de l'exploitation de concentrations connues. Et surtout, l'attention des chefs de village et des pêcheurs locaux devrait être attirée sur la vulnérabilité de cette espèce lorsqu'elle se rassemble, par la diffusion d'informations sur la diminution du nombre de concentrations et des stocks en général.

Remerciements

Nous exprimons ici notre gratitude à toutes les personnes des communautés de Kavieng, de Manus et du lagon de Roviana avec lesquelles nous nous sommes entretenus, et qui ont partagé avec nous leur connaissance d'*E. polystigma*. Les informations mentionnées dans le présent article reposent sur leurs savoirs et n'auraient pu être consignées sans leur intérêt et leur appui. Nous remercions Nate Peterson, de l'antenne de The Nature Conservancy à Brisbane, qui a dessiné la figure 1, ainsi que Kevin Rhodes qui a relu cet article. Ce travail a été réalisé grâce au concours

5. Pour avoir une preuve non équivoque du frai, il faut observer la ponte proprement dite ou la présence d'œufs hydratés ou de follicules postovulatoires dans les ovaires des femelles de la concentration (Colin et al. 2003).

de l'Oak Foundation et de la David and Lucile Packard Foundation. Il a également bénéficié du soutien de l'Office of Procurement de l'USAID (Agence des États-Unis d'Amérique pour le développement international) au titre du contrat n° LAG-A-00-99-00045-00 adjugé à The Nature Conservancy. Les opinions exprimées dans le présent article sont celles des auteurs ; elles ne reflètent pas nécessairement celles de l'USAID.

Bibliographie

- Aswani S. and Hamilton R.J. 2004. Integrating indigenous ecological knowledge and customary sea tenure with marine and social science for conservation of Bumphead Parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) in the Roviana Lagoon, Solomon Islands. *Environmental Conservation* 31(1):69–83.
- Aswani S. and Lauer M. 2006. Incorporating fishermen's local knowledge and behaviour into geographical information systems (GIS) for designing marine protected areas in Oceania. *Human Organization* 65(1):81–102.
- Bergmann M., Hinz H., Blyth R.E., Kaiser M.J., Rogers S.I. and Armstrong M. 2004. Using knowledge of fishers and fisheries scientists to identify possible groundfish 'Essential Fish Habitats'. *Fisheries Research* 66:373–379.
- Carrier J.G. 1987. Marine tenure and conservation in Papua New Guinea. p.142–167. In: McCay B.J. and Acheson J.M. (eds). *The question of the commons: The culture and ecology of communal resources*. The University of Arizona Press, Tucson.
- Christie P. and White A.T. 1997. Trends in development in coastal area management in tropical countries: From central to community orientation. *Coastal Management* 25:155–181.
- Coleman F., Koenig C.C., Huntsman G.R., Musick J.A., Eklund A.M., McGovern J.C., Chapman R.W., Sedberry G.R. and Grimes C.B. 2000. Long-lived reef fishes: The grouper-snapper complex. *Fisheries* 25:14–20.
- Colin P.L., Sadovy Y.J. and Domeier M.L. 2003. *Manual for the study and conservation of reef fish spawning aggregations*. Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations special publications No. 1 (Version 1.0). 1–98 + iii.
- Dalzell P., Adams T.J.H. and Polunin N.V.C. 1996. Coastal fisheries in the Pacific Islands. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 34:395–531.
- Domeier M.L. and Colin P.L. 1997. Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bulletin of Marine Science* 60:698–726.
- Dulvy N.K. and Poulin N.V.C. 2004. Using informal knowledge to infer human-induced rarity of a conspicuous reef fish. *Animal Conservation* 7:365–374.
- Foale S. 1998. *The role of customary marine tenure and local knowledge in fishery management at West Nggela, Solomon Islands*. PhD dissertation, University of Melbourne. 268 p.
- Foale S. 1999. Local ecological knowledge and biology of the land crab *Cardisoma hirtipes* (Decapoda: Gecarcinidae) at West Nggela, Solomon Islands. *Pacific Science* 53(1):37–49.
- Hamilton R. 2003a. A report on the current status of exploited reef fish aggregations in the Solomon Islands and Papua New Guinea – Choiseul, Ysabel, Bougainville and Manus Provinces. Western Pacific Fisher Survey Series: Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations. Volume 1. (confidential appendix). 52 p. http://www.scrfa.org/scrfa/doc/Hamilton_final_report.pdf
- Hamilton R. 2003b. The role of indigenous knowledge in depleting a limited resource - A case study of the Bumphead Parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) artisanal fishery in Roviana Lagoon, Western Province, Solomon Islands. Putting fishers' knowledge to work conference proceedings, August 27-30, 2001. Fisheries Centre Research Reports, University of British Columbia, Canada 11(1):68–77.
- Hamilton R. 2005. Le savoir écologique autochtone et relatif aux comportements de concentration et de frai nocturne de l'empereur békine, *Lethrinus erythropterus*. *Ressources marines et traditions, Bulletin de la CPS* 18:9–17.
- Hamilton R. and Kama W. 2004. Spawning aggregations of coral reef fish in Roviana Lagoon, Western Province, Solomon Islands: Local Knowledge Field Survey Report. (unrestricted access version). Report prepared for the Pacific Island Countries Coastal Marine Program, The Nature Conservancy. TNC Pacific Island Countries Report No. 5/04. http://conserveonline.org/workspaces/pacific_island.countries.publications
- Hamilton R. et Matawai M. 2006. Le commerce de poissons de récifs vivants destinés à la restauration précipite la diminution des mérour queue carrée (*Plectropomus areolatus*) sur un site de concentration de reproducteurs à Manus (Papouasie-Nouvelle-Guinée). *Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS* 16:13–18.
- Hamilton R. et Walter R. 1999. Le savoir écologique traditionnel et son rôle dans la conception de la recherche halieutique: une étude de cas du lagon de Roviana, province occidentale (Îles Salomon). *Ressources marines et traditions, Bulletin de la CPS* 11:13–25.
- Hamilton R., Adams S. and Choat J.H. 2007. Sexual development and reproductive demography of the green humphead parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) in the Solomon Islands. *Coral Reefs*. DOI 10.1007/s00338-007-0304-0

