Pacific Community
Communauté du Pacifique

Lettre d'information sur les Pêches

NUMÉRO : 149 (Janvier- Avril 2016) ISSN : 0248-0735

Sommaire

Activités de la CPS

Page 2 *Collecte de données sur les pêcheries artisanales : lancement d'une nouvelle application pour téléphone mobile à Funafuti (Tuvalu)*

Page 3 *Un atelier vient compléter les efforts de développement et d'implantation du principal logiciel de gestion des stocks de thonidés de la CPS : MULTIFAN-C*

Page 4 *Les trois V du traitement des données issues de la récupération des marques : validation, validation, validation*

Page 6 *Réduire les captures accidentelles de tortues marines dans les opérations de pêche à la palangre*

Page 8 *Analyse économique du circuit local d'approvisionnement en thon d'une usine de transformation à Kiribati : quelles perspectives pour les petits pêcheurs ?*

Page 12 *Formation en détachement à l'analyse pratique de questions stratégiques d'actualité*

Page 13 *L'holothurie de sable (Holothuria scabra) au service de la pêche côtière à Kiribati*

Nouvelles de la région et d'ailleurs

Page 16 *Consultation des experts de la FAO sur le marquage des engins de pêche*

Page 18 *La version 2016 de l'étude Benefish*

Page 19 *Les acteurs du projet de gestion communautaire des pêcheries de Kiribati se réunissent pour débattre des enseignements et des prochaines étapes du projet*

Page 22 *La génétique des populations d'holothuries de sable (Holothuria scabra) aux Fidji : implications pour la gestion des ressources et le développement de l'aquaculture*

Articles de fond

Page 24 *Application d'une stratégie d'exploitation aux pêcheries de vivaneaux profonds disposant de ressources limitées*

Page 31 *Mieux comprendre l'influence du phénomène d'oscillation australe El Niño sur les pêcheries thonières du Pacifique grâce au modèle SEAPODYM*

Page 37 *L'intégration des concentrations de reproducteurs dans la gestion des pêcheries doit reposer sur une véritable application du principe de précaution*

Éditorial

La collecte de données halieutiques reste une gageure pour les agents des services des pêches océaniens, notamment dans les îles périphériques éloignées. Compte tenu de l'essor rapide de l'accessibilité à Internet dans la région, la CPS a pris ce dossier à bras-le-corps et mis au point une application novatrice qui permet aux artisans pêcheurs de consigner des données sur un téléphone portable ou une tablette et de les transférer ainsi plus facilement aux services des pêches, même s'ils sont déployés dans des zones reculées (voir p. 2). Cette nouvelle application contribuera également à réduire le temps écoulé entre la collecte des données et leur traitement, ce qui est essentiel pour mener à bien, en temps et en heure, les évaluations des stocks de poissons. Il sera intéressant de voir si ce nouvel outil est rapidement adopté par les usagers auxquels il se destine.

Dans la région Pacifique, il arrive parfois que la viabilité économique de la filière aquacole soit tributaire de l'épuisement des stocks naturels de certains poissons ou invertébrés et de la flambée des prix qui en découle. S'agissant de l'holothurie de sable, espèce tropicale particulièrement prisée et largement surexploitée (voir p. 22), le moment est peut-être venu d'assurer la viabilité économique de la filière. Des projets pilotes, publics ou privés, mettent aujourd'hui à l'honneur l'aquaculture des holothuries de sable dans plusieurs pays, dont Kiribati (voir p. 13). Il est étrange toutefois de constater que l'aquaculture ne doit parfois son salut qu'à la mauvaise gestion des ressources halieutiques.

Vous noterez que le terme "données" apparaît plus de cent fois dans le présent numéro. Voilà qui n'est guère surprenant dans une lettre d'information sur les pêches, mais qui témoigne sans doute de l'intérêt croissant de nos contributeurs et de nos lecteurs pour les problématiques de gestion.

Aymeric Desurmont
Spécialiste de l'information halieutique (aymericd@spc.int)

Tarawa, Kiribati (crédit photo : Michel Blanc).

Préparé par la Section information halieutique, Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins, CPS

Collecte de données sur les pêcheries artisanales : lancement d'une nouvelle application pour téléphone mobile à Funafuti (Tuvalu)

La Communauté du Pacifique (CPS) vient de lancer une application innovante pour mobile et tablette appelée « Tails », qui va révolutionner la collecte électronique des données sur les captures thonières artisanales. Tails va permettre aux agents nationaux chargés des pêches côtières de recueillir facilement des informations sur les captures de thonidés et les prises accessoires réalisées par les artisans pêcheurs opérant dans les régions isolées, et de les transmettre instantanément au service des pêches pour analyse, y compris en cas de connexion internet limitée. Cette nouvelle technologie va ainsi éliminer les délais et les coûts liés à l'envoi des données sur papier depuis les îles de la périphérie jusqu'aux services nationaux des pêches, et permettre aux agents des services des pêches d'assurer le suivi et la gestion des prises thonières artisanales en s'appuyant sur des données récentes, et non plus sur celles de l'année précédente.

Le thon est une précieuse source de protéines pour les populations côtières et un aliment traditionnel d'importance majeure dans nombre de sociétés insulaires océaniennes. La consommation de thon dans les communautés côtières contribue par ailleurs à atténuer les pressions qui s'exercent sur des ressources halieutiques récifales déjà largement exploitées, en particulier dans les écosystèmes menacés par des facteurs externes tels que la surpopulation, le changement climatique ou les catastrophes naturelles. En conséquence, nombre de nations océaniennes s'emploient aujourd'hui à accroître la consommation locale de thon, dans le cadre de stratégies axées à la fois sur le renforcement de la sécurité alimentaire et sur la préservation et la bonne gestion des ressources halieutiques récifales. Il leur faut donc recueillir des données sur les captures thonières artisanales pour être à même de suivre l'évolution de la situation.

La collecte de données est généralement un exercice fastidieux et très coûteux, compte tenu de l'éparpillement des communautés océaniennes et des distances qui les séparent. Ces données sont pourtant très utiles au suivi de l'évolution des taux de prise des pêcheries thonières artisanales, en ce qu'elles permettent d'évaluer l'efficacité des dispositifs côtiers de concentration du poisson et d'autres initiatives visant à renforcer la sécurité alimentaire. Elles contribuent aussi à la conservation de ressources marines côtières précieuses. Il fallait donc trouver le moyen de rationaliser la collecte de données, d'en réduire le coût et de permettre aux chargés des pêches côtières de consacrer plus de temps à la collecte et à l'analyse des données, et moins à l'organisation logistique de la transmission des données sur papier.

Avec la méthode Tails, il leur sera désormais possible d'envoyer rapidement aux services nationaux des pêches les données relatives aux captures des petites pêcheries. La collecte et l'analyse des données prendront donc moins de temps, ce qui facilitera la prise de décision et la mise en œuvre des mesures de gestion des pêches dans les États et Territoires insulaires océaniens. La nouvelle application a été mise au point par Bruno Deprez, Steven Bagshaw et Andrew Hunt, de la Section gestion des données de la Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins de la CPS. Elle s'appuie sur la base de données TUFMAN 2, la plateforme de gestion des données halieutiques de la CPS, qui est largement utilisée dans toute la région.

Premier essai de terrain de la nouvelle application Tails, Nauru, février 2016 (crédit photo : Andrew Hunt)

La collecte des données sur la pêche artisanale s'effectue généralement dans des régions où la connexion Internet est limitée, et l'application a précisément été conçue pour remédier à ce problème. Dans la mesure où la collecte des données s'effectue entièrement hors ligne, Tails peut transférer en une seule fois l'équivalent de plusieurs semaines, voire d'un mois entier de données, même si la connexion internet est lente. L'application fonctionne sans problème y compris lorsque la bande passante est limitée, puisqu'il suffit d'un seul mégaoctet pour transmettre au service national des pêches un volume de données correspondant à environ 500 sorties de pêche.

Les premiers essais de terrain ont été réalisés à Nauru en février 2016, et la première mise en service intégrale de la nouvelle application a eu lieu à Funafuti (Tuvalu) en mars. Les réactions initiales sont très positives, et les travaux de développement et d'amélioration de l'application se poursuivent.

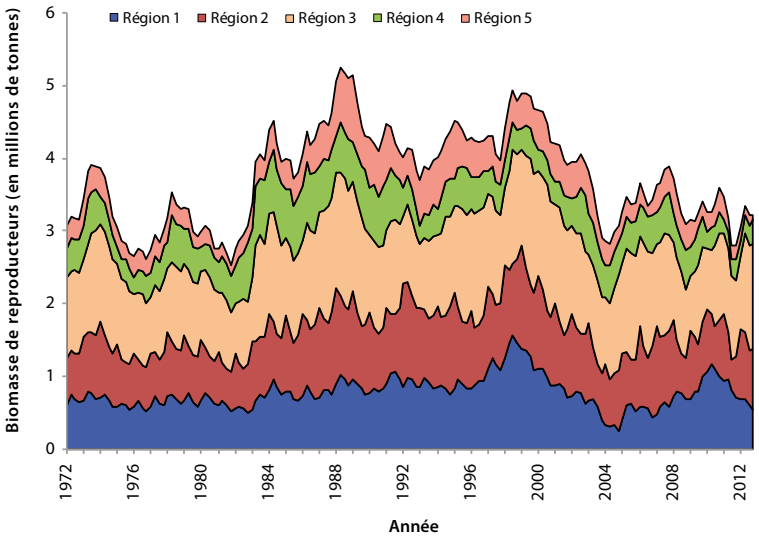
Pour plus d'information :
Andrew Hunt
Analyste/formateur, CPS
andrewh@spc.int

Un atelier vient compléter les efforts de développement et d'implantation du principal logiciel de gestion des stocks de thonidés de la CPS : MULTIFAN-CL

En mars 2016, la Section évaluation et modélisation des stocks du Programme pêche hauturière de la Communauté du Pacifique a accueilli Dave Fournier à Nouméa. Dave est un spécialiste de la modélisation des stocks et un développeur de logiciels de renommée mondiale. Il y a quelques années, l'American Fisheries Society lui a décerné le prestigieux prix Ricker[1]. Dave a fait œuvre de pionnier dans un domaine désormais appelé « évaluation intégrée des stocks halieutiques », auquel il a consacré, en 1982, un article faisant autorité[2].

Dave a commencé à travailler pour la CPS dans les années 1980, d'abord en qualité d'agent de l'Organisation, puis de prestataire externe. Il s'est principalement occupé de la mise au point du logiciel d'évaluation des stocks halieutiques MULTIFAN-CL, première tentative sérieuse de généralisation de l'évaluation intégrée des stocks. Au cours de sa mission à la CPS, Dave, en collaboration avec Nick Davies (autre acteur essentiel de la mise au point de MULTIFAN-CL), a perfectionné le logiciel de sorte qu'il reste à la pointe des outils d'évaluation des stocks de thonidés.

Le logiciel d'évaluation MULTIFAN-CL (www.multifan-cl.org) est utilisé depuis les années 1990 pour évaluer les ressources thonières du Pacifique occidental et central, et plus particulièrement les stocks de bonites, de thons jaunes, de thons obèses et de germons du sud. La CPS s'appuie largement sur les résultats tirés de la modélisation des stocks pour réaliser les meilleures analyses scientifiques possibles et conseiller en conséquence les membres de la Commission des pêches du Pacifique occidental et central (WCPFC) et de la Communauté du Pacifique. Le logiciel, dédié à la pêche thonière dans le Pacifique occidental et central, permet d'optimiser les séries de données halieutiques et biologiques dont dispose la CPS sur : les prises ; l'effort de pêche ; la longueur et le poids des individus capturés par les différentes pêcheries opérant dans la région ; l'évolution des taux de prise dans le temps ; l'état actuel des connaissances sur les principales caractéristiques biologiques des thonidés ; et les déplacements des



Estimations MULTIFAN-CL de la biomasse féconde des stocks de bonites du Pacifique occidental et central, pour chacune des cinq régions de modélisation considérées.

stocks (entre autres variables). Toutes ces données sont recueillies dans le cadre des programmes de marquage à grande échelle menés dans le Pacifique occidental et central depuis de nombreuses années [3].

Durant leur séjour à Nouméa, Nick et Dave ont également animé un atelier de formation à l'utilisation de MULTIFAN-CL et de ses nouvelles fonctionnalités. L'atelier, organisé sur quatre jours à l'intention des halieutes des programmes pêche côtière et pêche hauturière de la CPS, a été plébiscité et a permis à nos scientifiques de franchir une étape majeure dans la réalisation d'évaluations des stocks de requins peau bleue du Pacifique Sud-Ouest et de bonites. Les résultats de ces évaluations seront présentés cette année au Comité scientifique de la WCPFC à l'occasion de sa douzième session.

Pour plus d'information :

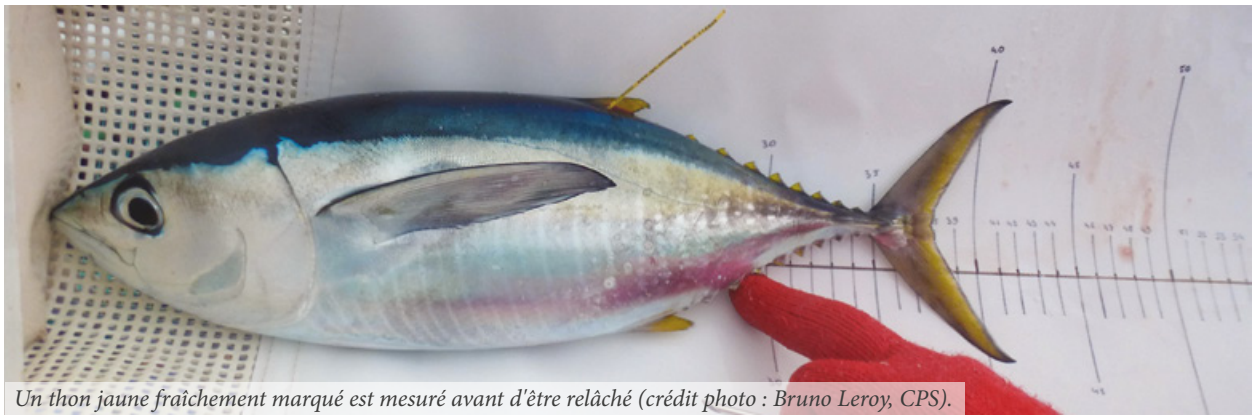
Graham Pilling
Directeur de recherche halieutique (évaluation et modélisation des stocks), CPS
grahamp@spc.int

[1] http://www.admb-project.org/news/dave-fournier-received-the-american-fisheries-society2019s-ricker-award

[2] Fournier D.A. and Archibald C.P. 1982. A general theory for analyzing catch at age data. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 39:1195-1203.

[3] Voir, par exemple : http://www.spc.int/tagging/
http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/InfoBull/FishNews/118/FishNews118.pdf
http://www.spc.int/DigitalLibrary/Doc/FAME/InfoBull/FishNews/141/FishNews141_04_Leroy.pdf

Les trois V du traitement des données issues de la récupération des marques : validation, validation, validation



Un thon jaune fraîchement marqué est mesuré avant d'être relâché (crédit photo : Bruno Leroy, CPS).

La Communauté du Pacifique (CPS) marque et relâche des thons dans le Pacifique occidental et central depuis 1977. À ce jour, trois programmes de marquage se sont succédé : le Programme d'étude et d'évaluation du stock de bonites (1977-1981), le Programme régional de marquage des thonidés (1989-1992), et le Programme de marquage des thonidés dans le Pacifique (PTTP), lancé en 2006 et toujours en cours. Au total, plus de 700 000 thons ont été marqués et relâchés, et 100 000 marques ont été récupérées et déclarées à la CPS. Les informations tirées de ces campagnes de marquage sont une composante majeure des analyses sur lesquelles reposent la gestion des ressources thonières de la région et les modèles d'évaluation des stocks.

Plusieurs mois peuvent s'écouler entre la recapture du poisson marqué et la découverte de la marque, qui peut intervenir à des étapes très diverses de la filière thon : à bord des bateaux de pêche, pendant le triage ou le transfert du poisson dans les cales ; au cours du chargement à bord des navires de transbordement et de leur déchargement ; dans les chambres froides ; ou dans les conserveries. Plusieurs études ont déjà mis en évidence le lien entre la fiabilité des informations relatives à la récupération des marques et d'autres variables telles que le laps de temps écoulé entre la recapture du poisson marqué et la découverte de la marque. Il est donc primordial que les agents de la CPS effectuent un contrôle rigoureux de la qualité des données, notamment en procédant à la validation croisée des données de récupération des marques au regard des informations tirées d'autres séries de données. À l'issue de cet exercice, chaque marque se voit attribuer une estimation aussi juste que possible de la date et du lieu de récupération, ainsi qu'un indice de fiabilité correspondant au degré d'incertitude associé à ces champs de données essentiels (meilleure estimation de la date de recapture : 12 mars 2015 ± une semaine, par exemple). La validation croisée consiste à comparer les renseignements relatifs à la récupération des marques tirés de séries de données externes – données de suivi des navires générées par le système de surveillance des navires par satellite (VMS), données extraites des journaux de pêche, par exemple – afin d'estimer la fiabilité des informations reçues des personnes ayant trouvé les marques. Ainsi, en se référant aux données VMS, on peut confirmer, d'après la position, l'allure et la direction du bateau de pêche censé avoir récupéré la marque, que ce dernier opérait vraisemblablement à proximité de la position signalée de la marque et à la date à laquelle elle a été récupérée. D'autres paramètres peuvent être pris en compte pour vérifier la qualité des données (taux de croissance des thons avant la recapture, distance maximale couverte, bathymétrie, notamment). Le processus de validation croisée représente un investissement considérable en temps et en ressources, en particulier lorsqu'un grand nombre de marques sont récupérées peu de temps après la campagne de marquage, et peut exiger de mobiliser jusqu'à quatre agents à temps partiel pour assurer l'enregistrement et la vérification des données.

Toutefois, une question majeure se pose : quel est le degré de précision des indices de fiabilité associés aux données sur la date et le lieu de la récupération des marques ? Et comment répondre à cette question en l'absence d'informations précises sur la date et le lieu de récupération des marques ? Les tests de faux marquage sont un moyen de répondre à ces questions : les observateurs posent discrètement des marques classiques sur des thons à bord de senneurs, et les données tirées de la récupération des fausses marques font l'objet du même contrôle qualité que les marques récupérées dans le cadre du PTTP. On peut ensuite comparer directement le lieu et la date de récupération de la fausse marque aux meilleures estimations de date et de lieu résultant du processus de validation croisée,

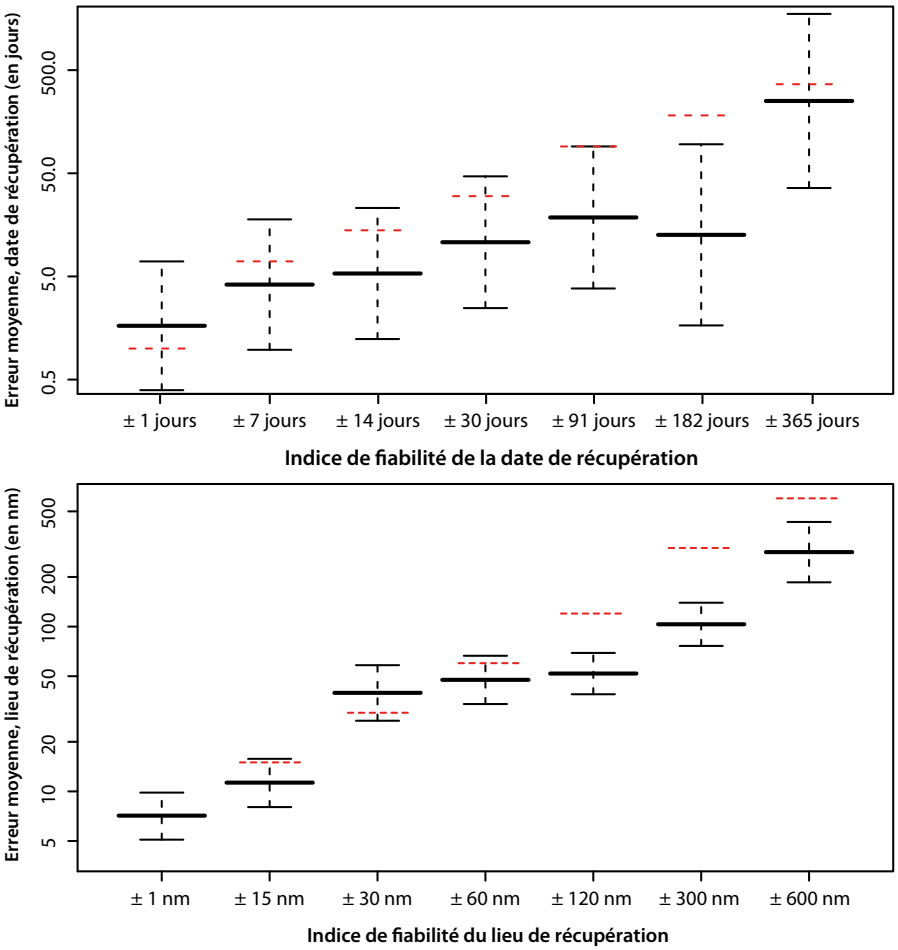


Figure 1. Schéma comparatif des erreurs moyennes estimées dans la date (en haut) et le lieu (en bas) de récupération des marques et des indices de fiabilité attribués. Les lignes noires en gras correspondent aux meilleures estimations et les lignes noires fines au degré d'incertitude qui leur est associé. Les lignes rouges en pointillés représentent le degré d'incertitude tel qu'il ressort du processus de validation croisée.

et comparer les erreurs relevées dans les meilleures estimations à l'indice de fiabilité attribué durant le processus de validation croisée.

Les erreurs relatives à la date et au lieu des recaptures augmentent proportionnellement au degré d'incertitude qui leur a été attribué (figure 1), ce qui démontre que la validation croisée est un moyen efficace de déterminer avec précision la fiabilité relative des informations sur la récupération des marques. Dans le cas des marques récupérées pour lesquelles les informations disponibles sont fortement entourées d'incertitude, les meilleures estimations de la date et du lieu de récupération sont généralement plus fiables que ne le laissent supposer les résultats du processus de validation. Cela étant, les erreurs de date et de lieu concordent généralement avec l'indice de fiabilité établi à l'issue du processus de validation croisée. Ce constat indique que la validation croisée peut aussi permettre de déterminer le degré d'incertitude des informations relatives à la date et au lieu de récupération des marques.

Grâce aux informations tirées des essais de faux marquage, on peut aussi analyser les facteurs influant sur le degré de précision de l'incertitude estimée associée à la date et au lieu de récupération des marques. À titre d'exemple, la majeure partie des vérifications et des comparaisons effectuées dans le cadre du processus de validation croisée reposent sur l'identification précise du bateau de pêche ayant récupéré la marque. Les éléments dont on dispose montrent clairement, et il n'y a là rien d'étonnant, que les erreurs liées à la date et au lieu de récupération des marques sont plus importantes lorsque les personnes qui trouvent les marques n'identifient pas correctement les bateaux de pêche les ayant récupérées.

L'analyse résumée dans cet article ouvre des pistes encourageantes et montre que la validation croisée fournit des estimations précises de l'incertitude inhérente aux informations sur la récupération des marques. On peut donc intégrer à l'analyse des données de marquage le degré d'incertitude des informations relatives à la récupération des marques. De plus, les données de faux marquage offrent la possibilité d'analyser les facteurs qui ont le plus d'impact sur l'incertitude inhérente aux données de récupération des marques. Tous ces éléments peuvent contribuer utilement à la définition des modifications à apporter au programme de marquage pour renforcer le degré de confiance dans les séries de données issues des opérations de marquage.

Pour plus d'information :

Thomas Peatman
Chargé de recherche halieutique principal (modélisation statistique), CPS
thomasp@spc.int

Réduire les captures accidentelles de tortues marines dans les opérations de pêche à la palangre

Six espèces de tortues marines sur sept dans le monde sont menacées d'extinction d'après la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature. Les interactions avec les engins de pêche représentent un grave danger pour ces animaux. La Commission des pêches du Pacifique occidental et central (WCPFC) et la Communauté du Pacifique (CPS) assurent la coordination des activités d'analyse que leurs membres mènent conjointement sur les données relatives à la réduction des captures accidentelles de tortues marines par les palangriers en Océanie. Cette étude est parrainée par le Projet sur les thonidés dans les zones s'étendant au-delà des limites de la juridiction nationale, un programme de travail financé par le Fonds pour l'environnement mondial et mis en œuvre par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture afin d'encourager et de renforcer le développement d'une pêche thonière durable.

Tortue imbriquée accrochée à un hameçon (Eretmochelys imbricata) *(crédit photo : © naturepl.com /Jeff Rotman/WWF).*

Le premier atelier s'est tenu du 16 au 19 février à Honolulu (Hawaii), dans une salle de conférence mise à disposition par le Conseil de gestion des pêches dans le Pacifique occidental[1]. Y ont participé 31 personnes, dont 15 représentants des États et Territoires membres de la CPS (Australie, États fédérés de Micronésie, États-Unis d'Amérique, Fidji, Îles Cook, Îles Marshall, Palau, Papouasie-Nouvelle-Guinée et Tonga).

Le principal objectif de ce premier atelier était de définir les taux actuels d'interaction et de mortalité des tortues marines dans les opérations de pêche. Un deuxième atelier prévu en novembre 2016 sera axé sur les mesures susceptibles de réduire ces taux. L'ensemble de données constitué aux fins de cette étude regroupe des données d'observation provenant de différentes sources (programme régional d'observation de la WCPFC, programmes nationaux d'observation dont les données sont conservées par la CPS pour le compte de ses membres, programmes nationaux d'observation du Japon et de Taiwan, et informations sur la pêche palangrière à la Réunion fournies par l'Institut de recherche pour le développement (IRD)). Les ensembles de données mis à la disposition de la WCPFC et de la CPS ont pu étendre la portée de l'ensemble de données cumulées, notamment en ce qui concerne l'éventail des engins recensés par les observateurs, ce qui a considérablement contribué au succès de l'atelier.

Un aperçu de l'ensemble de données cumulées a été présenté aux participants de l'atelier afin de mieux orienter les débats au regard des objectifs fixés. L'accent a notamment été mis sur les synthèses des données d'observation figurant dans l'ensemble de données cumulées, sachant que les formulaires et les protocoles de collecte de données utilisés par les observateurs peuvent varier d'une année sur l'autre. Des cartes analytiques ont également été produites de manière à donner un aperçu général des données disponibles. Des cartes sur les interactions par unité d'effort ont ainsi été élaborées pour récapituler les lieux des interactions les plus fréquentes entre les tortues marines et les palangres pendant toute la période couverte par les séries chronologiques de l'ensemble de données (voir par exemple figure 1 pour les tortues vertes). Les participants à l'atelier sont convenus que trois analyses séparées de l'ensemble de données d'observation cumulées étaient nécessaires pour atteindre les objectifs de l'atelier, à savoir l'estimation de l'incidence de diverses

[1] Le rapport complet de l'atelier est disponible à l'adresse suivante : http://www.commonoceans.org/fileadmin/user_upload/common_oceans/docs/Tuna/FirstSeaTurtleWorkshopReport.pdf

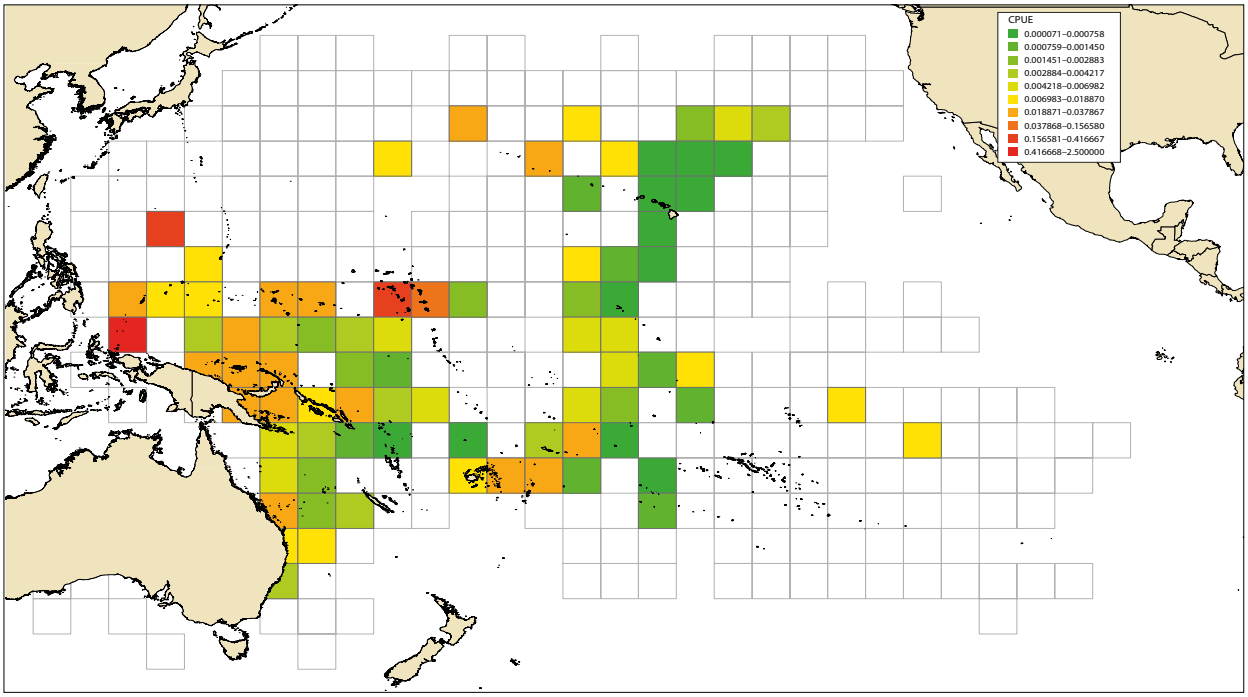


Figure 1. PUE (nombre d'interactions pour 100 000 hameçons) pour la tortue marine verte sur une grille de 5 x 5 degrés (1989-2015), calculée à partir de l'ensemble de données d'observation cumulées.

variables opérationnelles sur les taux d'interaction pour chaque opération, l'estimation de la façon dont les taux d'interaction des tortues varient en fonction de la position des hameçons dans les paniers et l'estimation de l'incidence de diverses variables opérationnelles sur les taux de mortalité des tortues à bord du navire. Les participants à l'atelier sont également convenus que les effets qu'ont la configuration des engins et d'autres variables opérationnelles sur l'interaction et le taux de mortalité à bord du navire peuvent varier d'une espèce de tortue à l'autre. Par conséquent, les analyses doivent prendre ces paramètres en compte autant que possible sur la base des données disponibles. Les données étaient suffisantes pour analyser quatre espèces : la tortue luth, la tortue caouane, la tortue verte et la tortue olivâtre. Le manque d'informations disponibles n'a pas permis de prendre en compte le taux de mortalité des différentes espèces une fois relâchées.

La catégorie d'hameçons (forme et taille), les espèces d'appâts, le nombre d'hameçons par panier et le temps de trempage représentent les paramètres qui influent le plus sur les taux d'interaction pour chaque opération. En effet, l'utilisation de grands hameçons circulaires et/ou de poissons à nageoires comme appâts entraîne une diminution considérable du taux d'interaction. Le taux d'interaction des tortues olivâtres, caouanes et vertes avec des palangres calées en eaux profondes est le plus élevé lorsque les hameçons sont le plus près des flotteurs. Par contre, le taux d'interaction des tortues luths n'est pas influencé par l'espace séparant l'hameçon du flotteur. Le taux de mortalité à bord du navire dépend du type d'espèce de tortue. Il est plus faible pour les tortues luths et caouanes. La pêche effectuée dans de plus grandes profondeurs fait également augmenter le taux de mortalité à bord du navire. Ces résultats prennent en compte à la fois le nombre d'hameçons par panier et la distance entre les hameçons et les flotteurs. Les participants ont conclu que le prochain atelier devrait porter en priorité sur les mesures d'atténuation qui prennent en compte la forme et la taille des hameçons, les espèces d'appâts utilisés, et le retrait des hameçons les plus proches des flotteurs lors de calées profondes.

Il sera primordial de prendre en compte la distribution des espèces de tortues dans l'océan Pacifique en vue d'étudier les impacts des différentes mesures d'atténuation sur les populations de tortues marines. En effet, si la densité d'une espèce varie dans une zone donnée, les mesures d'atténuation mises en place par une pêcherie n'auront pas la même incidence d'une espèce de tortue à l'autre. Ainsi, l'atelier a permis de produire des cartes d'abondance relative par espèce en utilisant les informations tirées de l'état des tortues marines dans le monde comme point de départ[2]. Aujourd'hui, les connaissances ayant trait à la distribution des tortues marines sont parcellaires et l'interprétation des informations disponibles ne fait pas l'unanimité parmi les experts. Par conséquent, il est aujourd'hui envisagé de soumettre les zones d'abondance relative à un examen par les pairs.

Pour plus d'information :

Thomas Peatman
Chargé de recherche halieutique principal (modélisation statistique), CPS
thomasp@spc.int

[2] Halpin P.N., Read A.J., Fujioka E., Best B.D., Donnelly B., Hazen L.J., Kot C., Urian K., LaBrecque E., Dimatteo A., Cleary J., Good C., Crowder L.B. et Hyrenbach K.D. 2009. OBIS-SEAMAP : centre mondial des données sur la distribution des mammifères marins, des oiseaux marins et des tortues marines. Oceanography 22(2) :104-115.

Analyse économique du circuit local d'approvisionnement en thon d'une usine de transformation à Kiribati : quelles perspectives pour les petits pêcheurs ?

La Kiribati Fish Ltd (KFL) est une société d'économie mixte, et la seule usine de transformation du thon de Kiribati en conformité avec les normes d'exportation. KFL exploite sa propre flottille de palangriers, mais s'approvisionne aussi auprès d'artisans pêcheurs. Plus de 700 petits bateaux de pêche à moteur opèrent dans les eaux de Betio et de Tarawa Sud. En fournissant plus régulièrement du thon à KFL, les pêcheurs locaux pourraient tirer du produit de leur pêche des prix plus élevés que ceux pratiqués sur les marchés locaux. KFL, de son côté, pourrait créer de nouveaux emplois locaux dans les secteurs de la transformation et du conditionnement du poisson.

Pour accroître les quantités de thon fournies à l'usine par les pêcheurs locaux, le ministère des Pêches et du Développement des ressources marines de Kiribati et la CPS ont mouillé dans les zones côtières de Tarawa plusieurs dispositifs de concentration du poisson (DCP), dispensé une formation à la manutention du poisson à 89 pêcheurs locaux à la fin de 2013 et formé plusieurs pêcheurs à de nouvelles techniques de pêche en 2014. Ces actions se sont avérées payantes en un premier temps, puisqu'en décembre 2013, les pêcheurs locaux ont vendu plus de huit tonnes de thon à la KFL. Toutefois, les données obtenues de KFL montrent qu'à compter de 2013, les approvisionnements locaux ont très vite diminué, et dans des proportions considérables. Dès la fin de 2014 et pendant toute l'année 2015, les petits pêcheurs locaux ont complètement cessé d'approvisionner l'usine.

Le Chargé du développement économique (pêche) de la CPS a donc entrepris d'analyser les obstacles à l'accès au marché que rencontrent les artisans pêcheurs, afin d'en déterminer l'impact sur la capacité et la volonté des pêcheurs de fournir à KFL du thon de grande qualité. Le présent article fait la synthèse de son rapport final et met en lumière les principales conclusions qui s'en dégagent.

Méthode

L'analyse des obstacles à l'accès au marché visait un double objectif : 1) cerner les raisons pour lesquelles les petits pêcheurs de Tarawa n'approvisionnent pas KFL en poisson ; 2) définir les moyens de les y encourager (voir encadré). Au total, 25 pêcheurs appartenant à trois groupements de pêcheurs et deux artisans pêcheurs indépendants ont participé à des discussions de groupe et répondu à des questionnaires dans le cadre d'entretiens en tête à tête. Cet échantillon n'est certes pas représentatif de l'ensemble des pêcheurs de Tarawa et des alentours, mais les informations recueillies jettent néanmoins un éclairage utile sur les principaux problèmes expliquant pourquoi les pêcheurs locaux ne travaillent pas pour KFL.

Analyse des obstacles à l'accès au marché

Aspects financiers

Le fait que KFL exige des pêcheurs qu'ils observent de bonnes pratiques de manutention du poisson est une première contrainte. Il leur est notamment demandé de transporter de la glace à bord, afin de conserver le poisson au frais jusqu'à leur retour au port. Les pêcheurs qui travaillent à bord de petites embarcations ne peuvent pas transporter de glace faute de place, et sont donc dans l'impossibilité de satisfaire à ces exigences, contrairement aux propriétaires de bateaux de plus grande taille, pour lesquels le transport de glace ne pose pas de problème.

Il ressort des entretiens avec les propriétaires de petits bateaux de pêche que les difficultés financières auxquelles ils se heurtent sont un obstacle majeur à l'acquisition de plus gros bateaux, à bord desquels ils pourraient transporter de la glace pour assurer la bonne conservation des poissons destinés à KFL.

Or, selon les pêcheurs, les banques n'accordent de prêt qu'aux personnes justifiant de solides garanties, et les petits bateaux de pêche, qui sont condamnés à se déprécier avec le temps, ne constituent pas des garanties

Analyse des obstacles à l'accès au marché

Dans le jargon économique, on entend par « obstacle à l'accès au marché » un facteur influant de manière négative sur l'économie au sens où il compromet la répartition efficace des ressources, entraînant, de ce fait, une perte de bien-être social (le bien-être de la société étant inférieur à ce qu'il pourrait être en l'absence du facteur considéré). En analysant avec précision les obstacles à l'accès au marché, leurs causes profondes et les signaux du marché, on peut définir les interventions à engager. Bien que destinées à lever les obstacles recensés, ces interventions peuvent aussi être à l'origine d'autres entraves systémiques à l'accès au marché ou engendrer des effets incitatifs pervers. Aussi importe-t-il de bien cerner la situation.

Plus simplement, les obstacles à l'accès au marché empêchent d'obtenir le résultat ou l'impact recherché. Il peut s'agir de comportements, de mesures incitatives ou de facteurs liés au fonctionnement et à la structure du marché, aux prix ou aux systèmes de gouvernance. Le succès d'un projet, quel qu'il soit, passe nécessairement par une parfaite compréhension de ces obstacles.

Un étal de poisson au bord d'une route sur l'atoll de Tarawa (crédit photo : Michel Blanc).

suffisantes. Dans la plupart des cas, les biens fonciers sont les seules garanties acceptées par les banques. Cette situation est à l'évidence un obstacle majeur à l'intensification de l'effort de pêche, à la création d'emplois dans le secteur de la pêche, à l'accroissement des revenus tirés de la filière et au développement de l'économie de Kiribati en général.

La première recommandation avancée vise donc à poursuivre l'analyse des conditions régissant l'octroi de prêts sur les marchés financiers de Kiribati et à étudier d'autres options de financement.

Réglementation et formalités administratives

Aucune réglementation imposant aux pêcheurs de transporter de la glace à bord n'est en vigueur à Kiribati, et les pêcheurs n'ont aucun mal à vendre leur poisson sur les marchés locaux, même s'il n'est pas conservé dans de la glace, compte tenu de la forte demande. Comme c'est le cas dans la plupart des autres pays insulaires du Pacifique, il n'existe aucun facteur incitatif (garantie d'un prix de vente plus élevé pour le poisson sous glace, par exemple) ni obligation (d'ordre réglementaire, notamment) susceptible de pousser les pêcheurs à transporter de la glace à bord. Le consommateur local n'est pas non plus très regardant sur ce point. Cette situation n'est pas de nature à encourager les pêcheurs à utiliser de la glace et à suivre de bonnes pratiques de manutention du poisson, ce qui réduit d'autant leurs chances de travailler pour KFL.

Les entretiens ont par ailleurs révélé que la procédure d'enregistrement obligatoire auprès de KFL n'est pas perçue comme problématique, les pêcheurs considérant qu'elle n'a rien de bien compliqué. Les formalités administratives ne constituent donc pas un obstacle susceptible d'empêcher ou de dissuader les pêcheurs locaux de vendre du poisson à KFL.

Débarquement des captures

En travaillant pour KFL, les pêcheurs pourraient être payés en liquide à la livraison, et tous y voient un avantage certain : les pêcheurs (ou les membres de leur famille) n'auraient plus à passer des heures au marché à attendre le client et pourraient consacrer davantage de temps à des activités plus productives. Toutefois, les conditions imposées par KFL tempèrent fortement le caractère incitatif de cet avantage potentiel.

En effet, l'usine n'achète plus que des thons obèses et des thons jaunes, alors que, dans le passé, elle acceptait aussi les poissons de récif et de fond et d'autres pélagiques. Entre décembre 2013 et février 2014, les artisans pêcheurs ont vendu à KFL trois tonnes de poissons de récif et de fond et dix tonnes de thon. En d'autres termes, pendant toute cette période, ils n'ont pas eu besoin de débarquer leurs prises à la fois chez KFL et sur les marchés locaux, ce qui leur a permis de réaliser des économies et de gagner du temps. Depuis, KFL a décidé de ne plus acheter que des thons obèses et des thons jaunes, et uniquement les spécimens d'au moins dix kilos. Les pêcheurs interrogés ont indiqué que 40 à 50 % seulement de leurs captures répondent à ces critères, ce qui les prive des avantages qu'ils pourraient tirer de la vente de l'intégralité de leurs prises à KFL. Il leur faut donc débarquer leurs prises en deux endroits différents, ce qui engendre des frais supplémentaires et des pertes de temps.

Par ailleurs, les pêcheurs ont tendance à cibler les petits poissons qui trouvent facilement preneurs sur les marchés locaux, contrairement aux thons de grande taille, beaucoup plus difficiles à vendre. En d'autres termes, ils ne peuvent écouler sur aucun marché les gros poissons refusés par KFL, ce qui accroît considérablement leur vulnérabilité financière.

Il serait donc judicieux que KFL achète, à titre expérimental et au prix du marché, l'ensemble des captures des pêcheurs qui l'approvisionnent en thons de qualité suffisante pour l'exportation, et vende les poissons autres que les thons à prix coûtant sur les marchés où elle vend actuellement des coproduits de thon. Cette stratégie devrait être sans incidence financière pour l'usine, puisqu'elle écoule déjà les sous-produits issus de la transformation du poisson auprès d'acheteurs locaux.

Manutention du poisson

Les exigences relatives à la manutention et au nettoyage minutieux des poissons destinés à KFL ont également été citées parmi les obstacles empêchant les pêcheurs locaux de vendre à l'usine le produit de leur pêche. Ces opérations ne demandent pas beaucoup de temps (de deux à trois minutes par poisson, selon les répondants), mais les pêcheurs estiment que le jeu n'en vaut pas la chandelle, compte tenu des gains financiers limités qu'ils en tirent. Le poisson destiné à l'exportation doit impérativement être manipulé et nettoyé avec le plus grand soin, et KFL se refuse à transiger sur ce point. L'organisation de stages de perfectionnement à l'intention des pêcheurs pourrait contribuer à l'amélioration des connaissances et des pratiques dans ce domaine. De même, KFL devra relever ses prix d'achat par rapport à ceux pratiqués sur le principal marché local pour convaincre les pêcheurs de consacrer plus de temps au nettoyage du poisson.

Distances

L'usine KFL étant située à l'extrémité ouest de Betio, les pêcheurs de Bairiki doivent effectuer de longs trajets pour débarquer leurs prises, ce qui entraîne des dépenses accrues, en carburant et en temps. (La distance aller-retour entre Bairiki et KFL est de trois milles nautiques.) Les pêcheurs de Bairiki rechignent par conséquent à travailler pour KFL, comme l'ont révélé les entretiens, et les pêcheurs de l'est de Betio ne sont pas plus enthousiastes. On pourrait donc envisager la mise en place d'installations de collecte en d'autres points de Tarawa Sud, de manière à réduire les distances que doivent couvrir les petits pêcheurs pour livrer leur poisson, tout en mettant à profit les économies d'échelle liées au transport groupé de grosses quantités de poisson.

KFL, de son côté, pourrait s'inspirer du mode industriel de transbordement et le transposer, à plus petite échelle, en des points précis (et notamment autour des DCP), de sorte que les petits bateaux de pêche puissent transférer leurs prises en mer sur de gros bateaux mieux équipés pour le traitement (et notamment la conservation sous glace) du poisson. Cette solution contribuerait à réduire les frais à la charge des pêcheurs, qui pourraient effectuer des sorties plus longues, dans le respect des règles de sécurité applicables, et se réapprovisionner régulièrement en glace. Les contraintes liées à la manutention du poisson s'en trouveraient également réduites. Un tel modèle de fonctionnement aurait plus de chances de convaincre les pêcheurs de modifier leurs pratiques et cadrerait mieux avec leur perception des choses et les conditions dans lesquelles ils sont amenés à travailler. La nature exacte du modèle à mettre en place devra cependant faire l'objet d'une analyse plus poussée.

Entreprises de pêche

Les pêcheurs interrogés ont souligné qu'ils devaient apprendre à concevoir et à gérer la pêche comme une entreprise, mais s'avouent incompétents en la matière. Compte tenu de leur méconnaissance des principes de la gestion d'entreprise, de la tenue de registres et des questions financières, les arguments avancés pour inciter les pêcheurs à revoir leurs méthodes de travail doivent être extrêmement convaincants, et les avantages mis en avant trop attrayants pour être ignorés. Pour l'heure, l'écart entre les prix d'achat proposés par KFL et ceux pratiqués sur les marchés locaux est trop faible pour avoir une quelconque incidence sur le comportement des pêcheurs, et les exigences que KFL impose aux

Le laboratoire de transformation du poisson de la Kiribati Fish Ltd (crédit photo : Michel Blanc).

pêcheurs ne font qu'accentuer le problème, sans parler des distorsions qui pourraient en résulter.

Il serait donc souhaitable de mettre en place des mesures d'accompagnement, afin de permettre aux pêcheurs de s'initier aux principes de la gestion commerciale et financière et de la tenue de registres.

Analyse des coûts

Une analyse des coûts a été réalisée à partir des informations obtenues de KFL et des pêcheurs locaux. Les données exploitées et les résultats qui s'en dégagent sont confidentiels et ne peuvent donc être publiés en détail. De manière générale, l'analyse montre que l'argument financier avancé pour encourager les pêcheurs à fournir du poisson à KFL doit être suffisamment convaincant pour justifier des sorties de pêche plus longues et compenser les coûts supplémentaires découlant des exigences de KFL. L'analyse indique que tel n'est pas le cas actuellement, et que les prix proposés par KFL doivent être revus à la hausse pour induire des signaux suffisamment forts sur le marché. Il serait utile d'entreprendre une étude pour définir avec précision le prix d'achat le mieux à même d'avoir les effets escomptés et de conduire à une augmentation des quantités de thons et de poissons de plus petite taille vendus à KFL.

Conclusions et recommandations

Les données recueillies aux fins de cette analyse indiquent que l'accès des pêcheurs aux ressources thonières s'est amélioré depuis l'installation de DCP, autour desquels les pêcheurs réalisent de belles prises de thons de grande taille. L'analyse s'est intéressée aux obstacles à l'accès au marché afin de cerner les raisons susceptibles d'expliquer pourquoi les pêcheurs locaux ne fournissent pas de thon à KFL. Si l'on part de l'hypothèse que KFL a toujours pour objectif stratégique de s'approvisionner en thon auprès de pêcheurs locaux, plusieurs recommandations peuvent être avancées :

Recommandation 1 :
KFL doit envisager d'acheter aux petits pêcheurs locaux le reste de leurs prises et de vendre les autres poissons avec les coproduits de thon qu'elle commercialise déjà.

Recommandation 2 :
Il faut travailler aux côtés des artisans pêcheurs à la professionnalisation de leurs activités en les initiant aux principes de la gestion d'entreprise, de la tenue de registres et de la gestion financière.

Recommandation 3 :
Il convient d'accroître l'écart entre les prix pratiqués sur les marchés locaux et les prix proposés par KFL, qui doivent être revus à la hausse.

Recommandation 4 :
L'option qui consisterait à mettre en place des dispositifs de transbordement pour réduire les coûts à la charge des pêcheurs approvisionnant KFL doit être examinée.

Des artisans pêcheurs font route vers un site de pêche à bord d'un petit bateau (crédit photo : Michel Blanc).

Recommandation 5 :
Il importe de recenser les différents mécanismes de financement durable envisageables (financements publics ou privés, aide des bailleurs de fonds) pour permettre aux pêcheurs d'acheter des bateaux de plus grande taille à bord desquels ils pourront transporter de la glace.

Remerciements :

L'auteur tient à remercier Kintoba Tearo de son aimable assistance et remercie également les membres de l'Association des pêcheurs de Betio, de la coopérative de pêche de Betio et de la Kiriwaru Maritime Cooperative Society Ltd, ainsi que les deux artisans pêcheurs indépendants, du temps qu'ils ont bien voulu consacrer aux entretiens. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et non celles de l'une ou l'autre des organisations associées à ce projet.

Pour plus d'information :

Philip James
Chargé du développement économique (pêche), CPS
philipj@spc.int

Formation en détachement à l'analyse pratique de questions stratégiques d'actualité

En février 2016, trois analystes travaillant pour des administrations nationales (Toaa Tokoia et Tabuki Teoraata, de Kiribati, et Salome Taufa, des Tonga) ont rejoint Philip James, Chargé du développement économique (pêche) à la CPS, à Nouméa, pour suivre une formation à l'analyse pratique de questions stratégiques d'actualité présentant un intérêt particulier pour leur pays. La participation à cette formation des deux analystes de Kiribati a été financée conjointement par le ministère des Pêches et de la Valorisation des ressources marines de Kiribati, et celle de l'économiste des Tonga par la CPS et la Nouvelle-Zélande, dans le cadre de la composante « renforcement des capacités » du projet que mène l'Institut néo-zélandais de recherche sur l'eau et l'atmosphère, rattaché au ministère des Affaires étrangères et du Commerce, à l'appui du développement de la pêche du vivaneau aux Tonga.