- Hamilton R., Matawai M. and Potuku T. 2004. Spawning aggregations of coral reef fish in New Ireland and Manus Provinces, Papua New Guinea: Local Knowledge Field Survey Report. (unrestricted access version). Report prepared for the Pacific Island Countries Coastal Marine Program, The Nature Conservancy. TNC Pacific Island Countries Report No. 4/04 <http://conserveonline.org/workspaces/pacific.island.countries.publications>
- Hamilton R., Matawai M., Potuku T., Kama W., Lahui P., Warku J. et Smith A. 2006. Gestion des sites mélanésiens de concentration de mérour fondée sur les connaissances locales et scientifiques. Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS 14:7–19.
- Heemstra P.C. and Randall J.E. 1993. FAO species catalogue. Vol. 16. Groupers of the world (Family Serranidae, Subfamily Epinephelinae). An annotated and illustrated catalogue of the grouper, rockcod, hind, coral grouper and lyretail species known to date. FAO Fisheries Synopsis. No. 125, Vol. 16. Rome, FAO. 382 p.
- Hinchley D., Lipsett-Moore G., Sheppard S., Sengebau F.U., Verheij E. and Austin S. 2007. Biodiversity planning for Palau's Protected Area Network: an ecoregional assessment. TNC Pacific Islands Countries Report No. 1/07. <http://conserveonline.org/workspaces/pacific.island.countries.publications>
- Huia H. and Xu J. 2000. Letter to the Editor. Indigenous knowledge: an inexhaustible "information bank" for toxin research. *Toxicon* 38:745–746.
- Johannes R.E. 1978. Reproductive strategies of coastal marine fishes in the tropics. *Environmental Biology of Fishes* 3:65–84.
- Johannes R. E. 1981. Words of the lagoon: Fishing and marine lore in the Palau District of Micronesia. University of California Press, Berkeley, California.
- Johannes R.E. 1989. Spawning aggregations of the grouper *Plectropomus areolatus* (Ruppell) in the Solomon Islands. p. 751–755. In: Choat J.H., Barnes D.J., Borowitzka M.A., Coll J.C., Davies P.J., Flood P., Hatcher B.G., Hopley D., Hutchings P.A., Kinsey D., Orme G.R., Pichon M., Sale P.F., Sammarco P.W., Wallace C.C., Wilkinson C.R., Wolanski E. and Bellwood O. (eds). Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, 8–12 August, Townsville, Australia.
- Johannes R.E. 1997. Les zones de frai des loches doivent être protégées. Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS 3:14–15.
- Johannes R.E. 2001. A possible new candidate for grouper aquaculture. SPC Live Reef Fish Information Bulletin 8:31–32.
- Johannes R.E. and Neis B. 2007. The value of the anecdote. In: Haggan N., Neis B. and Baird G. (eds). Fishers knowledge in fisheries science and management. Coastal management sourcebooks 4, UNESCO Publishing, 41–58.
- Johannes R.E. and Obgurn N.J. 2000. La collecte de semences de loches destinées à l'aquaculture aux Philippines. Ressources marines et commercialisation, Bulletin de la CPS 6:34–48.
- Johannes R.E. and Yeeting B. 2001. I-Kiribati knowledge and management of Tarawa's lagoon resources. *Atoll Research Bulletin* No. 489.
- Johannes R.E., Freeman M.R. and Hamilton R. 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1:257–271.
- Johannes R.E., Squire L., Graham T., Sadovy Y. and Renguul H. 1999. Spawning aggregations of groupers (Serranidae) in Palau. Marine Conservation Research Series Publication No.1, The Nature Conservancy, Honolulu, Hawaii.
- Koenig C.C., Coleman F.C., Collins L.A., Sadovy Y. and Colin P.L. 1996. Reproduction in gag (*Mycteroperca microlepis*) (Pisces: Serranidae) in the eastern Gulf of Mexico and the consequences of fishing spawning aggregations. p. 307–323. In: Arreguin-Sanchez F., Munro J.L., Balgos M.C. and D. Pauly (eds). Biology, fisheries and culture of tropical groupers and snappers, ICLARM Conference Proceedings 48, ICLARM, Manila.
- Nakashima D.J. 1993. Astute observers on the sea ice edge: Inuit knowledge as a basis for Arctic co-management. p. 99–110. In: Inglis J.T. (ed). Traditional ecological knowledge: Concepts and cases. International Program on Traditional Ecological Knowledge and International Development Research Centre, Ottawa.
- Nordhoff C. 1930. Notes on the off-shore fishing of the Society Islands. *Journal of the Polynesian Society* 39:137–173.
- Rhodes K.L. and Sadovy Y.J. 2002. Temporal and spatial trends in spawning aggregations of camouflage grouper, *Epinephelus polyphekadion*, in Pohnpei, Micronesia. *Environmental Biology of Fish* 63:27–39.
- Rhodes K.L. and Tupper M.H. 2007. A preliminary market-based analysis of the Pohnpei, Micronesia, grouper (Serranidae: Epinephelinae) fishery reveals unsustainable fishing practices. *Coral Reefs*. DOI 10.1007/s00338-007-0202-5
- Ruddle K. 1996. Traditional management of reef fishing. p. 315–335. In: Polunin N.V.C. and Roberts C.M. (eds). Reef fisheries. London, UK: Chapman and Hall.