Les trois analystes ont passé entre deux et trois semaines au siège de la CPS, à Nouméa, et ont travaillé sur toute une série de questions. Ils ont notamment réalisé une analyse du secteur de l'aquariophilie et des plans de gestion de la filière, une analyse des fermes piscicoles subventionnées par les pouvoirs publics et une étude sur les méthodes de collecte de données sur les marchés.

Les trois participants ont pu s'initier aux méthodes d'analyse coûts-bénéfices et à d'autres méthodes d'analyse applicables à la filière pêche, et plus particulièrement à la prise de décisions stratégiques. Au cours de leur séjour à Nouméa, ils ont également pu se familiariser avec d'autres disciplines, comme la modélisation bioéconomique, le suivi-évaluation de projets et l'amélioration continue, au contact des spécialistes de la CPS.

Ces détachements ont également été l'occasion de renforcer les liens entre les pays et les analystes de la CPS, de même qu'entre les analystes de pays confrontés aux mêmes enjeux. Il faut espérer que ces relations pourront continuer à se développer, dans l'intérêt des pays concernés.

Dans l'idéal, les détachements d'économistes deviendront à l'avenir une des composantes intrinsèques du programme, déjà largement couronné de succès, de détachement de jeunes cadres et scientifiques, que le Programme pêche côtière de la CPS mène depuis des années. La CPS espère pouvoir mobiliser auprès des bailleurs des ressources suffisantes pour financer d'autres détachements. Les personnes désirant participer aux prochains détachements sont invitées à se manifester auprès de :

Philip James
Chargé du développement économique (pêche), CPS
philipj@spc.int

Les données recueillies sur cette exploitation aquacole des Tonga, qui abrite également des bassins de stockage de poissons d'aquariophilie, font partie des informations ayant servi à l'analyse de la filière aquariophilie et des plans de gestion connexes réalisée dans le cadre de la formation (crédit photo : Philip James).

L'holothurie de sable (*Holothuria scabra*) au service de la pêche côtière à Kiribati

*À Kiribati, les holothuries ont été surexploitées pendant une décennie à partir du milieu des années 1990, à un point tel qu'une interdiction totale de la pêche a été prononcée en 2014 pour une durée indéterminée. Les exportations de bêches-de-mer, qui ont culminé à 268,5 tonnes en 2007, résultaient principalement de la transformation de l'holothurie noire à mamelles (*Holothuria nobilis*) et de l'holothurie blanche à mamelles (*H. fuscogilva*), deux espèces de grande valeur commerciale. En 2012, les volumes sont tombés à seulement 68 tonnes et étaient en grande partie constitués de l'holothurie lolly (*H. atra*), une espèce à faible valeur marchande. Parmi les efforts de gestion de cette pêcherie, la production en écloserie d'holothuries a débuté en 1997 afin de reconstituer les stocks, essentiellement d'holothuries blanches à mamelles. Malgré la réussite de ce projet financé par la Fondation pour la collaboration internationale en matière de pêche (OFCF), la reconstitution des stocks ne s'est jamais imposée, à elle seule, comme une stratégie de gestion efficace pour la pêcherie.*

Dans le prolongement de ces initiatives et dans une volonté de remettre à flot le secteur de la bêche-de-mer, le ministère des Pêches et des Ressources marines de Kiribati s'est lancé dans la production de juvéniles d'holothuries de sable (*H. scabra*) en collaboration avec la Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins de la Section aquaculture de la Communauté du Pacifique (CPS), dans le cadre du projet d'amélioration de l'aquaculture communautaire aux Fidji, à Kiribati, au Samoa et à Vanuatu, financé par le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR).

Comparaison de ce projet avec les tentatives précédentes

La première phase du projet implique la production de juvéniles d'holothuries de sable à Kiribati depuis le mois d'août 2015. Durant la deuxième phase, qui a débuté en 2016, des équipes du ministère des Pêches et des Ressources marines de Kiribati et de la CPS ont collaboré activement avec les communautés villageoises de Tarawa-Nord et d'Abaiang où les juvéniles doivent être relâchés. Dans une optique de viabilité à long terme, il est essentiel que les communautés soient associées au projet et se l'approprient, de même qu'elles doivent prendre en main les lots de juvéniles qui leur sont transférés, car ce sont elles qui seront amenées à élever les holothuries de sable et, un jour, à vendre leur récolte. Les résultats et la méthode d'un autre projet de la CPS portant sur la gestion communautaire des pêches seront ici mis à profit afin de créer des synergies entre les deux activités et d'intégrer l'élevage d'espèces telles que l'holothurie de sable dans la liste des activités vivrières et économiques que peuvent entreprendre les communautés côtières. Le projet aura en particulier pour objectif d'encourager, à travers l'aquaculture des holothuries de sable, l'application de mesures, telles que la création d'aires protégées et la rotation des zones de pêche pour gérer d'autres ressources côtières.

Il n'y avait pas d'holothuries de sable à Kiribati, elles ont donc dû être introduites dans le cadre du projet. L'introduction d'espèces exotiques est rare de nos jours, principalement en raison du risque (réel ou supposé) d'introduction d'organismes nuisibles. Des géniteurs vivants d'holothuries de sable ont été importés des Fidji au terme d'une analyse minutieuse des risques à l'importation, menée par les agents de la Section aquaculture de la Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins. Cette analyse visait à évaluer les risques potentiels de maladies et les répercussions éventuelles sur l'environnement pour pouvoir prendre des mesures sanitaires rigoureuses lors du transfert.

Figure 1. Juvénile d'holothurie de sable prêt à être relâché à Tabuki, Tarawa-Nord (crédit photo : Michel Bermudes).

Le choix de l'holothurie de sable plutôt que d'une espèce locale d'holothurie est un moyen, comme la participation de la population, de maximiser l'impact du projet et sa viabilité à long terme. Parmi toutes les

Figure 2. Élevage en enclos à Tabuki, Tarawa-Nord (crédit photo : Michel Bermudes).

holothuries tropicales, l'holothurie de sable est l'espèce qui a inspiré le plus de travaux liés à l'élevage et à la reproduction. Les techniques d'élevage de référence pouvaient facilement être transférées à Kiribati, avec un minimum de recherches et de moyens. L'holothurie de sable est aussi l'une des rares espèces d'holothuries à posséder les principales caractéristiques propices à l'aquaculture dans des atolls isolés : 1) facilité d'élevage et croissance rapide ; 2) simplicité de transformation et de conservation ; 3) forte valeur marchande ; et 4) forte demande du marché.

Avancement à ce jour

Depuis le mois d'août 2015, les agents du ministère des Pêches et des Ressources marines de Kiribati ont, avec l'aide de la CPS, induit plusieurs pontes d'holothuries de sable à l'écloserie de Tanaea dans le but d'obtenir des juvéniles destinés à des essais d'élevage communautaire à Tarawa-Nord et à Abaiang. Grâce à la formation dispensée sur place et au Centre de développement des pêches d'Asie du Sud-Est à Bangkok (Thaïlande), ainsi qu'à l'expérience pratique, le personnel du service des pêches local a pris de l'assurance, ponte après ponte, et a pu améliorer ses compétences dans tous les aspects de l'élevage en écloserie : des techniques d'induction de la ponte à l'élevage des larves ou des juvéniles dans une station terrestre. Alors qu'ils n'ont réussi à produire que deux cents juvéniles environ lors du premier essai, les agents du ministère des Pêches et des Ressources marines de Kiribati parviennent à présent à obtenir plusieurs milliers de juvéniles à chaque ponte. Actuellement, l'élevage en écloserie d'holothuries de sable à Kiribati a gagné en efficacité et les protocoles ont été perfectionnés afin d'optimiser les ressources locales. Le projet doit permettre d'élaborer des stratégies visant à maximiser la production de juvéniles.

L'étape suivante, qui consistait à relâcher les juvéniles nourris en écloserie, a suscité l'enthousiasme des agents du ministère des Pêches et des Ressources marines de Kiribati, car elle leur a permis de suivre l'évolution du cycle de production. Le premier ensemencement en lagon et la première installation en bassin ont été réalisés en février 2016. Une centaine de juvéniles (figure 1) ont été placés dans un enclos circulaire de 50 m^2 dans le village de Tabuki (Tarawa-Nord) et 70 autres juvéniles ont été relâchés dans un enclos circulaire de 35 m^2, dans l'un des bassins d'EcoFarm (Tarawa-Sud). Les enclos circulaires ont été fabriqués avec un filet noir à fines mailles de 1,2 mm et maintenus avec des pieux en bois afin d'empêcher les juvéniles d'holothuries de sable de s'enfuir (figure 2).

Six semaines après le lâcher, les observations indiquaient un taux élevé de survie (> 85 %) et un taux de croissance satisfaisant pour les juvéniles relâchés dans un enclos marin à Tabuki (Tarawa-Nord) (figure 3). Les observations de l'holothurie de sable cryptique dans le bassin d'EcoFarm se sont avérées difficiles, probablement parce que ce site est moins profond qu'à Tabuki. Il était également plus difficile de contrôler les prédateurs présents dans les bassins (essentiellement des crabes). Des nasses à crabes seront utilisées pour réduire la prédation. En comparant les différents sites, les agents

du ministère des Pêches et des Ressources marines de Kiribati pourront déterminer les conditions de croissance idéales et les meilleures techniques d'élevage à utiliser à l'avenir.

Outre le transfert des techniques de production et de grossissement en écloserie, l'engagement et la participation des communautés ont été déterminantes pour le succès du premier lâcher d'holothuries de sable à Kiribati. Les études menées en plongée libre afin d'inspecter l'enclos et de mettre à distance les prédateurs se sont révélées très concluantes dans cet environnement.

Afin de stimuler le développement du secteur privé, le projet communautaire de la CPS et du Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) encourage également la société Atoll Beauties à produire des holothuries de sable. Atoll Beauties est une société aquacole privée qui produit principalement des bénitiers, en collaboration avec les communautés, pour le marché de l'aquariophilie. Atoll Beauties collabore activement avec le ministère des Pêches et des Ressources marines de Kiribati dans le cadre d'un protocole d'accord et apporte son soutien aux activités du projet. Actuellement, cette société est chargée d'élever l'excédent de larves de l'écloserie de Tanaea pour compenser un éventuel taux élevé de mortalité dans l'écloserie. Atoll Beauties participe également aux activités de grossissement à Tabuki (Tarawa-Nord), qui se révèle être un site propice à la croissance des juvéniles et dont la capacité à servir de réserve de géniteurs dans le cadre de futurs programmes d'élevage sera évaluée.

Ce projet est un exercice de renforcement des capacités à tous les stades de la chaîne d'approvisionnement, de la production de semences à la récolte. Des améliorations devront être apportées aux installations de l'écloserie et de la nourricerie marine afin d'élever cette espèce à plus grande échelle. En 2016, les activités prévues au titre du projet consistent à : 1) améliorer la fin de l'élevage en nourricerie pour accroître la production de juvéniles d'holothuries de sable ; 2) faire grossir certains spécimens jusqu'à la taille adulte pour les utiliser dans le cadre du programme d'élevage plutôt que de dépendre de l'importation de géniteurs ; et 3) créer des exploitations communautaires dans d'autres parties de Tarawa-Nord et d'Abaiang.

Pour plus d'information :

Beero Tioti
Chargé de l'aquaculture communautaire, CPS
beerot@spc.int

Michel Bermudes
Spécialiste de l'aquaculture marine et de la biosécurité aquatique, CPS
michelbe@spc.int

Figure 3. Juvénile d'holothurie de sable en bonne santé à Tabuki (Tarawa-Nord), quelques semaines après le lâcher (crédit photo : Michel Bermudes).

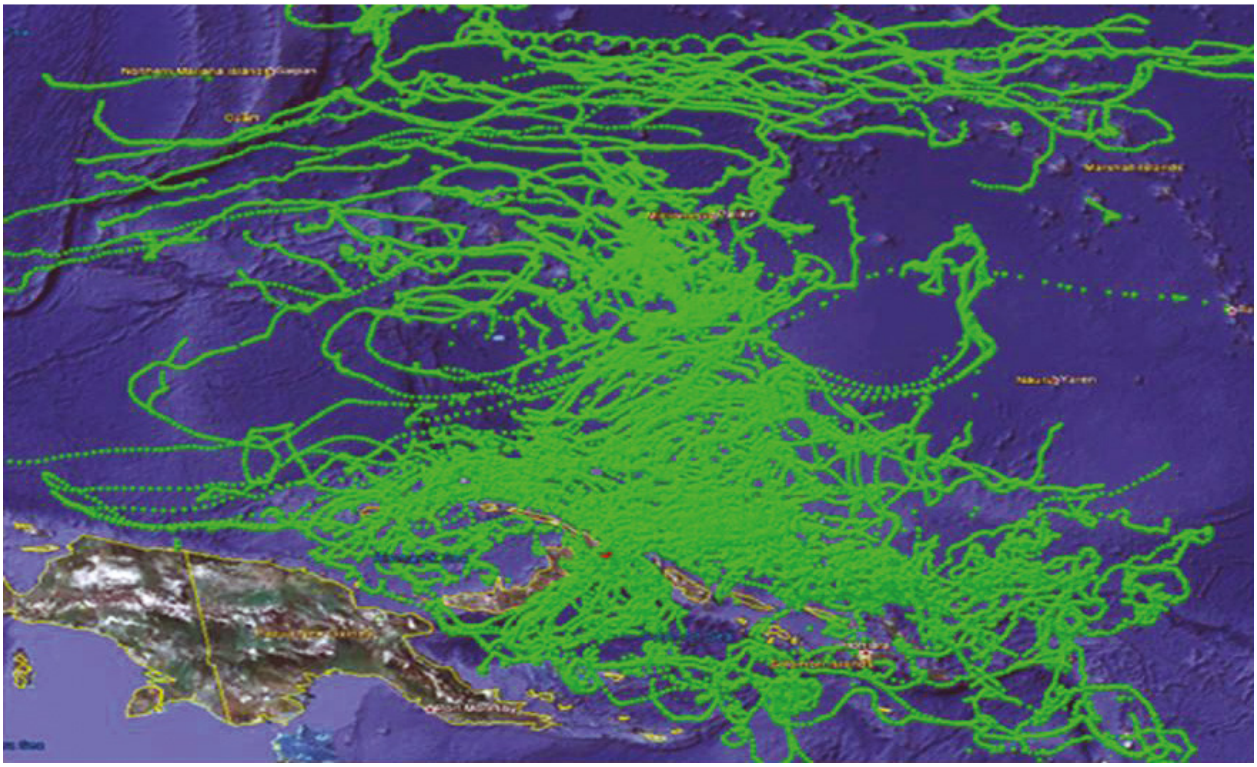
Consultation des experts de la FAO sur le marquage des engins de pêche

À moins d'être dûment marqués et localisables nuit et jour, les engins de pêche peuvent présenter un sérieux danger pour les autres habitants et usagers de l'océan, et plus particulièrement pour la sécurité de la navigation. En outre, un marquage correct des engins peut permettre de distinguer les pêcheurs légitimes de ceux qui se livrent à la pêche illégale, non déclarée et non réglementée. La faune marine est par ailleurs exposée aux effets néfastes des engins de pêche sur les espèces non ciblées, ainsi qu'au risque majeur de plus en plus manifeste que présentent les engins de pêche abandonnés, perdus ou rejetés. Ce risque est par exemple pointé du doigt dans le cadre de la campagne mondiale contre les déchets marins du Programme des Nations Unies pour l'environnement et de la « Global Ghost Gear Initiative », une alliance intersectorielle qui cherche des solutions durables pour résoudre le problème mondial de la « pêche fantôme » (www.ghostgear.org).

Pour réduire les risques liés aux engins de pêche et gérer le problème des engins abandonnés, perdus ou rejetés, il est indispensable d'identifier les propriétaires des engins ou des navires qui les ont mis à l'eau. Au début du mois d'avril 2016, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a organisé en son siège, à Rome, la consultation de 18 experts sur le marquage des engins de pêche. Lindsay Chapman, de la Communauté du Pacifique (CPS), et Mike Donoghue, du Secrétariat du Programme régional océanien de l'environnement (PROE), ont été invités à participer aux débats afin d'exposer la dimension océanienne du problème.

Ce thème n'est pas nouveau pour la FAO, puisque les conclusions d'une consultation d'experts réalisée en 1991 sur le même sujet ont été présentées au Comité des pêches de la FAO en 1993. Cependant, aucun consensus ne s'est dégagé à l'époque. Depuis, les techniques de pêche ont évolué mais le problème fondamental subsiste et ce, malgré l'adoption de plusieurs nouveaux accords internationaux et l'élaboration de cadres juridiques.

Le plus important d'entre eux est peut-être l'Annexe V de la Convention MARPOL[1], qui interdit le rejet en mer d'engins de pêche constitués de matériaux synthétiques. Dans les lignes directrices nécessaires à



Parcours réalisés pendant six mois par des DCP mouillés par trois senneurs (source : Maurice Brownjohn, Bureau des Parties à l'Accord de Nauru).

[1] MARPOL : Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires

la mise en œuvre de cette Annexe V, les gestionnaires des pêches sont invités à utiliser des systèmes d'identification des engins de pêche et les pouvoirs publics sont encouragés à s'intéresser à la mise au point de techniques d'identification plus efficaces des engins de pêche. La CPS et le PROE nourrissent de vives inquiétudes au sujet de la quantité de matériaux synthétiques qui sont toujours rejetés de manière inconsidérée dans notre région et peuvent affecter la navigation et la faune marine. De nombreux usagers de la mer ignorent probablement qu'ils sont tenus, en vertu du droit international, de garder les matières plastiques et les autres objets non dégradables à bord de leur bateau, afin de les évacuer à terre sans danger pour l'environnement.

Lindsay Chapman et Mike Donoghue se sont tous deux exprimés lors des discussions du groupe d'experts sur les dispositifs de concentration du poisson (DCP). Selon les estimations des Parties à l'Accord de Nauru (PNA), il pourrait y avoir plus de 80 000 DCP dérivants chaque année dans notre région. Même s'ils sont destinés à attirer le poisson plutôt qu'à le capturer, ils peuvent constituer une source importante de débris marins et risquent de piéger les espèces marines ou de salir les récifs.

Les techniques actuelles permettent d'identifier les DCP et de les tracer à distance par satellite. Par conséquent, la majeure partie d'entre eux peuvent être repérés même s'ils dérivent sur des centaines ou des milliers de kilomètres. Ils restent donc exploitables par les navires. Bien que la plupart des DCP ne soient pas repris par les navires qui les ont mis à l'eau, la question de savoir s'ils font partie de la catégorie des engins de pêche abandonnés, perdus ou rejetés, fait débat. Dans la pratique, compte tenu des prix élevés du carburant, la majorité des DCP sont abandonnés lorsqu'il n'est pas rentable de les récupérer.

Le projet de lignes directrices sera présenté au Comité des pêches de la FAO lors de sa réunion annuelle qui se tiendra en juillet 2016. On espère qu'après 23 ans, elles seront adoptées, ce qui rendrait nos océans un peu plus sûrs.

Pour plus d'information :

Mike Donoghue
Conseiller en espèces menacées et migratrices, PROE
michaeld@sprep.org

Lindsay Chapman
Directeur adjoint de la Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins (Programme pêche côtière), CPS
lindsayc@spc.int

Un DCP dérivant équipé d'une radiobalise (image : Marc Taquet, FADIO/IRD-Ifremer).

La version 2016 de l'étude Benefish

En 2002 et 2008, la Banque asiatique de développement a demandé la réalisation d'études visant à quantifier les retombées de la filière pêche dans les pays océaniens. Les informations reprises dans les rapports de ces travaux ont été fréquemment citées. En Océanie, ces rapports sont connus sous le nom de « rapports Benefish ».

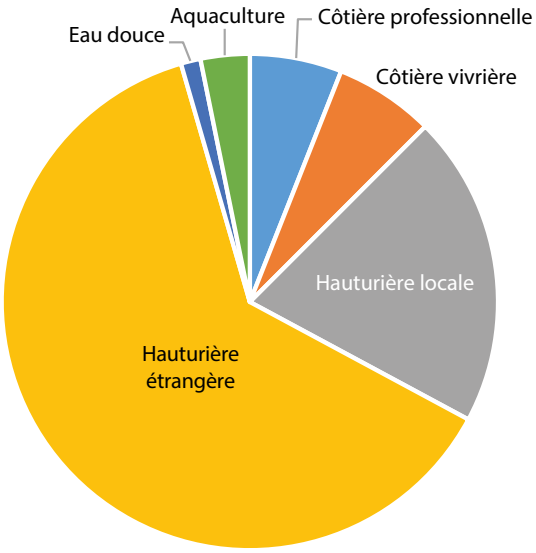
Au début de l'année 2015, à l'issue d'entretiens entre des représentants de la Communauté du Pacifique (CPS) et du ministère australien des Affaires étrangères et du Commerce (DFAT), il a été décidé de financer l'actualisation des publications existantes. Un consultant a été chargé de recueillir les informations nécessaires sur le terrain de début août jusqu'à début novembre 2015. De la mi-novembre 2015 à la fin janvier 2016, les données spécifiques aux pays ont été regroupées et analysées, avant la rédaction des rubriques correspondantes. Le rapport global a été présenté en février 2016.

Le nouveau rapport Benefish apporte des informations sur les retombées de la pêche dans chacun des 22 États et Territoires insulaires océaniens. Les rubriques pays contiennent les données disponibles les plus récentes ayant trait aux paramètres suivants :

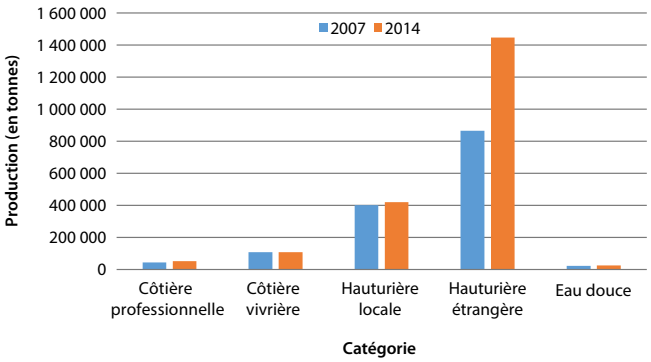
- Statistiques récentes des captures annuelles : valeurs et volumes relatifs de la production halieutique pour les six catégories suivantes : 1) pêche côtière professionnelle, 2) pêche côtière vivrière, 3) pêche hauturière locale, 4) pêche hauturière étrangère, 5) pêche en eau douce, et 6) aquaculture.
- Part de la pêche dans le produit intérieur brut (PIB) : part actuelle, mode de calcul et nouveau calcul à partir des données de captures annuelles recueillies au cours de l'étude.
- Exportations des produits de la pêche : volumes et catégories, et pourcentage par rapport au total des exportations.
- Recettes publiques issues du secteur de la pêche : droits d'accès aux pêcheries et autres recettes.
- Emplois dans le secteur de la pêche.
- Contribution de la pêche à la nutrition.

En outre, le nouveau rapport présente une analyse des grandes thématiques intéressant les pays de la région (importance des droits d'accès aux zones de pêche et des exportations des produits de la pêche, par exemple), les principales conclusions de la présente étude sur les retombées de la pêche, ainsi qu'un certain nombre de recommandations visant à mesurer de manière plus précise les effets positifs de la pêche et à en garantir la continuité. On trouvera également des informations générales relatives à l'évaluation du produit intérieur brut, ainsi que la procédure à suivre pour évaluer la part de la filière pêche dans le PIB de chaque État ou Territoire.

Le nouveau rapport[1] est en cours de relecture et de traduction à la CPS. Sa publication est prévue en juillet. À l'heure qu'il est, la plupart des informations reprises dans cet ouvrage sont provisoires. Toutefois, certains résultats plus généraux de la nouvelle étude Benefish figurent dans les deux graphiques ci-dessous.



Valeur relative des produits de la pêche dans l'ensemble des États et Territoires.



Répartition des produits de la pêche par catégorie, pour 2007 et 2014, dans l'ensemble des États et Territoires.

Pour plus d'information :

Robert E. Gillett
Directeur, Gillett, Preston and Associates
gillett@connect.com.fj

[1] http://www.spc.int/fame/en/component/content/article/237-benefish-study-2016

Les acteurs du projet de gestion communautaire des pêcheries de Kiribati se réunissent pour débattre des enseignements et des prochaines étapes du projet

***par Tarateiti Uriam*[1]**

L'union fait notre force, la division fait notre perte.

Materiki Toromon, porte-parole de la communauté de Butaritari

Le projet de gestion communautaire des pêcheries de Kiribati est mis en œuvre par cinq partenaires : le ministère des Pêches et de la Valorisation des ressources marines de Kiribati, le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR), la Communauté du Pacifique (CPS), l'Université de Wollongong et WorldFish.

Lancé en mai 2014, sur deux îles pilotes du nord de l'archipel des Gilbert, Butaritari et Tarawa-Nord, le projet réunit aujourd'hui cinq des villages des deux îles (Kuma, Tanimaiaki et Bikati sur Butaritari, Buariki et Tabonibara à Tarawa-Nord).

Il a d'abord été soumis pour approbation aux conseils des îles de Butaritari et de Tarawa-Nord, et la sélection des communautés pilotes a été effectuée par les maires et les membres des conseils des îles. Par la suite, l'équipe du projet s'est rendue sur place pour présenter aux villageois les grandes lignes des activités prévues, prendre connaissance de leur avis sur la pêche et sur d'autres questions connexes, et surtout obtenir la plus large adhésion possible au projet. Les plans de gestion communautaire des pêcheries, élaborés en 2015 par les cinq villages associés au projet, tiennent compte des préoccupations exprimées par les populations locales. Certaines des mesures de gestion recommandées sont communes aux cinq plans de gestion communautaire, ce qui, en soi, n'a rien d'étonnant. C'est notamment le cas de l'interdiction de méthodes et pratiques de pêche destructrices, parmi lesquelles :

- l'utilisation de filets à petites mailles et de filets maillants de longueur excessive ;
- l'utilisation de barres de métal avec lesquelles on frappe la surface de l'eau pour effrayer le poisson et le rabattre vers les filets (*teororo*) ;
- l'utilisation de filets maillants pour encercler les pâtés coralliens (*borakai*) ;
- la destruction des coraux pour en déloger les poissons et les poulpes ;
- la pêche sur les concentrations de reproducteurs ; et
- la capture de juvéniles qui n'ont pas encore eu le temps de se reproduire.

Bien que conscientes des dangers liés à ces pratiques de pêche, les populations locales ne pouvaient matériellement les interdire qu'en vertu d'une décision collective. C'est là qu'est intervenu le projet, en mettant à leur disposition des outils leur permettant d'appliquer par elles-mêmes les mesures décidées.

Tous les plans de gestion recommandaient par ailleurs la création de réserves marines. Le village de Bikati a été le premier à créer une aire marine protégée sous gestion communautaire, avec le concours du conseil de l'île et de l'association des anciens de Butaritari.

Au travers de leurs plans de gestion, les populations locales ont également été amenées à élargir leur champ d'analyse, en y intégrant d'autres enjeux touchant indirectement aux pêches, comme la mauvaise gouvernance des villages, la gestion des déchets et l'assainissement, l'agriculture, l'éducation et la création de sources de revenus autres que la pêche.

Pour aboutir, dans le long terme, aux résultats escomptés, le projet devra impérativement s'appuyer sur une bonne coordination entre les populations locales, les conseils des îles, les ministères compétents et les organisations non gouvernementales (ONG), qui vont devoir travailler en bonne intelligence. Une deuxième réunion des parties prenantes a été organisée au mois d'avril. Y ont participé 45 personnes représentant les différents groupes et administrations concernés[2], qui ont pu débattre des enseignements tirés du projet, des pratiques à privilégier et des mesures à prendre pour garantir une collaboration plus efficace entre les populations locales et les autres acteurs concernés. Les maires des villages de l'île de Makin et le président du conseil de la communauté urbaine de Tarawa ont également été invités à assister à la réunion. En effet, les deux îles sont situées à proximité des deux sites pilotes, et les pêcheurs qui y vivent exploitent la même zone du lagon.

Le directeur du service des pêches côtières, Karibanang Tamuera, a ouvert les débats en rappelant le rôle essentiel des populations locales dans la gestion durable des ressources marines. Il a également souligné que nombre des problèmes évoqués lors des consultations

[1] Chargé de la gestion communautaire des pêches à Kiribati. Courriel : tarateitiu@spc.int 1

[2] Ministère des Pêches et de la Valorisation des ressources marines ; ministère de l'Environnement, des Affaires foncières et du Développement agricole ; ministère de l'Intérieur ; ministère de la Condition féminine, de la Jeunesse et des Affaires sociales ; ministère de la Justice ; cellule d'élaboration des programmes du ministère de l'Éducation nationale ; maires de Makin, Butaritari et Tarawa-Nord ; conseil de la communauté urbaine de Tarawa ; et représentants des communautés pilotes.

Figure 1. Des responsables locaux et des agents ministériels discutent de l'avenir des pêches.
De gauche à droite : Tebura Tanaua (maire de Makin), Kareke Itinibeia (maire de Butaritari), Tetaake Tenaua (président de l'association Makin Unimwane), Mwaiango Teimwarane (adjointe principale au service des pêches) et Ruoikabuti Tion (président du conseil de la communauté urbaine de Tarawa).

relatives au projet appelaient une attention immédiate et qu'en conséquence, le ministère des Pêches et de la Valorisation des ressources marines souhaitait mobiliser d'autres administrations nationales et ONG, afin que les villages aient tous les atouts en main pour concrétiser sur le terrain les recommandations énoncées dans leurs plans de gestion. M. Tamuera a également insisté sur l'importance d'une collaboration renforcée entre les différents ministères compétents, les conseils des îles, les populations locales et les ONG, condition essentielle, selon lui, à l'obtention de résultats positifs. Il a conclu son intervention en déclarant : « Nous ne sommes pas propriétaires de ces ressources, nous n'en sommes que les gardiens, au profit des générations futures ».

La réunion, qui s'est déroulée sur deux jours, a été animée par Materiki Toromon, représentant des communautés locales, et par Ben Namakin et Tarateiti Uriam, membres de l'équipe du projet. Elle a eu lieu dans une salle de réunion (figure 1), mais tout a été fait pour reproduire les conditions d'un *maneaba*, la maison commune dans laquelle se tiennent traditionnellement les réunions à Kiribati (figure 2). Les débats se sont déroulés conformément aux règles en vigueur dans le *maneaba*, où tous les participants, hommes et femmes, sont libres d'exprimer leur avis, sur un pied d'égalité. On était donc bien loin des habituelles rencontres entre les pouvoirs publics et les représentants des villageois, où ces derniers ont souvent le sentiment d'être traités en « inférieurs » par des fonctionnaires omniscients qui se contentent de les « inviter » à venir les écouter. Ces modalités de travail ont contribué à éliminer les barrières entre les communautés et l'administration, et ont permis aux participants de s'exprimer librement et en toute confiance.

Les représentants des villageois ont été invités à donner lecture à voix haute de leurs plans de gestion, dont la qualité a impressionné les fonctionnaires ministériels présents. La question de l'appauvrissement des ressources halieutiques a été citée dans tous les plans de gestion, et les villageois ont discuté des moyens de proscrire l'utilisation de méthodes de pêche destructrices. Certains participants se sont ouvertement inquiétés du fait que, quand bien même cette interdiction serait respectée dans les villages, rien ne pourrait empêcher des gens venus de l'extérieur de passer outre. Les villageois se sont exprimés en faveur de l'adoption de règlements locaux de nature à garantir l'application de leurs plans de gestion. En réponse à ces préoccupations, le porte-parole du ministère de l'Intérieur a vivement encouragé les villageois, par l'intermédiaire des conseils de leurs îles respectives, à engager sans tarder des actions de sensibilisation dans les villages voisins, afin de gagner l'adhésion d'autres communautés et de les associer à la mise en œuvre de leurs plans de gestion.

Une fois que l'ensemble des communautés voisines se seront ralliées au plan de gestion, les villages et les conseils des îles pourront s'atteler, en concertation avec le ministère de l'Intérieur, à l'élaboration d'un règlement qui conférera une dimension formelle et contraignante à leurs plans de gestion à l'échelle de leurs îles respectives. Le représentant du ministère de la Justice, Monoo Mweretaka, a avancé une autre solution : il a expliqué que le ministère valide systématiquement les règlements locaux élaborés par les ONG enregistrées auprès du ministère de la Condition féminine, de la Jeunesse et des Affaires sociales, dès lors que ces règlements s'inscrivent en complément de la législation nationale.

En conséquence, si un village s'enregistre en qualité d'ONG auprès du ministère de la Condition féminine, de la Jeunesse et des Affaires sociales, les règlements locaux qu'il élaborera pourront être validés sans difficulté par le ministère de la Justice, étant entendu qu'ils ne seraient applicables que dans le village considéré.

Les villageois perçoivent la pêche comme un système à la fois complexe et dynamique et ont donc tenu compte, dans leurs plans de gestion, d'autres aspects influant indirectement sur les ressources halieutiques, parmi lesquels le changement climatique, la gestion des déchets, l'aménagement et l'érosion des zones côtières, la création de revenus, l'éducation, l'accroissement démographique et la gouvernance. Les villageois ont parlé de l'impact de l'aménagement des zones côtières, en particulier des travaux effectués sur une digue et responsables, selon eux, de la modification des courants et du cycle de reproduction de certains poissons. Ils se sont dits convaincus que la création de sources de revenus autres que la pêche contribuerait à réduire les pressions qui s'exercent sur les ressources halieutiques, et que l'accroissement des aides en faveur de l'éducation permettrait à leurs enfants d'accéder à des emplois dans d'autres secteurs et de gagner de quoi subvenir à leurs besoins sans avoir à dépendre de la pêche.

La réunion a offert aux populations locales la possibilité de débattre avec les représentants de divers ministères des solutions à apporter à ces problèmes. Les villageois ont eu le sentiment de pouvoir faire bouger les choses, et les réactions positives des représentants des pouvoirs publics les ont encouragés à poursuivre leurs efforts. Les fonctionnaires ministériels, de leur côté, ont été impressionnés par la détermination des villageois et ont beaucoup appris des exposés qui leur ont été présentés.

Lors de la réunion, il a également été décidé, à l'initiative des agents administratifs présents, de créer un comité de pilotage composé de représentants des différents ministères et présidé par les responsables du projet de gestion communautaire des pêcheries. Les modalités de représentation des différents villages n'ont pas encore été arrêtées, et devront tenir compte de leur éparpillement géographique. Le comité de pilotage aura pour rôle de renforcer la collaboration entre les différents ministères et les populations locales et de réduire le risque de redondance des activités mises en œuvre. Tous les participants se sont dits impressionnés par le bon déroulement de la réunion. Le président du conseil de la communauté urbaine de Tarawa a déclaré à ce propos : « J'ai participé à de nombreuses réunions, mais c'est la première fois que nous pouvons dire en toute liberté ce que nous voulons pour nos communautés ». Le maire de Makin, de son côté, a dit envier les habitants de Butaritari et de Tarawa-Nord, dont il a salué le rôle pionnier, et a fortement encouragé les responsables du projet à se rendre sur son île.

Les discussions ont débouché sur des résultats en tous points remarquables, et tous les participants se sont dits très satisfaits, en particulier les villageois, dont les préoccupations ont été entendues et prises en compte par les pouvoirs publics. Les discussions ont par ailleurs montré que les petites communautés insulaires en savent autant que les pouvoirs publics, comme l'a souligné Tuake Teema, fonctionnaire principal au service des pêches de Kiribati. « Aujourd'hui, les communautés locales tiennent le même discours que nous, et leurs efforts viennent compléter l'arsenal réglementaire applicable aux pêches », a-t-il expliqué. Biita Rameka, de la Division agriculture du ministère de l'Environnement, des Affaires foncières et du Développement agricole, a encouragé les villageois à montrer l'exemple à suivre au reste du pays.

Il ressort de ce processus de consultation, entre autres enseignements majeurs, qu'une étroite collaboration entre les différentes administrations nationales compétentes, les conseils des îles, les ONG et les populations locales pourrait bien être la clé des changements à apporter à la gestion des ressources marines.

Figure 2. Le maneaba, *la maison commune traditionnelle.*

La génétique des populations d'holothuries de sable (*Holothuria scabra*) aux Fidji : implications pour la gestion des ressources et le développement de l'aquaculture

***Roveena Vandana Chand*[1*], *Paul C. Southgate*[2] *et Tamara Osborne*[3]**

Les holothuries tropicales sont essentiellement exportées vers les marchés asiatiques, où elles sont considérées comme un mets de choix et où on leur attribue des propriétés médicinales et nutritionnelles. La récolte intensive d'espèces d'holothuries à valeur marchande moyenne ou élevée a eu d'importantes répercussions sur les stocks naturels. Il est devenu urgent de mettre en place et d'appliquer des mesures de gestion efficaces de la pêche d'holothuries.

Aux Fidji, l'holothurie de sable (*Holothuria scabra*) est l'espèce la plus prisée des 28 espèces commerciales recensées. Cependant, la surexploitation a contraint les autorités à interdire l'exportation de cette espèce en 1988. Cette interdiction est toujours en vigueur actuellement. Cependant, entre le laxisme dans l'application de la réglementation et les campagnes de pêche, cette espèce s'exporte toujours facilement à un prix situé entre 115 et 1 668 dollars É.-U. le kilo d'holothuries séchées et transformées (bêches-de-mer).

Projet de recherche

L'un des défis que doivent relever les sciences de la conservation consiste à préserver la diversité biologique au niveau des gènes, des individus, des populations et des espèces, grâce à des populations ou métapopulations de géniteurs viables. La théorie des métapopulations postule notamment que les populations, bien qu'associées par un flux génétique, sont principalement influencées par des dynamiques locales d'adaptation, d'extinction et de colonisation. Or, dans le milieu marin, les populations sont supposées être des systèmes génétiquement ouverts, caractérisés par des flux génétiques élevés et un potentiel d'adaptation locale limité. Chez les invertébrés marins, qui présentent un excellent potentiel de dispersion des larves, le lien entre le flux génétique et les courants océaniques est particulièrement important pour la conservation des espèces et les problématiques de gestion.

La grande diversité des habitats aux Fidji, qui vont des fosses profondes aux îles et écosystèmes isolés, est idéale pour vérifier certaines théories en matière de biodiversité et de conservation. La distance entre les îles, la présence ou l'absence de récifs et de lagons, ainsi que le développement urbain, limitent souvent les déplacements des organismes terrestres et marins,

L'holothurie de sable, l'une des espèces d'holothuries tropicales ayant la plus forte valeur marchande (crédit photo : Roveena Chand).

[1] School of Marine Studies, Faculty of Science Technology and Environment, University of the South Pacific, Laucala Campus, Suva, Fidji
[2] Australian Centre for Pacific Islands Research and Faculty of Science, Health, Education and Engineering, University of the Sunshine Coast, Maroochydore, QLD 4558 Australie
* Auteur à contacter : rovinachand7@gmail.com

Holothuries de sable de trois couleurs différentes, prélevées dans les eaux fidjiennes (crédit photo : Roveena Chand).

ce qui peut réduire le flux génétique des populations individuelles. Notre projet de recherche doit permettre de déterminer, grâce à la génétique de la conservation, d'une part, si les populations de *H. scabra*, isolées géographiquement des autres îles de l'archipel, présentent des différences génétiques en raison d'un flux génétique limité et d'autre part, si les populations partagent une structure génétique commune inscrite depuis les premières années de leur vie, qui permettrait d'établir un modèle de dynamique des métapopulations, quelle que soit leur répartition géographique.

Méthode

Les travaux de recherche financés par le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR) sont en cours à la Faculté des sciences, des technologies et de l'environnement, Programme d'études océanographiques, de l'Université du Pacifique Sud. Dans le cadre de ces travaux, dix individus de *H. scabra* seront prélevés sur huit sites différents des Fidji. Les échantillons seront transportés au laboratoire de la Faculté des sciences, des technologies et de l'environnement, afin d'extraire leur ADN. Ils seront préparés à l'aide de protocoles d'extraction de l'ADN standard et d'une amplification par réaction en chaîne de la polymérase (PCR), puis envoyés à un laboratoire commercial en vue du séquençage ADN. Les séquences obtenues seront analysées par des logiciels de traitement des données génétiques, tels qu'Arlequin ou Geneclass.

Résultat escompté

Les recherches en cours ont pour objectif principal d'évaluer si les courants océaniques et la distance qui sépare les îles des Fidji ont une incidence sur le flux génétique de *H. scabra*, ainsi que sur la diversité génétique, la structure et la taille de sa population. Les travaux permettront également de déterminer si l'élevage en captivité d'holothuries prélevées sur deux sites sélectionnés dans le but de reconstituer les stocks appauvris en milieu naturel ne présente aucun risque génétique pour les espèces. Les résultats seront utilisés pour cerner la diversité génétique de *H. scabra* aux Fidji et évaluer les conséquences probables de la surexploitation sur sa vulnérabilité aux effets alléliques.

La nécessité de protéger les populations déclinantes de *H. scabra* des Fidji a été mise en évidence en 1998 par la fermeture de la pêche, toujours en vigueur, mais qui n'est que partiellement mise en œuvre. Les travaux en cours peuvent fournir des éléments génétiques concrets justifiant la nécessité urgente de mettre en place et d'appliquer correctement des mesures de convervation strictes, non seulement pour la pêche de *H. scabra* , mais aussi pour la survie de l'espèce dans les eaux fidjiennes. C'est également la première fois que la génétique est utilisée aux Fidji pour appuyer la gestion d'une espèce marine.

Application d'une stratégie d'exploitation aux pêcheries de vivaneaux profonds disposant de ressources limitées

Nicholas Hill[1], Tuikolongahau Halafihi[2], Ashley Williams[3], Tom Peatman[1], Simon Nicol[4] et Neville Smith[1]

Les pêcheries de vivaneaux profonds constituent une ressource importante pour de nombreux États et Territoires insulaires océaniens. En effet, les pêcheries artisanales et commerciales ciblent les espèces de poissons vivant en eaux profondes, tant pour la consommation locale que pour l'exportation. Nombre d'entre elles ont été mises en place dans les années 1970 afin de soulager la pression sur les populations démersales en eaux peu profondes, mais depuis le début des années 2000, cette activité semble s'essouffler, et certaines pêcheries ont fermé leurs portes. Ces derniers temps, les États et Territoires insulaires océaniens, désireux d'optimiser leur sécurité alimentaire, se sont efforcés de revitaliser le secteur des pêcheries profondes.

Pour être efficace, la gestion des stocks de poissons nécessite une estimation juste du niveau des populations, obtenue grâce à un suivi et à une évaluation de ces populations au fil du temps, qui permet de contrôler le taux d'exploitation de la pêcherie. Cependant, dans les États et Territoires insulaires océaniens, de nombreuses pêcheries ne bénéficient pas d'une telle évaluation, en raison d'une pénurie de données et de ressources (Costello *et al.* 2012). Les responsables de ces pêcheries ne peuvent dès lors pas assurer un suivi correct des stocks, ce qui accroît le risque de surexploitation.

De nombreux outils destinés à évaluer les pêcheries disposant de peu de données ont fait leur apparition au cours des dix dernières années (Edwards *et al.* 2012), afin de permettre aux responsables de procéder à une telle évaluation même lorsque la pêcherie est peu dotée en ressources ou en capacités d'analyse. Les méthodes adoptées à cet effet utilisent toute une gamme de données brutes, notamment le volume des prises, l'effort de pêche, la taille et l'âge des prises, ainsi que des données biologiques, afin d'analyser l'état des stocks. Ces techniques d'évaluation ont porté leurs fruits, et des pêcheries qui, auparavant, n'étaient pas suivies ou pâtissaient d'une surexploitation des stocks bénéficient désormais d'une gestion durable (Smith *et al.* 2014). Il faut néanmoins noter que ces progrès se limitent pour la plupart aux États et Territoires développés.

La mise en œuvre de ces outils au sein d'un cadre de gestion applicable à une stratégie d'exploitation ouvre des perspectives très intéressantes. Les stratégies d'exploitation comportent plusieurs décisions prédéterminées concernant les modalités de gestion de la pêcherie (Dowling *et al.* 2007). Elles définissent des programmes de suivi, des méthodes d'évaluation des stocks et des mesures de gestion fondées sur les résultats de cette évaluation. Le fait de fixer les décisions dès le départ garantit la transparence de la démarche et, *in fine,* optimise la participation des parties prenantes. Si la mise en œuvre de stratégies d'exploitation s'est révélée bénéfique pour de nombreuses pêcheries, elle s'est heurtée à quelques difficultés lorsque les ressources étaient insuffisantes.

Une meilleure utilisation de l'intégralité des ressources disponibles pour les pêcheries est essentielle aux efforts d'amélioration de la sécurité alimentaire déployés par les États et Territoires insulaires océaniens. Pour ce qui est des vivaneaux profonds, il est possible à cet égard de ramener les taux de capture dans les pêcheries surexploitées à des niveaux durables, afin d'augmenter le potentiel de prise, ou encore de mettre sur pied de nouvelles pêcheries dans un cadre de gestion durable. Nous avons ainsi appliqué trois méthodes d'évaluation reposant sur un faible volume de données à la pêche de vivaneaux profonds aux Tonga, afin de montrer comment elles pouvaient être mises en œuvre dans le cadre d'une stratégie d'exploitation. Nous proposons des programmes de suivi, des méthodes d'évaluation et des exemples appropriés de règles de contrôle des prises. Cela nous permettra non seulement d'optimiser la capacité de gestion de la pêche de vivaneaux profonds aux Tonga, mais aussi de poser les bases du processus pour d'autres pêcheries disposant de ressources limitées.

La pêche des vivaneaux profonds aux Tonga

Après une courte phase de mise en place, la pêche des vivaneaux profonds aux Tonga a pris son essor dans les années 1970. La collecte des données et le suivi officiels ont commencé en 1986, dans le cadre d'un programme de construction de 40 navires consacrés à cette activité. Le secteur s'est ensuite rapidement développé, et des taux de capture importants ont été relevés. Le nombre de navires actifs a atteint son apogée (44 unités) en 1988. Cette année a en effet connu un pic des taux de capture et d'exploitation (TDFMP 2014), qui ont commencé à baisser peu de temps après. Un second pic d'exploitation, sans doute stimulé par les progrès technologiques du secteur, a été

[1] Programme pêche hauturière, Communauté du Pacifique, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. Courriel : nicholas.hill@my.jcu.edu.au
[2] Tonga Fisheries Division, Ministry of Agriculture and Food, Forests and Fisheries, Tonga
[3] Centre for Sustainable Tropical Fisheries and Aquaculture, College of Marine and Environmental Sciences, James Cook University, Townsville, QLD 4811, Australie
[4] Institute for Applied Ecology, University of Canberra, Bruce 2617, ACT, Australie

relevé entre 2000 et 2002, avec près de 230 tonnes pêchées (figure 1). Par la suite, les taux de capture ont à nouveau baissé, de même que le nombre de navires employés à cette activité, qui n'atteint à l'heure actuelle que 14. L'extension de la zone de pêche et la modification de la composition spécifique tendent à indiquer que les ressources de la pêcherie sont épuisées (figure 2).

Cette pêcherie fait appel à des palangrottes, principalement à des profondeurs situées entre 100 et 400 m, et cible des vivaneaux (Lutjanidae), des mérous (Epinephelidae) et des empereurs (Lethrinidae). Un grand nombre de ces espèces profondes se caractérise par une croissance lente, une longue durée de vie et une maturité tardive. Elles sont donc sensibles à la surexploitation. Depuis la mise en place de cette pêcherie, de nombreuses évaluations ont été effectuées : des organismes externes ont réalisé des modèles dynamiques de la biomasse afin d'estimer le rendement maximal durable (RMD) de la pêcherie. Ces estimations se sont cependant révélées extrêmement volatiles, variant entre 60 et 400 tonnes ; une telle incertitude compromet donc leur utilité. De plus, l'absence de recueil de données au lancement de la pêcherie, associée aux irrégularités de ce recueil par la suite, limite la possibilité d'estimer de façon fiable sa situation actuelle. Or, compte tenu des craintes de surexploitation, il est indispensable de mieux cerner l'état de la pêcherie.

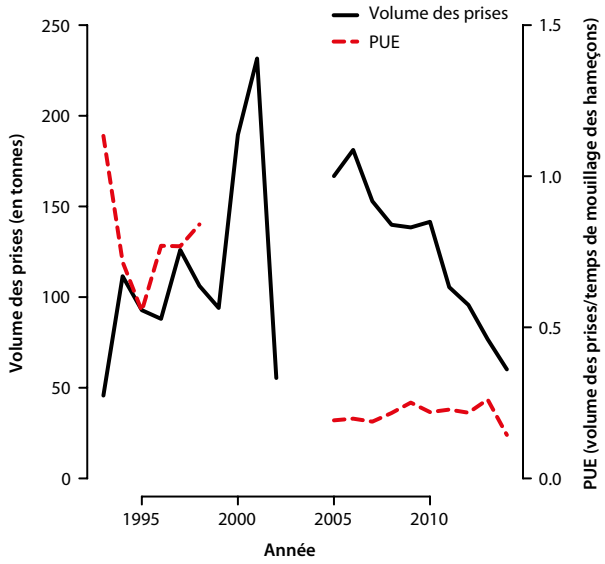


Figure 1. Volume total des prises de vivaneaux profonds aux Tonga (en tonnes) et PUE correspondant sur la période 1993-2014.