- Ruddle K., Hviding E. and Johannes R.E. 1992. Marine resources management in the context of customary tenure. *Marine Resource Economics* 7:249–273.
- Sadovy Y.J. 1996. Reproduction of reef fishery species. p 15–59. In: Polunin N.V.C. and Roberts C.M. (eds). *Reef fisheries*. Chapman and Hall, London, UK.
- Sadovy Y.J. 2007. Workshop for global red list assessments of groupers family Serranidae; subfamily Epinephelinae. Final report. <http://www.SCRFA.org>
- Sadovy Y.J. and Domeier M. 2005a. Are aggregation-fisheries sustainable? Reef fish fisheries as a case study. *Coral Reefs* 24(2):254–262.
- Sadovy Y.J. and Domeier M.L. 2005b. Perplexing problems of sexual patterns in the fish genus *Paralabrax* (Serranidae, Serraninae). *Journal of Zoology (London)* 267:121–133.
- Sadovy Y.J. and Shapiro D.Y. 1987. Criteria for the diagnosis of hermaphroditism in fishes. *Copeia* 1:136–156.
- Sadovy Y.J. and Vincent A.C.J. 2002. The trades in live reef fishes for food and aquaria: issues and impacts. p 391–420. In: Sale P.F. (ed.). *Coral reef fishes. Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, San Diego.
- Sadovy Y.J., Donaldson T.J., Graham T.R., McGilvray F., Muldoon G.J., Phillips M.J., Rimmer M.A., Smith A. and Yeeting B. 2003. *While stocks last: The live reef food fish trade*. Asian Development Bank Pacific Studies Series. Manila, Philippines. 147 p.
- Smith A.J. and Hamilton R.J. 2006. *Protecting and managing reef fish spawning aggregations in the Pacific: Project Final Report*. Report prepared by the Pacific Island Countries Coastal Marine Program, The Nature Conservancy. TNC Pacific Island Countries Report No. 3/06. <http://conserveonline.org/workspaces/pacific.island.countries.publications>
- Usher P. 2000. Traditional ecological knowledge in environmental assessment and management. *Arctic* 53(2):183–193.
- Walker D.H., Thorne P.J., Sinclair F.L., Thapa B., Wood C.D. and Subba D.B. 1999. A systems approach to comparing indigenous and scientific knowledge: consistency and discriminatory power of indigenous knowledge and laboratory assessment of the nutritive value of tree fodder. *Agricultural Systems* 62:87–103.
- Warren D.M. 1997. Conservation of indigenous knowledge serves conservation of biodiversity. *Alternatives Journal* 23(3):26–27.
- Wright A., Chapau M.R., Dalzell P.J. and Richards A.H. 1983. *The marine resources of the New Ireland Province. A Report on present utilisation and potential for development*. Fisheries Research and Surveys Branch Research Report 83-13, Department of Primary Industry Port Moresby.
- Wright R. and Richards A.H. 1985. A multispecies fishery associated with coral reefs in the Tigak Islands, Papua New Guinea. *Asian Marine Biology* 2:69–84.