1. *Modèle dynamique de la biomasse pour le vivaneau la flamme (*Etelis coruscans*)*

Les modèles dynamiques de la biomasse se fondent sur des données relatives de capture et d'effort de pêche pour estimer le RMD, autrement dit le volume maximal moyen annuel qu'il est théoriquement possible de prélever sur le long terme sans faire baisser la population. Si l'exploitation coïncide avec le RMD, les stocks se maintiennent à leur niveau de productivité maximale. Une telle évaluation nécessite un indice de l'abondance des populations, qui permet de mettre en évidence les variations de cette abondance au fil du temps. Pour notre part, nous avons choisi d'utiliser le taux de capture, ou taux de prises par unité d'effort (PUE). Il nous a fallu pour cela mettre en place un programme de suivi des prises et de l'effort de pêche de tous les navires de la pêcherie, ainsi que de tous les facteurs qui peuvent avoir une incidence sur la capturabilité, autrement dit

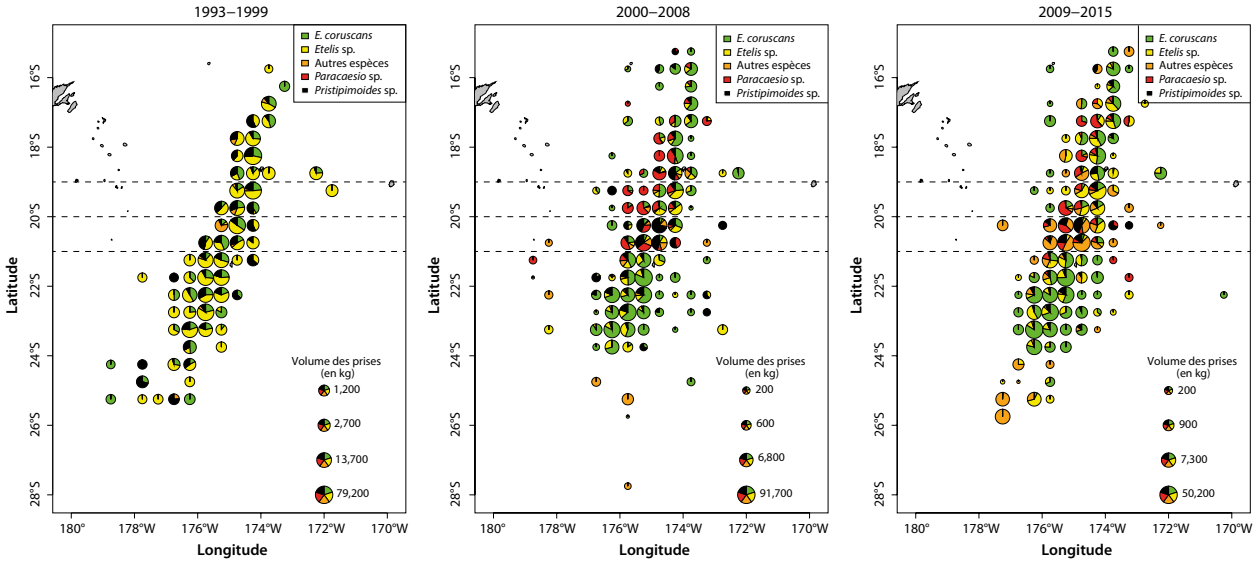


Figure 2. Variation de la composition spécifique et extension de la zone de pêche de vivaneaux profonds aux Tonga (résolution de 0,5°). Le rayon de chaque cercle est fonction du poids total capturé (en kg) de chaque subdivision de grille sur trois périodes (1993-1999, 2000-2008, 2009-2015). La composition spécifique est représentée par cinq partitions déterminées par une analyse reposant sur l'algorithme des k-moyennes.

qui augmentent la capacité des pêcheurs à capturer le poisson. Afin de tester la précision des estimations de PUE, nous avons modélisé trois scénarios (figure 3) :

1. Modèle de base – comprenant l'année, le mois, la profondeur de pêche, le navire, la région et la composition spécifique.
2. Navires actifs – modèle de base n'incluant que les navires ayant effectué plus de 15 sorties par an.
3. Secteur clé – modèle de base pour les subdivisions de grille (0,5°) qui ont enregistré plus d'une sortie de pêche tous les 5 ans.

Les résultats de cette évaluation montrent que la pêcherie de vivaneaux profonds aux Tonga est surexploitée (figure 4). La biomasse de vivaneaux la flamme est tombée en dessous du niveau de RMD (B_{RMD} = 0,5 *B0*) en 2000 et s'est maintenue sous ce seuil depuis cette date. Les populations de vivaneaux la flamme ne représentent actuellement plus que 26 à 36 % du niveau de 1993 (tableau 1). Toutefois, la pression de la pêche s'est allégée au cours des dernières années ; par conséquent, la biomasse a enregistré une croissance de 25 à 30 %, ce qui permet de conclure que les stocks de vivaneaux la flamme sont en train de se reconstituer. Il faut souligner que, du fait de l'absence de recueil de données au début de la pêcherie, ces résultats sont exprimés par rapport aux stocks de 1993, et non par rapport à une biomasse vierge. Cette absence de données initiales, ainsi que les irrégularités du recueil de données au fil des années, limitent la précision de l'évaluation. Le programme de suivi doit devenir plus systématique et couvrir une aire plus importante pour pouvoir perdurer.

2. *Indicateurs fondés sur la taille*

Cette méthode consiste à déduire le niveau des stocks à partir d'une analyse de la taille des prises sur le long terme (Froese 2004). Elle examine les tendances relatives aux proportions d'individus matures, d'individus se situant dans la fenêtre de capture optimale (L_{opt}) et d'individus de grande taille (très grands géniteurs), réputés fournir un nombre disproportionné de recrues pour l'évaluation des stocks (figure 5). L'objectif poursuivi est de réduire la proportion de captures d'individus juvéniles et de très grands géniteurs, pour privilégier les individus présentant une taille située dans la fenêtre L_{opt}. Cela permettra de limiter le risque de surexploitation en assurant la survie d'un nombre viable d'adultes reproducteurs. L'évaluation ne nécessite qu'un programme de suivi simple, qui enregistre les fréquences de taille dans un sous-échantillon de captures

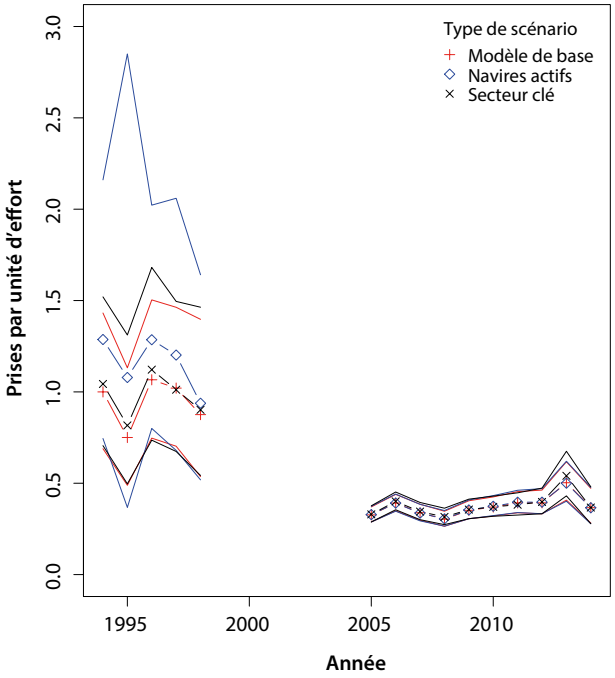


Figure 3. Estimations du taux normalisé de prises par unité d'effort du vivaneau la flamme, calculées à partir du poids capturé, dans trois scénarios différents.

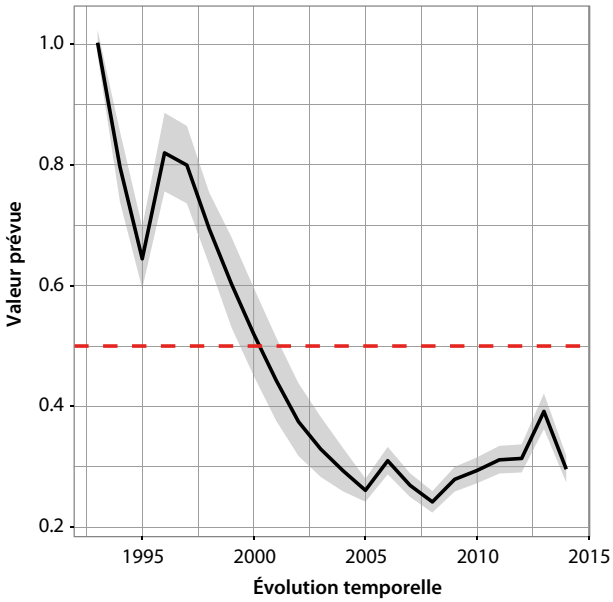


*Figure 4. Niveaux prévus des stocks de vivaneaux la flamme (*E. coruscans*) entre 1993 et 2014, calculés à partir du modèle dynamique de la biomasse pour le scénario de base. Les pointillés rouges indiquent le B_{RMD} pour le vivaneau la flamme.*

Tableau 1. Résultats du modèle dynamique de la biomasse pour chacun des trois scénarios de la pêcherie de vivaneaux profonds aux Tonga.

Scénario	RMD (t)	Biomasse au RMD (t)	Taux d'exploitation au RMD	Biomasse actuelle (2014) (t)	Épuisement actuel (2014)	Taux d'exploitation actuel (2014)
Base	80,3	2 436,2	0,032	1 438,8	0,29	0,021
Navires actifs	74,0	2 151,1	0,034	1 518,8	0,36	0,019
Secteur clé	86,6	2 905,8	0,030	1 527,1	0,26	0,029

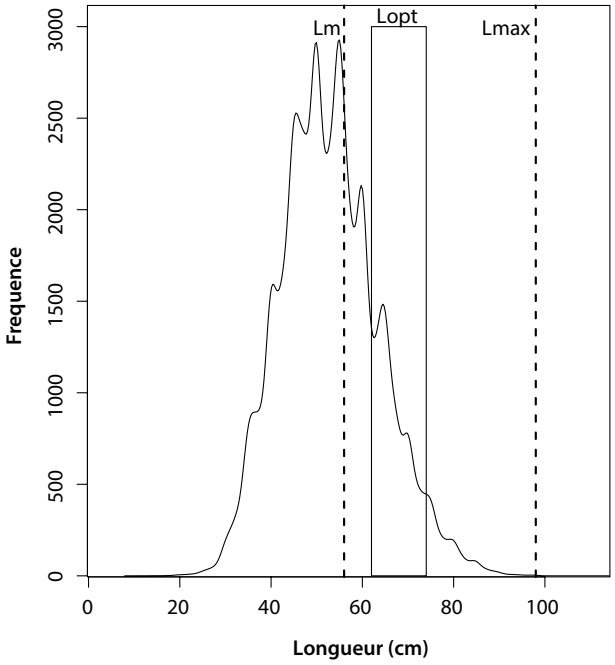


Figure 5. Graphique de distribution des fréquences de taille montrant la position des indicateurs reposant sur la taille définis par Froese (2004) pour un échantillon théorique de population.

pour un certain nombre d'espèces indicatrices, ainsi qu'une estimation de la taille de ces espèces à maturité. La distribution des fréquences des tailles du vivaneau la flamme et du colas fil (*Pristipimoides filamentosus*) a été analysée pour la période 1993-2014. Les données de taille ont été recueillies pour un grand nombre d'espèces, mais seules les deux espèces mentionnées ont permis de réunir des échantillons suffisants.

L'analyse a révélé que la distribution des fréquences de taille des deux espèces étudiées n'était pas restée la même sur toute la période. Pour le vivaneau la flamme, elle a mis en évidence, lorsque les données étaient disponibles, une baisse de la santé des populations (figure 6A). En effet, la proportion d'individus matures dans les prises est passée de 60 % à 22 %. À partir de 2003, cette proportion a connu une hausse graduelle, de 22 % à 38 % en 2014. En revanche, la part de très grands géniteurs reste faible, après une chute initiale de 15 % à 5 % environ entre 1993 et 1996. Tout cela montre bien que les stocks se sont appauvris entre 1993 et 2002, avant de se reconstituer plus récemment, entre 2005 et 2014. Le colas fil, pour sa part, semble bénéficier d'une plus grande stabilité de population, la proportion d'individus matures capturés se maintenant autour de 80 % entre 1993 et 2014 (figure 6B) Cela s'explique sans doute par la faible taille du poisson à maturité, ainsi que par la sélection d'individus de plus grande taille dans la pêcherie. Le colas fil résiste donc mieux à la pression de pêche. Toutefois, le déclin des très grands géniteurs dans les captures étudiées est évident, ceux-ci passant de 20 % à environ 5 %. À l'instar du modèle dynamique de la biomasse, l'évaluation se heurte à l'absence de recueil de données au lancement de la pêcherie ainsi qu'aux irrégularités de ce recueil. Pour un meilleur suivi des tendances à l'avenir, les pêcheries devront s'efforcer d'intégrer un certain nombre d'espèces indicatrices.

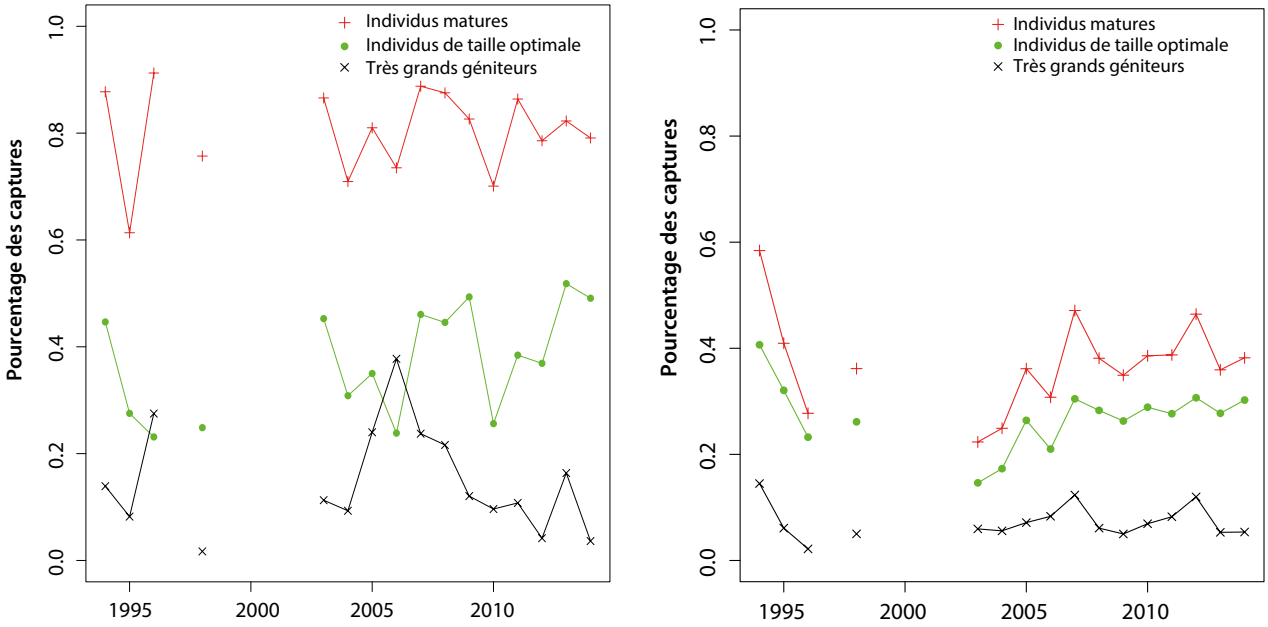


Figure 6. Indicateurs reposant sur la taille pour les espèces indicatrices entre 1994 et 2014.
A) E. coruscans. *B)* P. filamentosus. *Pas de données pour l'année 1997 ni pour la période 1999-2002.*

3. *Analyse de la courbe de captures (indicateurs reposant sur l'âge)*

L'analyse de la courbe de captures utilise des indicateurs fondés sur l'âge pour étudier la mortalité des poissons au fil du temps et en déduire l'état des populations. D'une manière générale, plus les stocks sont exploités, plus le nombre d'individus âgés dans la population est faible. À l'instar de l'évaluation reposant sur la taille, cette méthode nécessite un échantillon représentatif, de façon à permettre l'analyse de la distribution des âges. Celle-ci a pu être réalisée pour le vivaneau la flamme en 2012 et en 2013.

Pour 2012, les estimations de mortalité ont révélé que la ressource était exploitée à un niveau durable. Une hausse de la mortalité a toutefois été observée entre 2012 et 2013, et pourrait être corrélée à une augmentation de la pression de pêche sur le vivaneau la flamme (tableau 2). Une étude des données sur une période plus longue s'impose pour tirer des conclusions définitives. Si cette tendance à la hausse de la mortalité des poissons se poursuit, cela indiquera une augmentation de la pression de pêche.

Solutions de gestion

Les différentes évaluations ont fourni des résultats cohérents, ce qui renforce leur plausibilité. Les tendances du modèle dynamique de la biomasse et de l'évaluation reposant sur la taille révèlent une baisse des populations entre 1993 et 2005, suivie d'indices de reconstitution des stocks, sans doute en raison de la diminution du taux d'exploitation de la pêcherie. Malgré le manque de recul chronologique, les estimations de mortalité des poissons réalisées à partir de l'analyse de la courbe de captures se sont montrées semblables à celles issues du modèle dynamique de la biomasse, ce qui confirme leur justesse. Il est dès lors probable que la pêcherie de vivaneaux profonds aux Tonga soit surexploitée et n'opère pas à un niveau optimal. Les efforts actuellement déployés semblent néanmoins durables et permettent aux stocks de se reconstituer.

Les résultats de ces différentes analyses permettent d'établir des règles d'exploitation afin d'optimiser la gestion des populations (tableau 3). L'objectif consiste ici

Tableau 2. Estimation de la mortalité totale (Z) et de la mortalité due à la pêche (F) en fonction des sexes pour E. coruscans *en 2012 et 2013. La mortalité naturelle estimée (Hoenig 1983) s'élevait à 0,109 pour les femelles et 0,122 pour les mâles.*

	Taille de l'échantillon	Mortalité totale (Z)	Mortalité due à la pêche (F)
Mâles (2012)	215	0,14	0,016
Femelles (2012)	274	0,13	0,021
Mâles (2013)	196	0,15	0,025
Femelles (2013)	282	0,17	0,058

Tableau 3. Exemple de tableau de règles de décision reposant sur les résultats de chaque méthode d'évaluation. F = mortalité due à la pêche, résultat de l'analyse de la courbe de captures.

Résultat de l'évaluation	Règle de décision
1. $Capture < Capture_{cible}$ 2. $\%adulte > \%adulte_{cible}$ 3. $F < F_{cible}$	Le quota ou l'effort doit être maintenu ou augmenté.
1. $Capture_{cible} < Capture < Capture_{seuil}$ 2. $\%adulte_{cible} < \%adulte < \%adulte_{seuil}$ 3. $F_{cible} < F < F_{seuil}$	Le quota ou l'effort doit demeurer stable. La collecte et l'analyse de données peuvent être augmentées.
1. $Capture_{seuil} < Capture < Capture_{limite}$ 2. $\%adulte_{seuil} < \%adulte < \%adulte_{limite}$ 3. $F_{seuil} < F < F_{limite}$	Le quota ou l'effort doit être diminué, par exemple de 0 à 50 %.
1. $Capture > Capture_{limite}$ 2. $\%adulte < \%adulte_{limite}$ 3. $F > F_{limite}$	Le quota ou l'effort doit être diminué considérablement, par exemple de 50 à 100 %.

à maintenir la pêcherie à un niveau idéal pour atteindre les objectifs de gestion fixés. Un système triple est généralement mis en place : des niveaux de référence (cible, seuil et limite) sont arrêtés pour chaque méthode d'évaluation, et servent à définir des règles d'exploitation. L'enjeu est de maintenir la pêcherie au niveau cible, autrement dit le niveau optimal pour la réalisation des objectifs de gestion. Le niveau seuil montre que la pêcherie est exposée à une pression ; le passage du seuil déclenche l'application d'une règle d'exploitation, à savoir une évaluation plus poussée ou une réduction des captures. Si le niveau limite est atteint, cela indique que la pêcherie est surexploitée : des mesures doivent alors être prises pour ramener les captures à des volumes plus durables. Ces niveaux sont définis à partir des méthodes d'évaluation choisies et des objectifs de gestion fixés pour la pêcherie. Lorsque les ressources de la pêcherie sont peu importantes, une marge de précaution doit être déterminée afin de tenir compte des incertitudes de l'évaluation liées aux erreurs causées par ces méthodes simples. Cette marge peut être réduite à mesure qu'augmente la confiance dans les évaluations et les réactions de la pêcherie face aux mesures de gestion.

Les évaluations montrent que les gestionnaires des pêcheries des Tonga doivent s'efforcer de maintenir les taux d'exploitation au niveau actuel, voire à un niveau inférieur, de façon à permettre aux stocks de se reconstituer et d'atteindre des volumes permettant d'accroître l'exploitation sans compromettre la durabilité. Cela permettra d'assurer la durabilité des stocks, tout en garantissant la sécurité alimentaire et la création d'emploi aux Tonga. Dans ce contexte, il est possible, par exemple, de prendre des mesures de contrôle des captures, de fixer des quotas d'effort de pêche, ou encore de limiter le nombre de pêcheurs actifs sur le secteur.

Discussion

La capacité des États et Territoires insulaires océaniens à gérer en toute autonomie les ressources de leurs pêcheries est essentielle à leur sécurité alimentaire et à leur développement durable. Les recherches effectuées ici ont permis de mettre en évidence plusieurs méthodes d'évaluation reposant sur un faible volume de données, ainsi que les modalités de leur mise en œuvre dans le cadre d'une stratégie d'exploitation, fondée sur des objectifs de gestion propres à un pays. Les réactions des parties prenantes et des gestionnaires des pêches aux Tonga se sont révélées très positives, et les résultats ont déclenché un examen de la gestion de la pêcherie des vivaneaux profonds dans ce pays, en coopération avec les pêcheurs. Il faut encourager l'élaboration en continu de stratégies d'exploitation à l'intention des gestionnaires de pêcheries disposant d'un faible volume de données.

Définir explicitement des programmes de suivi, des méthodes d'évaluation et en déduire des règles d'exploitation aidera les nations aux ressources limitées à gérer leurs pêcheries en toute autonomie. Élaborer des stratégies d'exploitation claires permet aux pêcheries d'allouer les ressources nécessaires. Les trois évaluations réalisées constituent un exemple des méthodes d'évaluation disponibles lorsque l'on dispose d'un faible volume de données. Chacune d'elles nécessite des données de départ et des analyses différentes, et fournit plusieurs solutions. Afin d'optimiser l'utilisation des ressources, il est possible de mettre en place simultanément des programmes de suivi reposant sur la taille et sur l'âge des prises. Par ailleurs, des analyses récentes ont montré qu'une étude morphométrique simple des otolithes peut servir à estimer l'âge des grandes espèces des pêcheries profondes, sans devoir recourir à des analyses en laboratoire nécessitant des ressources importantes (Williams *et al.* 2015). Il s'agit là de deux méthodes simples et nécessitant peu de ressources, tant pour le suivi que pour l'analyse. En revanche, les programmes de suivi qui s'appuient sur un modèle dynamique de la biomasse, ainsi que les analyses statistiques qui en découlent, sont coûteux en ressources. Une telle évaluation ne peut être donc effectuée qu'en cas de présomption de déclin de la pêcherie.

Recommandations

La présente étude nous a permis de formuler plusieurs grandes recommandations concernant la pêcherie de vivaneaux profonds aux Tonga et les pêcheries disposant de ressources limitées, dans le but d'en optimiser les capacités de gestion. Premièrement, les ressources doivent être clairement déterminées et allouées. Les gestionnaires ont ainsi une vision claire des solutions envisageables. Ces ressources sont notamment les fonds, le personnel, le matériel et les compétences en matière d'analyse. Bien souvent, seul un petit nombre de personnes est chargé de la gestion de la pêcherie, ce qui limite les capacités d'échantillonnage et d'analyse. Deuxièmement, une compréhension claire de la pêcherie doit être assurée, de façon à définir les programmes de suivi envisageables, ainsi que leurs grands axes et les évaluations les plus adaptées. Par exemple, de nombreux États et Territoires insulaires océaniens ne disposent pas de port central permettant de traiter les captures. Cela complique le suivi des prises et de l'effort de pêche, et rend inadaptées les méthodes d'évaluation reposant sur les captures. Des registres peuvent constituer une solution à ce problème. Troisièmement, il convient de choisir des espèces indicatrices clés, sur lesquelles concentrer les ressources relatives au suivi. Une comparaison des résultats de l'évaluation de différentes espèces fournit en effet une meilleure vue d'ensemble de la situation de la pêcherie. Les espèces choisies doivent être fréquemment capturées au sein de la pêcherie et représenter différents cycles biologiques. La collecte et l'analyse de données pour

un grand nombre d'espèces indicatrices permettront d'affiner les résultats de l'évaluation pour la pêcherie de vivaneaux profonds aux Tonga. Quatrièmement, il ne faut pas ignorer les limites et les incertitudes des évaluations et des programmes de suivi. Il est ainsi possible de faire preuve d'une certaine prudence dans la fixation des niveaux de référence, afin de réduire les possibilités de surexploitation. Enfin, la participation des parties prenantes est essentielle. Dans la mesure où la surveillance de la conformité aux règles est réduite au minimum, les pêcheries doivent miser sur la bonne foi des pêcheurs en matière de respect des mesures de gestion. Il est donc important de consulter ces derniers afin d'optimiser leur participation et leur adhésion, et, partant, d'atteindre les objectifs de gestion fixés.

Les présentes recommandations fournissent aux gestionnaires des pêcheries plusieurs éléments importants pour la gestion des pêcheries disposant de ressources limitées. La mise en place de nouvelles méthodes d'évaluation reposant sur un faible volume de données dans le cadre d'une stratégie d'exploitation constitue une occasion unique d'optimiser la gestion des pêcheries dans de nombreux États et Territoires insulaires océaniens. La poursuite de la recherche et du développement dans le domaine de ces méthodes d'évaluation et des stratégies de gestion sera néanmoins essentielle à la réalisation de ces objectifs. Le présent article se fonde sur un aide-mémoire récemment publié par la CPS et disponible en ligne (Hill *et al.* 2016).

Remerciements

Les fonds d'amorçage nécessaires à la réalisation de ce rapport ont été apportés dans le cadre de l'initiative PACE-Net Plus (réseau pour la coopération Pacifique-Europe en science, technologie et innovation). Le gouvernement australien, le Fonds Pacifique et le programme ZoNéCo (zone économique de Nouvelle-Calédonie) ont également apporté leur concours financier. Les données sur les pêcheries utilisées dans les analyses ont été fournies par le ministère des Pêches des Tonga.

Bibliographie

Costello C., Ovando D., Hilborn R., Gaines S.D., Deschenes O. and Lester S. 2012. Status and solutions for the world's unassessed fisheries. Science 338:517-520.

Dowling N.A., Smith C.A. and Smith A.D.M. 2007. Finalisation of harvest strategies for AFMA's small fisheries. Australian Fisheries Management Authority. Final report for project 2007/834, Canberra.

Edwards C.T.T., Hillary R.M., Levontin P., Blanchard J.L. and Lorenzon, K. 2012. Fisheries assessment and management: A synthesis of common approaches with special reference to deepwater and data-poor stocks. Reviews in Fisheries Science 20(3):136-153.

Froese R. 2004. Keep it simple: Three indicators to deal with overfishing. Fish and Fisheries 5:86-91.

Hill N.J., Williams A.J., Peatman T., Nicol S.J. and Halafihi T. 2016. Development of a harvest strategy for resource-limited deepwater snapper fisheries. Technical Report, Secretariat of the Pacific Community, Noumea. DOI: 10.13140/RG.2.1.2861.5447.

Hoenig J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality-rates. Fishery Bulletin 81(4):898-903.

Smith A.D.M., Smith D.C., Haddon M., Knuckey I.A., Sainsbury K.J. and Sloan S.R. 2014. Implementing harvest strategies in Australia: Five years on. ICES Journal of Marine Science 71(2):195-203.

TDFMP. 2014. Tonga Deepwater Fisheries Management Plan 2014-2016. Fisheries Division, Ministry of Agriculture and Food, Forests and Fisheries, European Union ACP Fish II Project, Tonga.

Williams A.J., Newman S.J., Wakefield C.B., Bunel M., Halafihi T., Kaltavara J. and Nicol S.J. 2015. Evaluating the performance of otolith morphometrics in deriving age compositions and mortality rates for assessment of data-poor tropical fisheries. ICES Journal of Marine Science, doi: 10.1093/icesjms/fsv042.

Mieux comprendre l'influence du phénomène d'oscillation australe El Niño sur les pêcheries thonières du Pacifique grâce au modèle SEAPODYM

Aurore Receveur[1], Simon Nicol[2], Laura Tremblay-Boyer[1], Christophe Menkes[3], Inna Senina[4] et Patrick Lehodey[4]

Introduction

L'épisode El Niño de 2015-2016 compte parmi les trois plus intenses depuis 1950 (avec 1982-1983 et 1997-1998). Dans l'océan Pacifique, le phénomène d'oscillation australe El Niño (ENSO) influe sur la dynamique des plus grandes ressources thonières du monde (Lehodey *et al.* 2011) et sur la structure de l'écosystème, ce qui occasionne des changements de régime dans la productivité de l'océan (Barber *et al.* 1996 ; Chavez *et al.* 1999). Les différentes phases du phénomène ENSO impliquent un déplacement de la position longitudinale de la zone de convergence des deux écosystèmes, distincts mais limitrophes, du Pacifique équatorial : d'une part, la warm pool du Pacifique occidental, caractérisée par une faible production primaire et par des températures élevées des eaux de surface, et d'autre part, la langue d'eau froide du Pacifique oriental, caractérisée quant à elle par des remontées d'eaux froides enrichies en nutriments et par de faibles températures des eaux de surface. Pendant la phase El Niño du phénomène ENSO, lorsque les alizés faiblissent, les courants se déplaçant vers l'ouest et entraînant ainsi une progression dans cette direction de la langue d'eau froide perdent en intensité. La warm pool s'étend alors de son origine dans le Pacifique équatorial occidental jusqu'au Pacifique oriental. Inversement, pendant la phase La Niña du phénomène ENSO, ces courants s'intensifient sous l'influence du renforcement des alizés. La langue d'eau froide progresse alors davantage vers l'ouest et la warm pool est entraînée vers l'extrême ouest du Pacifique équatorial (Picaut *et al.* 1996). Il peut être particulièrement utile d'examiner le déplacement de la répartition géographique de ces deux écosystèmes pour mieux comprendre le mouvement des biotes, comme les thonidés, dans l'océan Pacifique. La zone de convergence entre la warm pool et la langue d'eau froide correspondrait, en toute hypothèse, à un écotone où vivent de nombreuses proies des thonidés, ce qui expliquerait la concentration de la bonite (*Katsuwonus pelamis*) dans cette zone (Lehodey *et al.* 1997). En revanche, bien que largement répandu dans le Pacifique équatorial, le thon obèse (*Thunnus obesus*) serait présent en plus forte densité dans la langue d'eau froide. Ces hypothèses sur la répartition géographique des thonidés soulèvent la question pertinente de savoir si ces deux espèces suivent le mouvement de leurs écosystèmes de prédilection dans le Pacifique, puisque le phénomène ENSO implique un déplacement longitudinal de la zone de convergence. En outre, la répartition géographique de la bonite et du thon obèse est en grande partie déduite des données de prises des pêcheries. Il est possible que ces deux espèces soient réparties de manière plus ou moins homogène dans ces deux écosystèmes et que la variation des données de prises reflète leur vulnérabilité différente face aux captures dans les deux écosystèmes.

Des études ont montré que les senneurs autorisés dans l'océan Pacifique équatorial suivent le déplacement vers l'est de la warm pool au début de la phase El Niño (Lehodey *et al.* 1997, 2011 ; Williams and Terawasi 2014). La notion selon laquelle ce comportement des flottilles est induit par le déplacement des thonidés est appuyée par les prises de thonidés élevées qui ont été enregistrées dans la zone économique exclusive de Kiribati pendant les phases El Niño et en Papouasie-Nouvelle-Guinée pendant les phases La Niña (Lu *et al.* 2001 ; Williams and Terawasi 2011, 2012 ; Zainuddin 2004). Cependant, cette relation s'affaiblit avec la durée de la phase El Niño, puisque certains senneurs retournent dans le Pacifique occidental avant même que la warm pool se déplace vers l'ouest à la fin de la phase (Lehodey 2001). Par ailleurs, pendant les phases El Niño, bien que les prises de thonidés en Papouasie-Nouvelle-Guinée soient plus faibles que pendant les phases La Niña, elles demeurent élevées à l'échelon régional (Williams and Terawasi 2011). On peut en déduire que les déplacements des thonidés suivent un modèle plus complexe, qui ne s'explique pas simplement par la position de la zone de convergence ou de la langue d'eau froide.

Nous utilisons le modèle de simulation spatiale de l'écosystème et de la dynamique des populations (SEAPODYM) pour connaître la dynamique des populations de bonite et de thon obèse dans l'océan Pacifique et pour étudier la réaction de ces deux espèces aux épisodes El Niño et La Niña, ainsi qu'aux phases neutres du phénomène ENSO. Le modèle spatio-temporel SEAPODYM, structuré en âge, intègre des données environnementales, mais aussi des données dépendantes et indépendantes des pêcheries. Nous avons synthétisé les résultats du modèle SEAPODYM en utilisant des analyses par ondelettes afin d'évaluer l'impact du phénomène ENSO sur l'abondance et la répartition géographique des thonidés adultes et juvéniles.

[1] Communauté du Pacifique, Programme pêche hauturière, Nouméa, Nouvelle-Calédonie
[2] Institute for Applied Ecology, University of Canberra, Bruce, Australie
[3] Institut de recherche pour le développement, Nouméa, Nouvelle-Calédonie
[4] Modélisation et observation par satellites des écosystèmes marins, Direction de l'océanographie spatiale, CLS, Ramonville, France.

Matériel et méthode

Le modèle écosystémique spatial SEAPODYM a été mis au point pour étudier la dynamique spatiale des populations de thonidés soumises à l'influence à macro-échelle de la pêche et des effets environnementaux. La biomasse de la bonite et du thon obèse a été analysée au stade adulte et juvénile (immature) entre 1980 et 2001 (dernière année pour laquelle des données environnementales à grande échelle étaient disponibles, Uppala *et al.* 2005). La résolution du modèle était de deux degrés et un mois. L'océan Pacifique a été divisé en neuf régions (figure 1 – graphique du milieu). Pour délimiter ces régions, on a repris les provinces biogéochimiques définies par Longhurst, ainsi que la scission du Pacifique équatorial oriental en deux unités appliquée par la Commission des pêches du Pacifique occidental et central.

Nous avons utilisé l'indice ONI (Oceanic Niño Index) (http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml) pour représenter le phénomène ENSO. L'indice ONI est une moyenne trimestrielle continue des anomalies de la température des eaux de surface pour la région Niño 3.4. Il s'agit d'un indice fiable du phénomène ENSO à l'échelle du Pacifique. Dans notre étude, nous avons choisi des valeurs ONI supérieures à 0,9 pour qualifier un épisode El Niño et inférieures à -0,9 pour un épisode La Niña. Ces limites, qui représentaient les écarts-types des séries chronologiques ONI, sont utilisées par l'Administration nationale des océans et de l'atmosphère des États-Unis pour classer les épisodes ENSO.

Une analyse par ondelettes a permis d'étudier la relation dans le temps entre la biomasse et le phénomène

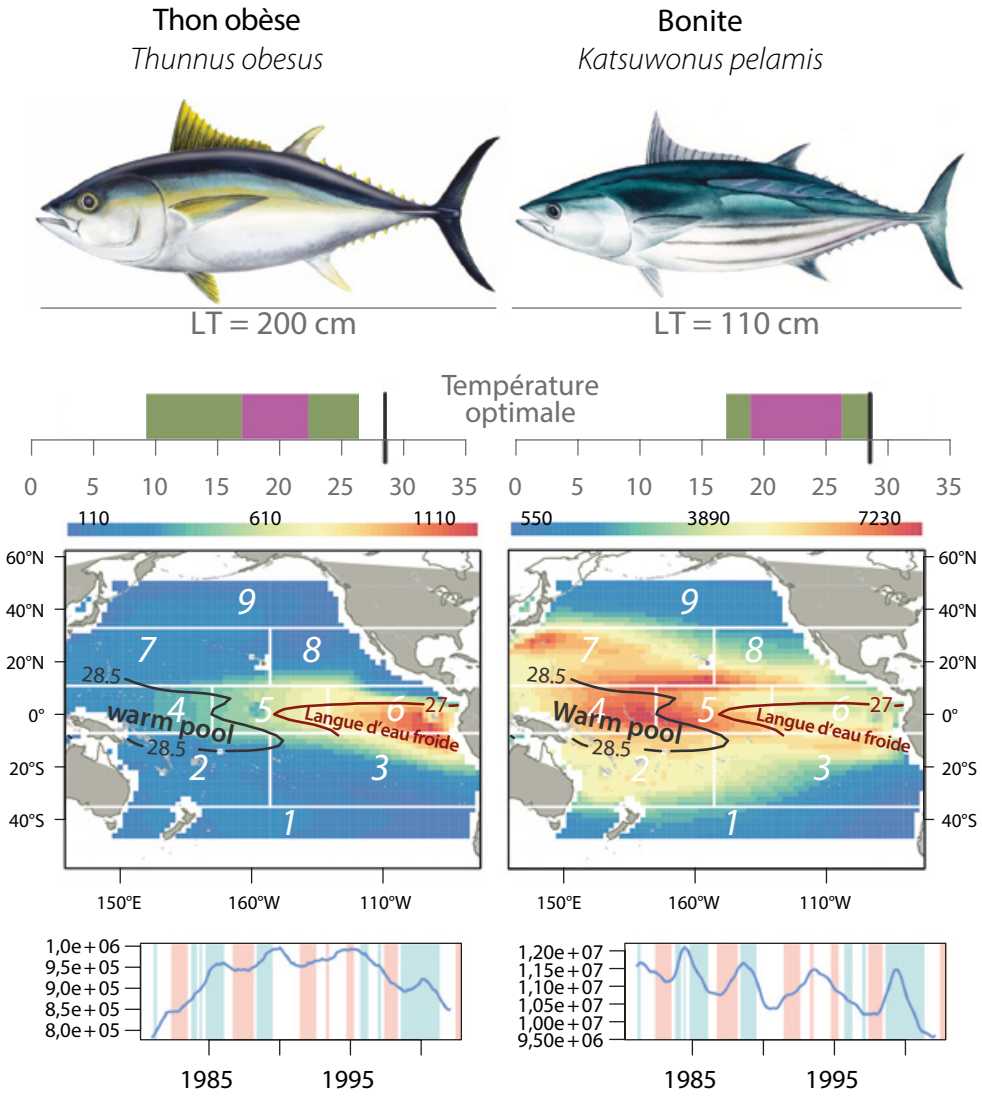


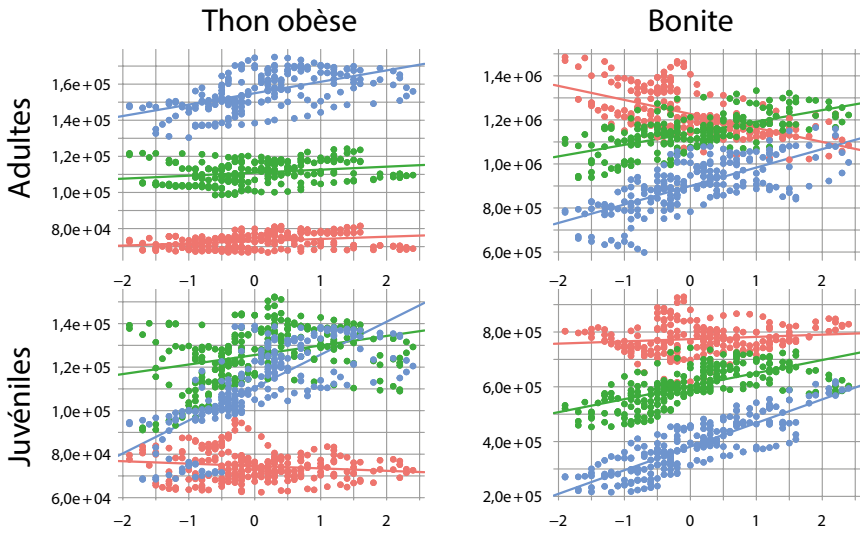
Figure 1. Température optimale (indiquée sous les illustrations de poissons). Le vert représente la tolérance et le violet indique la préférence (Boyce et al. *2008). La ligne verticale noire fait référence à la température de surface la plus basse de la warm pool (28,5 °C). Les cartes représentent la répartition de la biomasse adulte moyenne prévue par le modèle SEAPODYM pour toute la période (1980-2002) et pour chaque espèce. La biomasse élevée est en rouge et la biomasse faible est en bleu. Les valeurs de la biomasse indiquées au-dessus des cartes sont exprimées en tonnes par carré de 2° de côté. Les lignes blanches délimitent les régions. Les deux graphiques du bas représentent l'évolution de la biomasse totale dans le temps, telle que prévue par le modèle SEAPODYM. Les épisodes El Niño sont indiqués par des rectangles roses et les épisodes La Niña par des rectangles bleus.*

ENSO. Grâce à cette analyse, nous avons pu déterminer si l'abondance des thonidés variait en fonction des fréquences dominantes du phénomène (périodicité de quatre à sept ans). Nous avons également quantifié le décalage temporel entre les deux séries chronologiques sur cette gamme de fréquences. Afin de visualiser les variations d'abondance pour chaque espèce et chaque niveau de maturité dans les différentes zones concernées par le phénomène ENSO, nous avons établi une corrélation entre la biomasse (ajustée pour tenir compte de la réaction décalée) et l'indice ONI.

Résultats et discussion

La bonite et le thon obèse ont des écologies différentes. Le thon obèse présente un taux de renouvellement moins élevé[5], il privilégie les habitats situés entre la surface de l'océan et la thermocline, et sa stratégie de prospection alimentaire se caractérise par des migrations verticales quotidiennes (figure 1 – en haut à gauche). Compte tenu des estimations du taux de capture actuel et de la biomasse du thon obèse, on considère que cette espèce fait l'objet d'une pêche non viable (Harley *et al.* 2015). La population de bonite, quant à elle, se renouvelle rapidement. Cette espèce vit dans les eaux superficielles plus chaudes (figure 1 – en haut à droite). Compte tenu des estimations du taux de capture actuel et de la biomasse de la bonite, on considère que cette espèce fait l'objet d'une pêche viable (Harley *et al.* 2015). D'après les estimations obtenues avec le modèle SEAPODYM, la biomasse de la bonite est principalement concentrée dans le Pacifique équatorial occidental et central (régions 4 et 5), contrairement à la biomasse (ou vulnérabilité) du thon obèse qu'on retrouve essentiellement dans le Pacifique oriental (régions 5 et 6) (figure 1 – au milieu). En général, les prévisions du modèle SEAPODYM indiquent que la densité de la bonite serait plus élevée dans la warm pool, contrairement à la densité du thon obèse qui serait supérieure dans la langue d'eau froide. Pour ces deux espèces, la biomasse est concentrée dans la région équatoriale. Les prévisions ont révélé une diminution de la biomasse de la bonite pour la période de simulation (figure 1 – en bas). C'est également le cas pour le thon obèse durant le dernier tiers de la simulation (figure 1 – en bas). Pour les deux espèces, les fluctuations de biomasse sont régulières à travers les différentes séries chronologiques.

Nos résultats font apparaître que l'impact du phénomène ENSO sur la biomasse dépend de l'espèce, de la maturité (stade adulte ou juvénile) et de la situation géographique de l'espèce dans le Pacifique. L'abondance des thons obèses adultes et juvéniles augmente dans le Pacifique oriental (région 6) pendant une phase El Niño (valeur ONI positive) et diminue pendant une phase La Niña (valeur ONI négative) (figure 2). Les



		Thon obèse Corrélation	Thon obèse Décalage		Bonite Corrélation	Bonite Décalage
Adultes	Région 6	0.54	−2.5	Région 4	−0.59	−0.2
	Région 5	0.24	−0.5	Région 5	0.62	−1.4
	Région 4	0.28	0.2	Région 6	0.70	−1.3
Juvéniles	Région 6	0.75	−0.9	Région 4	0.13	−2.2
	Région 5	0.33	1.6	Région 5	0.64	−0.2
	Région 4	−0.15	0.6	Région 6	0.85	−0.5

Figure 2. Modélisation de la biomasse obtenue avec la fonction de l'indice ONI du modèle SEAPODYM pour le thon obèse (à gauche) et la bonite (à droite), ainsi que pour les adultes (en haut) et les juvéniles (en bas), chaque couleur représentant une région du Pacifique (région 4 en rouge, région 5 en vert et région 6 en bleu – voir la figure 1 pour la délimitation des régions). Le tableau du bas présente la corrélation (avec le décalage) et le décalage correspondant (en années) entre les volumes et les séries chronologiques ONI.

[5] Le taux de renouvellement d'un stock représente le pourcentage de ce stock qui est remplacé chaque année. Un taux de renouvellement élevé indique un remplacement rapide.

variations d'abondance dans le Pacifique occidental et central (régions 4 et 5) correspondent aux variations observées pendant les années neutres, tant en phase El Niño que La Niña. On observe un déplacement longitudinal de la limite occidentale d'environ 30° vers l'ouest (figure 3). Un léger mouvement du centre de gravité[6] est également constaté (figure 3). L'abondance de la bonite (aux stades adulte et juvénile) augmente dans le Pacifique central et oriental (régions 5 et 6) pendant les épisodes El Niño (figure 2). Une diminution est constatée pour les adultes dans le Pacifique occidental (région 4) pendant la phase El Niño (figure 2). Un déplacement longitudinal jusqu'à 70° vers l'est est constaté pour la limite orientale de la population de bonite (figure 3). Cet effet est davantage mis en évidence pour la bonite juvénile que pour l'adulte. On observe un léger mouvement du centre de gravité (figure 3).

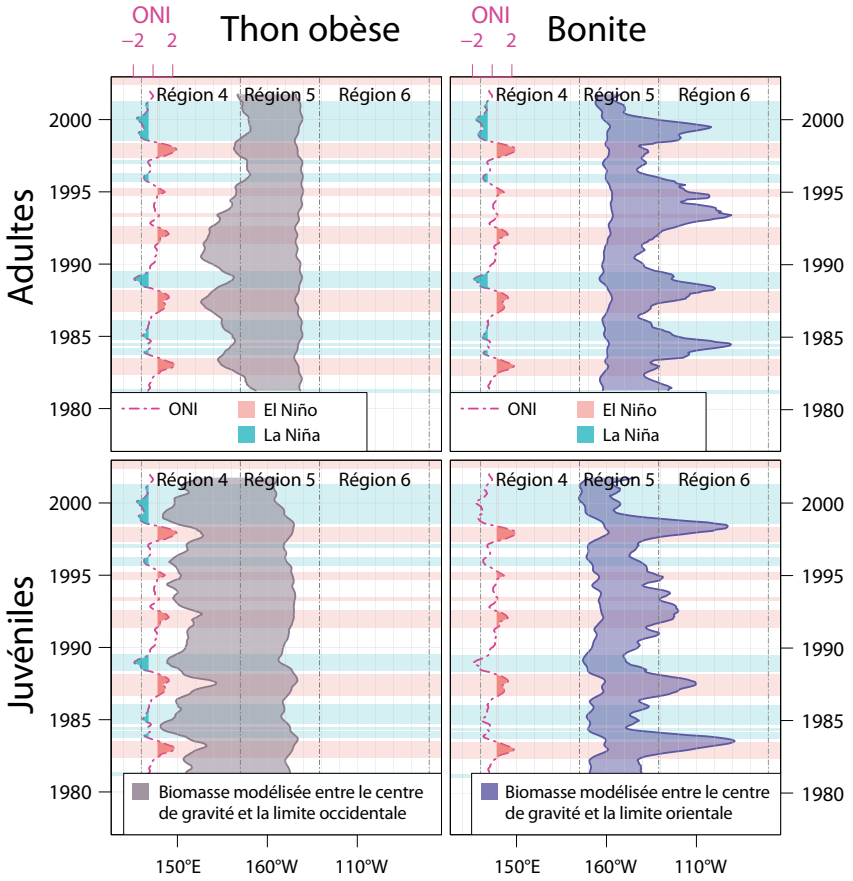


Figure 3. Graphique spatio-temporel pour les thonidés adultes (en haut) et les thonidés juvéniles (en bas), représentant la biomasse du thon obèse (à gauche) et de la bonite (à droite), avec les séries chronologiques ONI (points roses et ligne pointillée) et avec les épisodes El Niño (rectangles roses) et La Niña (rectangles bleus) pour chaque région.

L'effort de pêche à la senne est plus élevé dans le Pacifique central pendant un épisode El Niño (Evans *et al.* 2015 ; Williams and Terawasi 2015). Pour améliorer la conservation du thon obèse, la Commission des pêches du Pacifique occidental et central met actuellement l'accent sur la réduction des prises de thon obèse à la senne (Agence des pêches du Forum 2015). D'après les variations d'abondance du thon obèse prévues par le modèle SEAPODYM, il est peu probable dans le Pacifique central que les senneurs, qui ciblent principalement les thons obèses juvéniles, capturent une biomasse sensiblement plus importante pendant une phase El Niño que pendant les phases neutres. Il est vraisemblable que l'augmentation de l'effort de pêche à la senne pendant une phase El Niño dans le Pacifique central implique un épuisement localisé plus important des stocks de thon obèse, un élément qui peut s'avérer pertinent pour gérer la reconstitution des stocks. Le suivi des prises par unité d'effort (PUE) du thon obèse dans le Pacifique central pourrait être un indicateur à cet effet. Si les PUE augmentent ou restent stables, il peut se révéler nécessaire d'évaluer si d'autres mesures de protection pour le Pacifique central s'imposent durant ces épisodes. Par ailleurs, il peut être utile de suivre les prises de thon obèse par unité d'effort des palangriers dans le Pacifique central, compte tenu de l'augmentation prévue de la biomasse adulte pendant une phase El Niño et du risque d'épuisement plus important des stocks en cas d'augmentation des PUE.

Dans de précédents travaux, l'hypothèse a été posée que les variations géographiques de l'effort de pêche à la senne nous renseignent sur un éventuel déplacement de la bonite le long de la zone de convergence entre la warm pool et la langue d'eau froide (Lehodey *et al.* 1997 ; Suarez-Sanchez *et al.* 2004). D'après les estimations obtenues lors des simulations du modèle SEAPODYM, on observe des variations relativement faibles du centre de gravité des bonites adultes et juvéniles pendant les épisodes El Niño et La Niña (figure 3). Bien que ces faibles variations revêtent une certaine importance, elles donnent à penser que le déplacement ne concerne en général qu'une infime partie des populations vivant dans chaque région. Cela pourrait expliquer pourquoi les prises de bonite pendant un épisode El Niño restent similaires à celles des années neutres dans le Pacifique occidental. Par ailleurs, Lehodey et ses collègues (1997) ont expliqué le déplacement de l'effort de pêche à la senne vers l'ouest, avant même la fin de l'épisode El Niño, par celui de la bonite qui retourne vers l'océan Pacifique en raison des conditions plus propices de prospection alimentaire (remontées des eaux). Les résultats du modèle SEAPODYM donnent à penser que ce schéma

[6] Le centre de gravité est la longitude moyenne modélisée de la biomasse de la population, qui est utilisée comme un indicateur indirect de la position moyenne de la biomasse de la population.

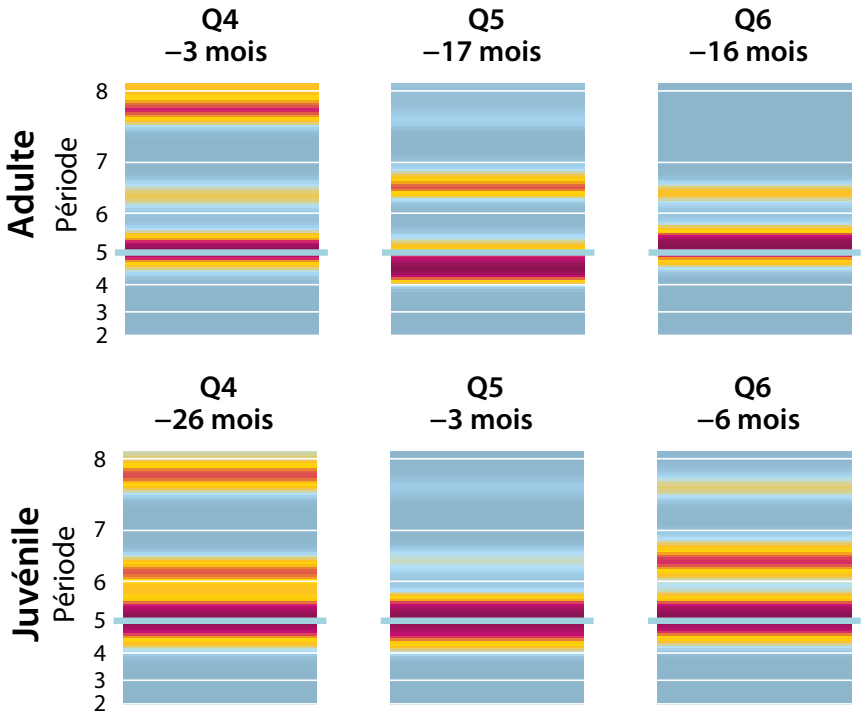


Figure 4. Cohérence moyenne dans le temps entre l'indice ONI et les abondances de bonite dans le Pacifique occidental (première colonne), le Pacifique central (deuxième colonne) et le Pacifique oriental (troisième colonne), pour les adultes (en haut) et les juvéniles (en bas). La tranche de cinq ans représente la période de variation moyenne du phénomène ENSO.

n'est pas lié au déplacement de la bonite, mais plutôt aux conditions de pêche à la senne plus favorables juste avant la fin d'un épisode El Niño. Il se peut que la résolution de deux degrés du forçage utilisé pour cette optimisation du modèle SEAPODYM ne soit pas assez élevée pour évaluer pleinement la dynamique des déplacements. Par conséquent, la variabilité temporelle de la biomasse pourrait être atténuée dans toutes les régions de l'étude.

D'après les simulations du modèle SEAPODYM, on constate une absence de synchronisme entre les variations de l'abondance de la bonite et les déplacements vers l'est et vers l'ouest dans la zone de convergence au début et à la fin d'un épisode El Niño. Dès lors, il est possible que les déplacements de la bonite ne soient pas induits par le phénomène, comme supposé précédemment. Nous avons détecté un synchronisme plus important entre la bonite adulte et le début de l'épisode El Niño, avec une diminution de l'abondance dans le Pacifique occidental trois mois après le pic d'intensité du phénomène. Les abondances maximales ont été observées dans le Pacifique central trois mois après le pic d'intensité de la phase El Niño (figure 4 en haut). Cependant, l'abondance de la bonite adulte dans le Pacifique central a atteint son paroxysme dix-sept mois après le pic d'intensité de la phase El Niño (figure 4 en bas). La bonite arrive à maturité vers l'âge de dix mois. L'abondance maximale observée à l'âge de 17 mois serait due au déplacement vers l'est des adultes et des juvéniles pendant la phase El Niño, puisque ce phénomène crée des habitats favorables à la ponte. D'autre part, cela expliquerait pourquoi cette biomasse recrutée reste dans le Pacifique central pendant une certaine période après une phase El Niño plutôt que de se déplacer vers l'ouest en suivant la zone de convergence à la fin de la phase. De récentes études portant sur le taux de mixité (Kolody and Hoyle 2015 ; Schaefer *et al.* 2015) et la structure des stocks (Grewe *et al.* 2015) étayent l'hypothèse selon laquelle les déplacements horizontaux massifs des thonidés équatoriaux dans l'océan Pacifique constituent l'exception plutôt que la règle (Schaefer *et al.* 2015).

Dans la présente étude, nous sommes partis du principe que le modèle SEAPODYM décrit de façon réaliste la dynamique des populations de thonidés. L'une des étapes cruciales consiste à valider ensuite le caractère général de ces résultats en analysant d'autres données de prise et d'effort (hors modèle SEAPODYM) enregistrées pendant le phénomène ENSO, qui n'ont pas été reprises dans l'optimisation du modèle (par exemple l'épisode El Niño 2015-2016). Il convient également de comprendre les réactions de la bonite et du thon obèse au phénomène El Niño Modoki (Ashok and Yamagata 2009). Il s'agit d'une variante de l'épisode El Niño, durant laquelle les anomalies de la température moyenne des eaux de surface touchent le Pacifique central plutôt que le Pacifique oriental, comme c'est le cas dans un épisode El Niño classique (« canonique ») (Kug *et al.* 2009). Dans nos séries chronologiques, les résultats étaient plus nuancés pour la période allant de 1992 à 1996, qui coïncide avec des épisodes El Niño Modoki. Les épisodes El Niño Modoki ont été fréquents entre 2000 et 2013. La version du modèle SEAPODYM recalée avec les données de réanalyse (ensemble ERA-interim) couvre cette période et pourrait être utilisée pour étudier ce phénomène plus en détail.

Les analyses présentées ici nous permettent de mieux comprendre les facteurs qui influencent le déplacement des espèces mobiles sous l'effet de la variabilité climatique. Evans *et al.* (2015) y voient d'ailleurs un axe prioritaire de recherche si l'on veut garantir la gestion durable de la pêche thonière dans l'océan Pacifique occidental et central. En effet, il est indispensable de comprendre quand et pourquoi les thonidés se déplacent pour adapter les systèmes de gestion de la pêche. Ces résultats obtenus grâce au modèle SEAPODYM alimentent également le débat plus large sur l'exploitation des thonidés à des fins de sécurité alimentaire et de santé publique dans les États et Territoires insulaires océaniens (Bell *et al.* 2015).

Bibliographie

Ashok K., and Yamagata T. 2009. Climate change: The El Niño with a difference. Nature 461:481-484.

Barber R., Sanderson M., Lindley S., Chai F., Newtyon J., Trees C., Foley D., Chavez F. 1996. Primary productivity and its regulation in the equatorial Pacific during and following the 1991-1992 El Nifio. Deep Sea Res. Part II Topical studies in oceanography 43:933-969.

Bell J.D., Allain V., Allison E.H., Andréfouët S., Andrew N.L., Batty M.J., Blanc M., Dambacher J.M., Hampton J., Hanich Q., Harley S., Lorrain A., McCoy M., McTurk N., Nicol S., Pilling G., Point D., Sharp M.K., Vivili P., Williams P. 2015. Diversifying the use of tuna to improve food security and public health in Pacific Island countries and territories. Marine Policy 51:584-591. doi:10.1016/j.marpol.2014.10.005

Boyce D., Tittensor D., Worm B., 2008. Effects of temperature on global patterns of tuna and billfish richness. Marine Ecology Progress Series 355:267-276.

Chavez F.P., Strutton P.G., Friederich G.E., Feely R.A., Feldman G.C., Foley D.G., McPhaden M.J. 1999. Biological and chemical response of the equatorial Pacific Ocean to the 1997-98 El Niño. Science 286: 2126-2131.

Evans K., Young J.W., Nicol S., Kolody D., Allain V., Bell J., Brown J.N., Ganachaud A., Hobday A.J., Hunt B., Innes J., Gupta A.S., van Sebille E., Kloser R., Patterson T., Singh A. 2015. Optimising fisheries management in relation to tuna catches in the western central Pacific Ocean: A review of research priorities and opportunities. Marine Policy 59:94-104.

FFA (Forum Fisheries Agency). 2015. Views on strengthening of CMM 2014-01 for bigeye, yellowfin and skipjack tuna. WCPFC12-2015-DP07, Bali, Indonesia.

Grewe P.M., Feutry P., Hill P.L., Gunasekera R.M., Schaefer K.M., Itano D.G., Fuller D.W., Foster S.D., Davies C.R. 2015. Evidence of discrete yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) populations demands rethink of management for this globally important resource. Scientific Reports 5:16916. doi:10.1038/srep16916

Harley S., Williams P., Nicol S., Hampton J., Brouwer S., 2015. The Western and Central Pacific Tuna Fishery: 2014 Overview and Status of Stocks. Tuna Fisheries Assessment Report No. 15, Oceanic Fisheries Programme, Secretariat of the Pacific Community.

Kolody D., Hoyle S. 2015. Evaluation of tag mixing assumptions in western Pacific Ocean skipjack tuna stock assessment models. Fisheries Research 163:127–140. doi:10.1016/j.fishres.2014.05.008

Kug J.-S., Jin F.-F., An S.-I. 2009. Two types of El Niño Events: Cold Tongue El Niño and Warm Pool El Niño. Journal of Climate 22:1499-1515. doi:10.1175/2008JCLI2624.1

Lehodey P. 2001. The pelagic ecosystem of the tropical Pacific Ocean: dynamic spatial modelling and biological consequences of ENSO. Progress in Oceanography 49:439-468.

Lehodey P., Bertignac M., Hampton J., Lewis A., Picaut J. 1997. El Niño SouthernOscillation and tuna in the western Pacific. Nature 389:712-715.

Lehodey P., Hampton J., Brill R.W., Nicol S., Senina I., Calmettes B., Pörtner H.O., Bopp L., Ilyina T., Bell J.D. and Sibert J. 2011. Vulnerability of oceanic fisheries in the tropical Pacific to climate change. p. 433-492. In: Bell J.D., Johnson J.E. and Hobday A.J. (eds). Vulnerability of tropical Pacific fisheries and aquaculture to climate change. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community.

Lu H.-J., Lee K.-T., Lin H.-L., Liao C.-H. 2001. Spatio-temporal distribution of yellowfin tuna *Thunnus albacares* and bigeye tuna *Thunnus obesus* in the Tropical Pacific Ocean in relation to large-scale temperature fluctuation during ENSO episodes. Fisheries Science 67:1046-1052.

Picaut J., Ioualalen M., Menkes C., Delcroix T. and McPhaden M.J. 1996. Mechanism of the zonal displacements of the Pacific Warm Pool: Implications for ENSO. Science 274:1486-1489.

Schaefer K., Fuller D., Hampton J., Caillot S., Leroy B., Itano D. 2015. Movements, dispersion and mixing of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) tagged and released in the equatorial Central Pacific Ocean, with conventional and archival tags. Fisheries Research 161:336-355.

Suarez-Sanchez J., Ritter-Ortiz W., Gay-Garcia C., Torres-Jacome J. 2004. ENSO-tuna relations in the eastern Pacific Ocean and its prediction as a non-linear dynamic system. Atmósfera 17:245-258.

Uppala S.M., KÅllberg P.W., Simmons A.J., Andrae U., Bechtold V.D.C., Fiorino M., Gibson J.K., Haseler J., Hernandez A., Kelly G.A., et al. 2005. The ERA-40 re-analysis. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 131:2961-3012.

Williams P., Terawasi P. 2015. Overview of tuna fisheries in the western and central pacific ocean, including economic conditions – 2014. WCPFC-SC11-2015/GN WP-01, Pohnpei, Federated States of Micronesia.

Williams P., Terawasi P. 2014. Overview of tuna fisheries in the western and central Pacific Ocean, including economic conditions – 2013. WCPFC-SC10-2014/GN WP-01, Majuro, Republic of the Marshall Islands.

Williams P., Terawasi P. 2012. Overview of tuna fisheries in the western and central Pacific Ocean, including economic conditions – 2011. WCPFC-SC08-2012/GN WP-01, Busan, Korea.

Williams P., Terawasi P. 2011. Overview of tuna fisheries in the western and central Pacific Ocean, including economic conditions – 2010. WCPFC-SC07-2014/GN WP-01, Pohnpei, Federated States of Micronesia.

Zainuddin M. 2004. Detection of potential fishing ground for albacore tuna using synoptic measurements of ocean color and thermal remote sensing in the northwestern North Pacific. Geophysical Research Letters 31.

L'intégration des concentrations de reproducteurs dans la gestion des pêcheries doit reposer sur une véritable application du principe de précaution[1]

Yvonne Sadovy de Mitcheson[2]

Résumé

Pour s'accoupler, de nombreux poissons marins forment des regroupements massifs et spectaculaires à des périodes et dans des lieux prévisibles. Ces concentrations de reproducteurs constituent souvent des cibles intéressantes pour les pêcheurs. Ce comportement grégaire lors du frai est observé chez beaucoup d'espèces d'intérêt commercial, dont les stocks sont bien souvent en net recul en raison de la surpêche. Le moment est venu de chercher à savoir si l'exploitation des concentrations de leurs reproducteurs rend les espèces particulièrement sensibles à la surpêche et, dans l'affirmative, pourquoi nous devons améliorer leur gestion et par quelles méthodes. Je démontre ici que les espèces qui se regroupent pour frayer sont particulièrement vulnérables, en raison à la fois de leur capturabilité accrue (effets létaux) et de facteurs biologiques (effets non létaux). Pour que ces espèces continuent de contribuer à la sécurité alimentaire et aux moyens de subsistance tout en conservant leurs fonctions écosystémiques, il est essentiel d'appliquer véritablement le principe de précaution afin de réduire le risque de déclin des populations et de ne pas mettre en péril la reconstitution de leurs stocks, en particulier dans le cas de la pêche commerciale à petite échelle d'espèces peu productives, pratiquée en l'absence de cadre de gestion et de suivi. Il est urgent d'intégrer les concentrations de reproducteurs dans la gestion des ressources marines.

Introduction

Les poissons marins sont la dernière ressource animale que nous capturons encore en grandes quantités dans leur milieu naturel. Fournissant un cinquième environ de notre apport protéique à l'échelon mondial, ils jouent un rôle crucial en termes de sécurité alimentaire et de moyens de subsistance (FAO 2014). Or, 60 % environ des ressources capturées sur lesquelles des informations satisfaisantes sont disponibles (petite proportion des pêcheries mondiales) se sont aujourd'hui effondrées ou bien sont surexploitées et ne pourront se reconstituer que si des mesures de gestion leur sont appliquées (voir par exemple Pitcher and Cheung 2013 ; Worm *et al.* 2009). Et, parmi les autres ressources sur lesquelles on dispose de moins d'informations, beaucoup sont probablement surpêchées ou dans un état de surpêche. Malgré l'essor rapide de la mariculture (élevage de poissons), qui contribue à accroître les stocks, la pression reste forte sur les populations sauvages dont vont continuer de dépendre des millions de personnes. Il convient donc de les protéger correctement.

De nombreuses espèces marines pêchées n'ont pour seul moyen de reproduction que la formation de vastes rassemblements temporaires, et beaucoup voient leurs populations exposées à des menaces croissantes quand elles deviennent plus accessibles à la pêche en période temporaire de forte abondance (Sadovy de Mitcheson and Erisman 2012). Plus de 60 % des concentrations de poissons récifaux dont on connaît l'état se sont appauvries ou ont disparu (Russell *et al.* 2014 ; www.SCRFA.org). À Cuba, par exemple, un ensemble de données particulièrement détaillées et couvrant plusieurs décennies de débarquements mensuels révèle que les mérous (épinéphélidés) et les vivaneaux (lutjanidés) qui se rassemblent de manière très prévisible dans un petit nombre de frayères ont subi une baisse plus marquée et plus soudaine que d'autres espèces de la même pêcherie commerciale dont la saison de reproduction est plus longue et les concentrations aux fins de reproduction moins prévisibles (d'où une capturabilité plus faible) (Sadovy de Mitcheson and Erisman 2012). Le mérou de Nassau, *Epinephelus striatus*, et le mérou rouge, *E. morio*, deux espèces proches, aux mensurations similaires et évoluant dans l'Atlantique occidental tropical, offrent un point de comparaison intéressant. Les mérous de Nassau forment de grandes concentrations, en nombre relativement limité et pendant de brèves périodes, qui font l'objet d'une pêche intensive et peu gérée, ou qui ne l'est qu'après que les populations ont été décimées. L'espèce est aujourd'hui menacée (selon la Liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature) et son inscription dans la Loi des États-Unis relative aux espèces en péril est envisagée. Ses concentrations ont pour la plupart disparu ou fortement diminué (Sadovy de Mitcheson et al. 2008). L'espèce congénère ne forme pas de concentrations de frai et ne présente une capturabilité que légèrement supérieure pendant la saison de reproduction : la viabilité de la pêcherie reste donc assurée.

Cependant, le problème n'est absolument pas limité aux poissons de récif. En Asie de l'Est, des concentrations saisonnières de reproducteurs sont formées par le tambour à gros yeux, *Larimichthyes crocea*, qui a été l'une des quatre principales ressources côtières de Chine

[1] Version revue et abrégée d'un article paru dans BioScience :
Sadovy de Mitcheson Y. 2016. Mainstreaming fish spawning aggregations into fishery management calls for truly precautionary approach. Bioscience 66(4):295-306. doi: 10.1093/biosci/biw013

[2] Swire Institute of Marine Science, School of Biological Sciences, University of Hong Kong, Pok Fu Lam Road, Hong Kong, and Science and Conservation of Fish Aggregations (SCRFA) (yjsadovy@hku.hk)

(Liu and Sadovy de Mitcheson 2008). Après avoir atteint un volume de prises de quelque 200 000 tonnes au milieu des années 1970, la pêcherie s'est effondrée, enregistrant un déclin de plus de 90 % en 20 ans. Les pêcheurs ont ciblé principalement les frayères et les zones d'hivernage, la disparition d'habitats côtiers importants servant de nourriceries en raison du développement du littoral ayant aussi contribué au déclin des populations. Les stocks n'ont jamais retrouvé leur niveau initial en dépit de vastes programmes onéreux de réensemencement et d'autres mesures de gestion. Le tambour à gros yeux est aujourd'hui rare en milieu naturel, et les individus capturés ont une grande valeur marchande (Liu and Sadovy de Mitcheson 2008). Pour cette espèce et pour beaucoup d'autres fréquentant les eaux tempérées, profondes et tropicales qui se regroupent pour se reproduire et dont les stocks ont chuté de manière sensible ces dernières décennies, on ne dispose que de peu d'informations quant au rôle précis de l'exploitation des concentrations de reproducteurs dans le déclin de leurs populations. La compréhension de ce point est d'une importance cruciale pour la bonne gestion des espèces pêchées sur leurs sites de frai.

Quels que soient le ou les facteurs en termes d'évolution qui poussent certaines espèces à se rassembler pour frayer (par exemple, dans l'intérêt des adultes, des œufs et/ou des larves, ou dans leur intérêt mutuel), les avantages immédiats de ce phénomène sont manifestes : un grand nombre d'individus sont disponibles de façon prévisible et efficace, et la capturabilité (efficacité de la pêche) augmente nettement pour de nombreuses espèces quand elles se regroupent. Le suivi et la gestion de ces ressources halieutiques, où le comportement du poisson comme celui du pêcheur connaissent des changements temporaires, peuvent se révéler particulièrement délicates. Les approches classiques de gestion privilégient la lutte contre les effets « létaux » des prélèvements et la conservation d'une biomasse suffisante de reproducteurs (Hilborn and Walters 1992), sans faire la différence entre des poissons formant ou non des concentrations ni tenir généralement compte des effets « non létaux » (tels que la dépensation ou les effets sur le comportement).

Les concentrations de reproducteurs dans les pêcheries mondiales

La reproduction en frayère d'espèces marines pondant des œufs pélagiques est caractérisée par des phases intenses de libération de gamètes, qui constituent des sources massives et passives de sperme et d'œufs sur de courtes périodes au sein de vastes rassemblements temporaires de mâles et de femelles (figure 1). Quels que soient sa distribution spatiale ou son créneau temporel, ce phénomène rassemble de façon systématique et prévisible des congénères par dizaines, par centaines, par milliers ou par dizaines de milliers, aux fins de frai (Colin 1996 ; Domeier 2012). Les poissons à œufs démersaux, tels que les capelans, les poissons volants, les harengs ou les balistes, se dirigent en bancs vers le substrat dont ils ont besoin pour pondre. Beaucoup de poissons de récif pratiquant la ponte pélagique migrent vers des pentes récifales externes, des chenaux et des promontoires selon un cycle saisonnier. Les monts sous-marins, les estuaires et d'autres habitats côtiers sont les destinations d'espèces côtières évoluant dans des eaux tempérées, profondes et tropicales (ombrines, hoplostèthes orange, morues, aiglefins, picots et mulets). Un petit nombre de vastes parcelles océaniques constituent les zones de frai privilégiées des poissons pélagiques très mobiles, comme certaines espèces de thonidés, les marlins et les petits pélagiques, des sardines aux harengs.

Le nombre de poissons qui se rassemblent au même endroit selon un cycle saisonnier pour se reproduire peut être considérable, ou tout du moins l'était. Avant la pratique de la pêche à grande échelle, d'énormes bancs de harengs de l'Atlantique gravides, *Clupea harengus*, « sont devenus une véritable source de désagrément » dans la région de la baie de Chesapeake (Buffon 1793), ce qui signifie que les ressources étaient bien supérieures à l'effort de pêche. Les espèces qui se regroupent pour se reproduire, qu'elles soient exploitées par la pêche vivrière, par les pêcheries artisanales ou celles industrielles, ont une forte valeur économique et contribuent grandement à la sécurité alimentaire. Il est donc impératif de comprendre l'incidence de l'exploitation des concentrations sur ces espèces et de déterminer la forme la plus appropriée de gestion des pêcheries. Sur les 20 principales espèces (en poids) pêchées dans le monde (FAO 2014), beaucoup migrent régulièrement en période de reproduction, se rassemblent pour frayer et sont exploitées pendant cette période. Citons, à titre d'exemple, le lieu de l'Alaska, *Theragra chalcogramma*, la morue de l'Atlantique, *Gadus morhua*, le capelan, *Mallotus villosus*, le maquereau commun, *Scomber scombrus*, le poisson-sabre, *Trichiurus lepturus*, la sardine *Sardina pilchardus*, et le hareng. Plus de 100 espèces de poissons coralliens ont l'habitude de se reproduire ainsi et, pour beaucoup, les périodes de concentration coïncident avec la saison de pêche. Même si les prises et la productivité naturelle de ces poissons de récif n'ont rien à voir avec celles des principales espèces tempérées, puisqu'elles se comptent en dizaines de tonnes et non en dizaines de milliers, voire en millions, de tonnes par an, ils n'en revêtent pas moins une importance capitale pour des centaines de milliers de communautés qui dépendent d'eux (figure 3). En raison de leur faible productivité, ils sont particulièrement sensibles à la surpêche et la reconstitution de leurs stocks est lente (Sadovy de Mitcheson and Colin 2012). Dans les pêcheries artisanales, des bateaux même en petit nombre ont la capacité de prélever une forte proportion d'une seule concentration au cours d'une saison (observations personnelles).

Les implications de la pêche dans les concentrations

Même si la pêche pratiquée dans les concentrations de reproducteurs a de lourdes conséquences sur le déclin de nombreuses espèces, il est difficile de faire la distinction entre ces conséquences et celles qui découlent de l'ensemble des activités de pêche sur les espèces ciblées, à toutes les phases de leur cycle de vie. Cette distinction est pourtant importante pour l'application de bonnes mesures de gestion, la meilleure façon de l'appréhender étant peut-être de réaliser des analyses comparatives. Des recherches semi-quantitatives menées sur 36 espèces formant ou non des concentrations et représentant plusieurs taxons, types de cycle biologique, tailles maximales (FishBase 2015) et états de conservation (UICN 2015) donnent à penser que la menace est associée à tort à une mesure qualitative de capturabilité, quelles que soient les mensurations de l'espèce (autre facteur de risque) (figure 2). Robinson et Samoilys (2013) ont élaboré un cadre d'étude des facteurs extrinsèques (propres à la pêche) et intrinsèques (propres à la population) par rapport à la capturabilité. Ils ont constaté différents groupes de niveaux élevés et faibles de relative vulnérabilité à la pêche liés à des caractéristiques biologiques, telles que la longévité et le type de comportement grégaire, ainsi qu'à des facteurs de pêche, tels que la gestion et l'accessibilité. Il ressort de ces diverses analyses que, toutes choses étant égales par ailleurs, les espèces qui se rassemblent pour se reproduire et sont ciblées au sein de leurs concentrations courent un risque plus élevé que celles qui ne le font pas, en particulier quand leur capturabilité est forte. Sur les 163 mérous et 134 dorades (sparidés) qui existent dans le monde, beaucoup de ceux qui se regroupent pour frayer figurent parmi les espèces les plus menacées au sein de leur taxon, même si d'autres caractéristiques biologiques (longévité et maturité sexuelle tardive) ont également une incidence sur le risque d'extinction des espèces exploitées (Sadovy de Mitcheson *et al.* 2013).

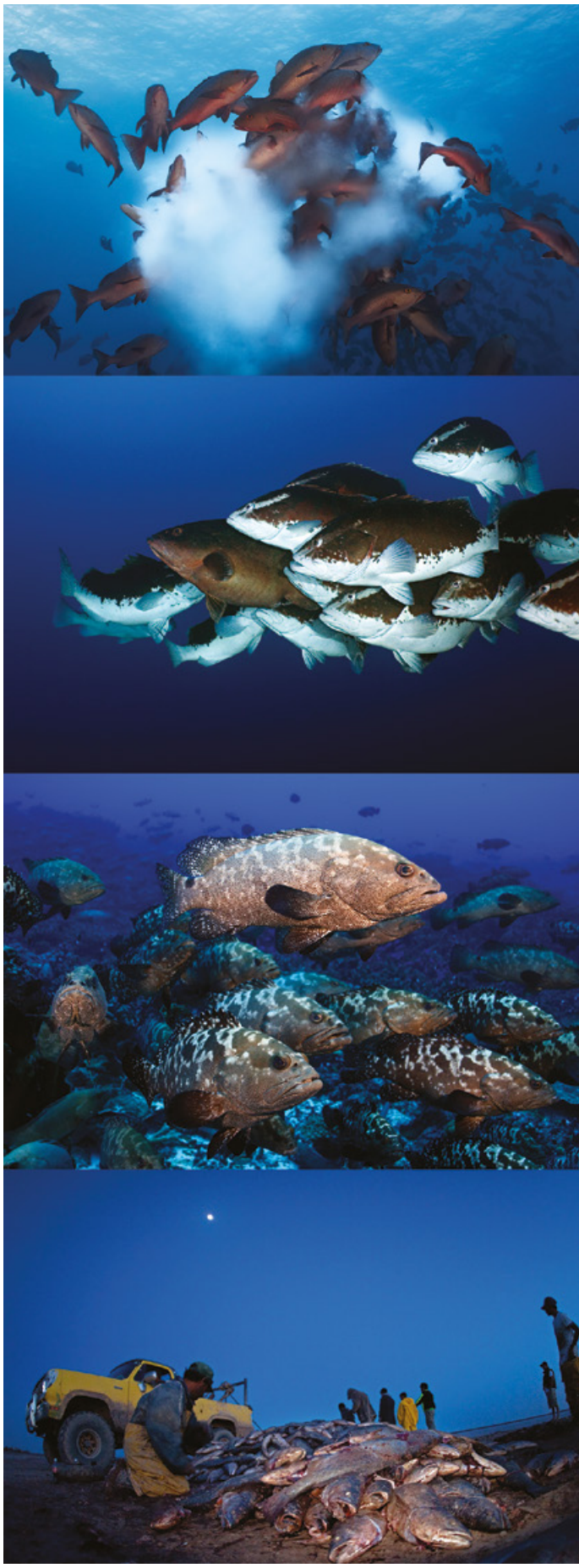


Figure 1.

*a. En haut. Reproduction de vivaneaux à deux taches (*Lutjanus bohar*) à Palau. On peut voir les très nombreux œufs, fortement concentrés, pondus de façon prévisible chaque année, sur quelques heures seulement. Crédit photo : Tony Wu (www.tonywublog. com).*

b. Deuxième image en partant du haut. Un groupe reproducteur de mérous de Nassau, Epinephelus striatus*(espèce menacée) s'est formé au sein d'une frayère bien plus vaste. La reproduction semble structurée ; le groupe comprend une femelle de tête (couleur sombre) et plusieurs mâles (bicolores). Crédit photo : Doug Perrine/ SeaPics.com.*

c. Troisième image en partant du haut. Le mérou camouflage, Epinephelus polyphekadion*, pond dans de sous-groupes de vastes frayères mais, quand les populations sont appauvries, les interactions intraspécifiques sont rares. Crédit photo : Yvonne Sadovy de Mitcheson.*

d. En bas. La brève saison de reproduction de l'acoupa du golfe, Cynoscion othonopterus*, au Mexique, se traduit par des débarquements élevés en réponse à la demande durant les fêtes de Pâques mais, dès que cette demande chute, l'offre excédentaire entraîne une baisse des prix et un gaspillage important. Crédit photo : Octavio Aburto / iLCP.*

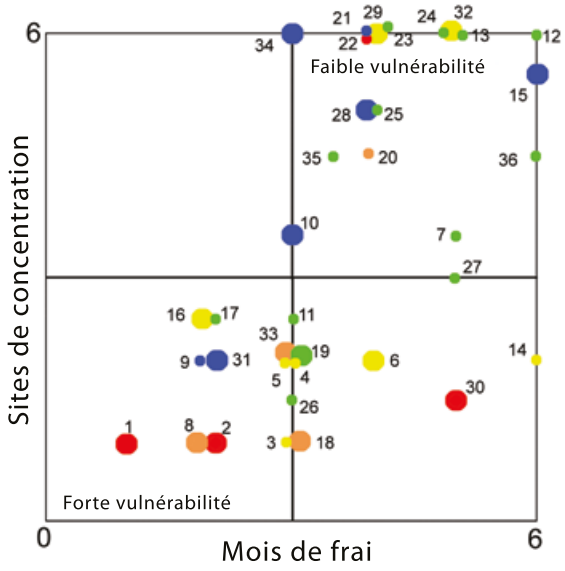


Figure 2. Trente-six espèces de poissons grégaires et non grégaires de plusieurs tailles (longueur totale entre 21 et 458 mm : (FishBase 2015) et états de conservation (UICN 2015) représentées en fonction d'un indicateur qualitatif de capturabilité. Cet indicateur associe la durée de reproduction (entre un et six mois) et la concentration spatiale comprise entre 1 (concentration très dense pour le frai, d'où un ciblage facile) et 6 (pas de regroupement de reproducteurs, donc pas de changement de la vulnérabilité à la capture), établies à partir des données biologiques disponibles (UICN 2015). Chaque point représente un poisson, un petit pour les poissons dont la longueur est inférieure à 100 cm et un gros pour ceux dont la longueur est supérieure à 100 cm. Les couleurs correspondent aux états de la Liste rouge de l'UICN : rouge = en danger critique d'extinction (CR) ; orange = en danger (EN) ; jaune = vulnérable (VU) ; bleu = quasi menacé (NT) ; vert = préoccupation mineure (LC). Chiffres à côté des points : (sciaenidés 1-4, lutjanidés 5-7, épinéphélidés 8-15, gadidés 16, clupéidés 17, sparidés 18-25, serranidés 26-27, scombridés 28-34, acanthuridés 35, siganidés 36).

Quel est l'impact de la pêche sur les concentrations de reproducteurs ?

Le déclin des ressources halieutiques où les concentrations de reproducteurs sont fortement ciblées est-il simplement lié à une surexploitation (effets létaux) et à la non-prise en compte d'une capturabilité accrue par les systèmes de gestion, ou bien existe-t-il d'autres effets, ceux-là non létaux ? C'est là une question importante que nous pouvons reformuler ainsi : le fait de prélever un poisson d'une concentration de reproducteurs revient-il au même, en termes d'effet sur son potentiel de reproduction, que de prélever le même poisson en dehors de sa période de frai, comme supposé par les évaluations de stocks classiques ? Si la réponse est négative, quelles sont les implications pour la gestion ?

Sélectivité

La gestion des ressources halieutiques s'intéresse avant tout aux populations (ou « stocks »), aux biomasses (poids) et aux nombres de poissons. Elle ne prend que rarement en considération les différences inter et intra-individus alors que beaucoup de poissons à grande longévité présentent un cycle de reproduction complexe et que des individus matures contribuent différemment à la reproduction. Des éléments portent-ils à croire que le prélèvement sélectif de poissons reproducteurs en fonction de leur catégorie de taille ou de leur génotype ou bien par sexe peut influer sur le potentiel de reproduction à court ou long terme, ou que le prélèvement en lui-même a des effets négatifs sur la reproduction ou d'autres caractéristiques des populations ? Parmi les effets possibles figurent la perturbation physique de la ponte et la réduction du nombre d'œufs pondus, la perturbation des processus de reproduction tels que la sélection intersexuelle, les schémas de changement de sexe ou le mode de ponte, mais aussi des effets génétiques. Chez le merlu argentin, *Merluccius hubbsi*, et le mérou marbré, *E. fuscoguttatus*, par exemple, les mâles arrivent dans les frayères avant les femelles et, dans le cas du merlu, y restent plus longtemps, la durée d'exposition à la pêche étant plus longue pour un sexe que pour l'autre (Pajaro *et al.* 2005 ; Robinson and Samoilys 2013). La taille et/ou la qualité des progénitures s'accroît parallèlement à l'âge et/ou à la taille des femelles de plusieurs espèces marines tandis que les périodes de ponte sont plus longues et plus fréquentes chez les plus grosses femelles d'autres espèces (Hixon *et al.* 2014). Dans ces situations, la pêche pratiquée dans des rassemblements d'adultes matures et fondée sur une sélectivité par taille pourrait avoir des implications pour la reproduction via des variations du ratio mâles-femelles ou pour la production d'œufs. Une exposition forte et différenciée à la pêche en fonction de la taille ou du sexe pourrait avoir des conséquences génétiques (Hutchings and Fraser 2008) ou influencer les schémas de changement de sexe des espèces avec un contrôle social du changement de sexe mâle-femelle ou femelle-mâle (Sadovy de Mitcheson and Erisman 2012).

Dépensation

Dans le cas d'un phénomène d'abondance tel que la reproduction au sein de concentrations, où le succès du frai découle du rassemblement de grands nombres d'individus, fortement concentrés, il est raisonnable d'avancer qu'il existe des seuils de population ou de densité en dessous desquels la reproduction peut être perturbée ou la reconstitution des stocks entravée (Hutchings and Reynolds 2004, par exemple). La corrélation positive entre la taille ou la densité d'une population et plusieurs indicateurs de robustesse est désignée sous le terme d'effet Allee. On parle de dépensation quand une population affiche un taux de croissance négatif et que sa taille est sous un seuil critique (Berec *et al.* 2006).

Même si les données attestant d'une dépensation inférieure à des niveaux démographiques bas sont peu convaincantes et que les informations pour la majorité des espèces sont généralement insuffisantes, l'évaluation quantitative d'une série taxonomique de

poissons marins exploités montre que ce phénomène ne peut être ignoré. Hilborn *et al.* (2014) ont étudié plus de 100 stocks appauvris dont la taille était inférieure à 20 % de celle maximale observée, et n'ont pas pu exclure une dépensation pour de faibles effectifs, car ils n'avaient que rarement examiné des populations très peu abondantes (soit 1 % de la biomasse non exploitée). Myers *et al.* (1995) sont parvenus aux mêmes conclusions, mais ont eux identifié quelques éléments attestant d'une dépensation dans plusieurs stocks de saumon et un stock de hareng. En s'appuyant sur des méta-analyses, Keith et Hutchings (2012) ont constaté une très forte variabilité dans l'évolution habituelle de la croissance démographique *per capita* en fonction de l'abondance parmi 104 espèces de poissons marins exploitées. La présence d'un effet Allee a été attestée chez la morue de l'Atlantique et le colin, deux espèces qui se regroupent pour se reproduire (Rowe and Hutchings 2004).

Au fur et à mesure que les travaux d'expérimentation et les observations sur le terrain nous permettent d'en savoir plus sur la biocomplexité des processus de reproduction des poissons, des signes d'effets similaires à l'effet Allee apparaissent, des éléments laissant supposer une éventuelle causalité sous-jacente (Liermann and Hilborn 2001). Chez la morue de l'Atlantique et le flétan, *Hippoglossus hippoglossus*, par exemple, le stress ou les perturbations physiques observés chez les individus regroupés exposés à des engins de pêche peuvent influencer de complexes comportements d'accouplement et la sélection sexuelle (choix du partenaire, compétition) et, à terme, compromettre le succès du frai et la croissance de la population (voir par exemple Dean *et al.* 2012 ; Rowe and Hutchings 2004). La perturbation physique de concentrations par la pêche est l'une des deux causes probables de l'effondrement rapide de la pêcherie namibienne de l'hoplostèthe orange, *Hoplostethus atlanticus*, quelques années après ses débuts (Oelofsen and Staby 2005). Chez le hareng du Pacifique, *Clupea harengus pallasi*, les taux de phéromones dans la laitance qui déclenchent la ponte chez des individus sexuellement matures chutent en deçà des seuils critiques à des effectifs réduits (Carolsfeld *et al.* 1997).
Un autre élément d'ordre économique est à prendre en compte. Les poissons exploités étaient autrefois préservés car, plus leur nombre diminuait, plus leur pêche était onéreuse, les seuils économiques inférieurs étant donc atteints avant les seuils biologiques inférieurs de viabilité de la pêcherie. Cette « soupape de sécurité » disparaît toutefois pour les espèces très prisées, les consommateurs étant prêts à payer n'importe quel prix ou presque et le prix augmentant avec la rareté de l'espèce. L'extinction écologique peut dans ce cas précéder l'extinction économique, les espèces visées faisant l'objet d'un effet Allee anthropique (Courchamp *et al.* 2006). Le bahaba chinois, capturé dans un premier temps au sein de concentrations, est très convoité pour ses vessies natatoires sur les marchés chinois. Alors que l'espèce est en voie d'extinction, le prix d'une seule vessie natatoire de grande taille a explosé, dépassant 600 000 dollars É.-U. en 2015 en Chine, ce qui a stimulé l'intérêt et les ventes de cette ressource en dépit de son statut protégé dans le pays (Apple 2015 ; Sadovy and Cheung 2003). Les espèces onéreuses de thonidés sont dans la même situation (Collette *et al.* 2011). Ces variations économiques rendent particulièrement difficiles l'application de mesures de gestion.

Au sein de grandes concentrations très denses de reproducteurs, un profond appauvrissement de la population pourrait avoir une incidence sur le succès de la fécondation ou sur les effets de la prédation, dont la pêche. Le mérou de Nassau et le mérou camouflage forment de petits groupes d'accouplement constitués d'une seule femelle et de plusieurs mâles d'une même concentration. Ce mode de reproduction est appelé « ponte en groupe » (figure 1b). Chez le mérou de Nassau, il ressort d'observations directes des taux inférieurs de parade nuptiale et de changement de couleur dans ces sous-groupes d'accouplement, qui pourraient facilement faire baisser globalement les taux de reproduction ou de fécondation *per capita* (Brice Semmens, comm. pers.). Chez le mérou camouflage, les interactions entre les adultes de concentrations très appauvries étaient rares, à la différence de celles dans des concentrations non exploitées (observations personnelles) (figure 1c). Même si cette hypothèse doit encore être testée, les études réalisées donnent à penser que, dans les bancs de morues de l'Atlantique, les taux de fécondation sont sensibles à la concentration de sperme tandis que chez les girelles à tête bleue le nombre de spermatozoïdes et le taux de fécondation sont plus élevés dans les frayères où évoluent plusieurs mâles que dans celles où il n'y en a qu'un seul (Butts *et al.* 2009 ; Marconato *et al.* 1997 ; Rowe *et al.* 2004). En outre, alors que le nombre d'adultes au sein d'un groupe de frai diminue pour de nombreuses espèces de vivaneaux, la prédation d'œufs par des espèces spécialisées s'en nourrissant telles que le vivaneau plat, *Macolor niger*, ou des prédateurs opportunistes comme le requin baleine, *Rhincodon typus* et les raies manta, risquent de poser davantage problème (Sadovy de Mitcheson and Colin 2012).

Structure des populations

Pour des raisons essentiellement pratiques, la gestion des ressources halieutiques a longtemps reposé (et repose encore aujourd'hui largement) sur le concept de « stocks », les unités de gestion et leur suivi considérant généralement les effets démographiques localisés, tels que la structure des populations et la surpêche localisée, comme sans importance (Stephenson 2002). Un stock décrit les caractéristiques de groupes semi-distincts de poissons dotés d'attributs définissables présentant un intérêt pour les responsables des pêcheries. Ces groupes correspondent parfois à des unités de reproduction distinctes d'un point de vue biologique (populations),

mais cette réalité a été largement ignorée jusqu'à récemment, la raison principale étant que les premières études génétiques réalisées sur la plupart des espèces marines par électrophorèse n'ont révélé que peu de variations intraspécifiques (Cadrin and Secor 2009).

Chez les espèces tropicales se regroupant pour frayer, les recherches menées sur le terrain, dans les pêcheries et au niveau moléculaire ont démontré des variations spatiales – la répartition géographique des populations pouvant être régionale comme extrêmement localisée – d'une grande importance pour la définition des unités de gestion. Par exemple, les mesures localisées (infranationales) se révèlent utiles dans les situations où la rétention larvaire est forte et les déplacements des adultes limités. Lors d'une étude des noyaux de dispersion larvaire conduite sur une seule concentration gérée de reproducteurs mérous queue carrée, *Plectropomus areolatus*, par exemple, Almany *et al.* (2013) ont avancé que 50 % des larves s'installaient dans un rayon de 14 km du site étudié en Papouasie-Nouvelle-Guinée. À l'inverse, il convient de toute évidence d'associer des approches de gestion locales à des approches régionales dans plusieurs régions des Caraïbes isolées génétiquement pour le mérou de Nassau (Jackson *et al.* 2014).

La gestion de l'exploitation des concentrations de reproducteurs : défis à surmonter et opportunités

Rien ne s'oppose à la pêche dans les concentrations de reproducteurs, à condition qu'elle soit pratiquée correctement. Cela a été le cas pendant plusieurs siècles quand la pêche était limitée à la subsistance et, dans de bonnes conditions de gestion, le ciblage commercial des poissons reproducteurs peut être pérenne (stock de colin de la mer de Béring, Morell 2009, par exemple). Les rassemblements en période de frai sont chez certaines espèces le seul moment où le poisson peut être facilement capturé, tandis que d'autres espèces (comme le capelan et le hareng) sont recherchées spécifiquement pour leurs œufs. Or, la pêche de ces ressources halieutiques est particulièrement difficile à surveiller et à gérer, l'application du principe de précaution se justifiant davantage de toute évidence que pour les espèces ne présentant pas de comportement grégaire. Il existe néanmoins d'excellentes possibilités de gestion efficace si les mesures prises peuvent être appliquées à des zones géographiques restreintes, pendant de courtes périodes chaque année, dans des concentrations de reproducteurs sur lesquelles on dispose de connaissances satisfaisantes. Que nous apprennent l'histoire et l'expérience sur les défis à surmonter et les opportunités offertes pour la gestion des pêcheries de concentrations de reproducteurs, qu'elles soient artisanales ou industrielles ?

L'une des toutes premières mesures de gestion appliquées pour beaucoup de ressources halieutiques a été l'interdiction de la pêche pendant la saison de reproduction et dans les zones de frai. Dans les années 1660 par exemple, sur la question des poissons de fond en Amérique du Nord, l'assemblée législative du Massachusetts avait statué qu'il était « dorénavant interdit de tuer des morues, des merlus, des aiglefins ou des colins dans le but de les faire sécher et de les vendre aux mois de décembre et de janvier en raison de la période de reproduction de ces espèces » (Armstrong *et al.* 2013). À Palau, une forme traditionnelle de gestion a été utilisée pour restreindre la capture de picots et de mérous en période de migration au début des années 1990, après la constatation d'un déclin des débarquements. Qui plus est, même si les concentrations de reproducteurs ou les migrations associées ont souvent été la cible des pêcheries de subsistance dans nombre de pays tropicaux, où les savoirs traditionnels sur leur calendrier et leur localisation géographique étaient bien souvent très précis, leur protection a figuré parmi les premières mesures envisagées par les populations en cas d'appauvrissement des stocks, par exemple à Palau, à Kiribati et en Papouasie-Nouvelle-Guinée (Hamilton *et al.* 2005 ; Johannes 2002). Cependant, parallèlement à la disparition des pratiques traditionnelles et à la commercialisation croissante (y compris à l'exportation) des ressources halieutiques côtières, les activités de pêche se sont poursuivies mais les mesures de gestion et l'application de ces mesures n'ont pas suivi le rythme. Dans les régions tempérées, si nombre de pêcheries sont gérées dans un souci de contrôle de l'effort de pêche et de la biomasse, les données scientifiques ne prennent globalement pas en compte les effets non létaux et peuvent être limitées pour les espèces dont l'historique des prises varie dans l'espace (Cope and Punt 2011).

Pour plusieurs raisons déjà évoquées, les concentrations sont des cibles intéressantes pour les pêcheurs, mais il existe également des raisons impérieuses d'ordre biologique et économique de ne pas les pêcher si elles ne sont pas gérées. Une forte capturabilité, un coût réduit par unité de prise et une prévisibilité élevée dans le temps et dans l'espace risquent de provoquer rapidement un gaspillage et une surexploitation de la ressource concernée. La forte demande dont fait l'objet l'acoupa du golfe, *Cynoscion othonopterus*, au Mexique à l'occasion des fêtes de Pâques est satisfaite par la pêche pendant la brève saison de reproduction de l'espèce, les prises étant vendues à de bons prix (figure 1d). Entre 1,5 et 1,8 million d'individus sont capturés chaque année dans les concentrations d'acoupas du golfe reproducteurs sur 21 à 25 jours de pêche (Erisman *et al.* 2012). Cependant, la forte baisse de la demande après Pâques entraîne une offre excédentaire sur le marché, un effondrement des prix et un gaspillage. De même, les variations saisonnières du prix de vente de la plie et du turbot, *Scophthalmus maximus*, étaient bien plus faibles quand les individus matures sont devenus disponibles en grands nombres (van Overzee and Rijnsdorp 2014). Même la condition physique (et, de fait, leur valeur économique et leur mortalité) des poissons

peut varier d'une saison à une autre. Dans le commerce de poisson vivant, par exemple, le taux de mortalité des mérous femelles est plus élevé quand elles sont gravides (Patrick Chan, comm. pers.), tandis que la chair de la morue de l'Atlantique et d'autres espèces peut être moins dense ou de qualité moindre (d'où un prix plus faible) en raison du transfert énergétique entre le soma et les gonades pendant la période de reproduction (FAO, non daté).

Suivi et hyperstabilité

Un bon suivi est indispensable à une gestion efficace ; les prises par unité d'effort (PUE) dans les bancs de poissons et le comptage visuel en plongée dans certains cas sont deux outils permettant d'assurer ce suivi pour les espèces qui se regroupent aux fins de frai. La relation entre les PUE et l'abondance (la PUE est considérée comme un indice d'abondance dans les évaluations de stocks ; c'est un paramètre important dans les modèles de pêcheries) peut ne plus être proportionnelle pour les espèces exploitées, ou les pêcheurs qui les capturent, dont le comportement évolue au fil du temps. Alors que des populations surexploitées s'amenuisent, les adultes continuent de se regrouper pour frayer si bien que les PUE se maintiennent et que le déclin de la population n'est visible qu'au seuil de l'effondrement. On parle alors d'« hyperstabilité ». Sans que les pêcheurs s'en aperçoivent, car ils continuent de capturer autant de poissons dans les concentrations, ni que les responsables l'identifient, car ils constatent des prises ou des PUE stables dans les concentrations si le suivi n'est axé que sur ce paramètre, les populations peuvent décliner au point d'être si appauvries que la reconstitution de leurs stocks risque d'être problématique, en particulier si une dépensation se produit simultanément (Erisman *et al.* 2015 ; Hutchings 2000 ; Mullon *et al.* 2005). Mullon et ses collègues (2005) ont attribué la trajectoire linéaire qui précède l'effondrement à une hausse subreptice de l'exploitation associée à un mécanisme dépensatoire à de faibles niveaux démographiques. Ce type d'effondrement est difficile à anticiper, se produit de façon relativement soudaine et caractérise beaucoup d'espèces qui se regroupent pour se reproduire et qui sont exploitées dans leurs concentrations (figure 3). Le suivi en plongée se prête bien à l'évaluation des espèces accessibles dans des concentrations relativement bien délimitées, mais il convient

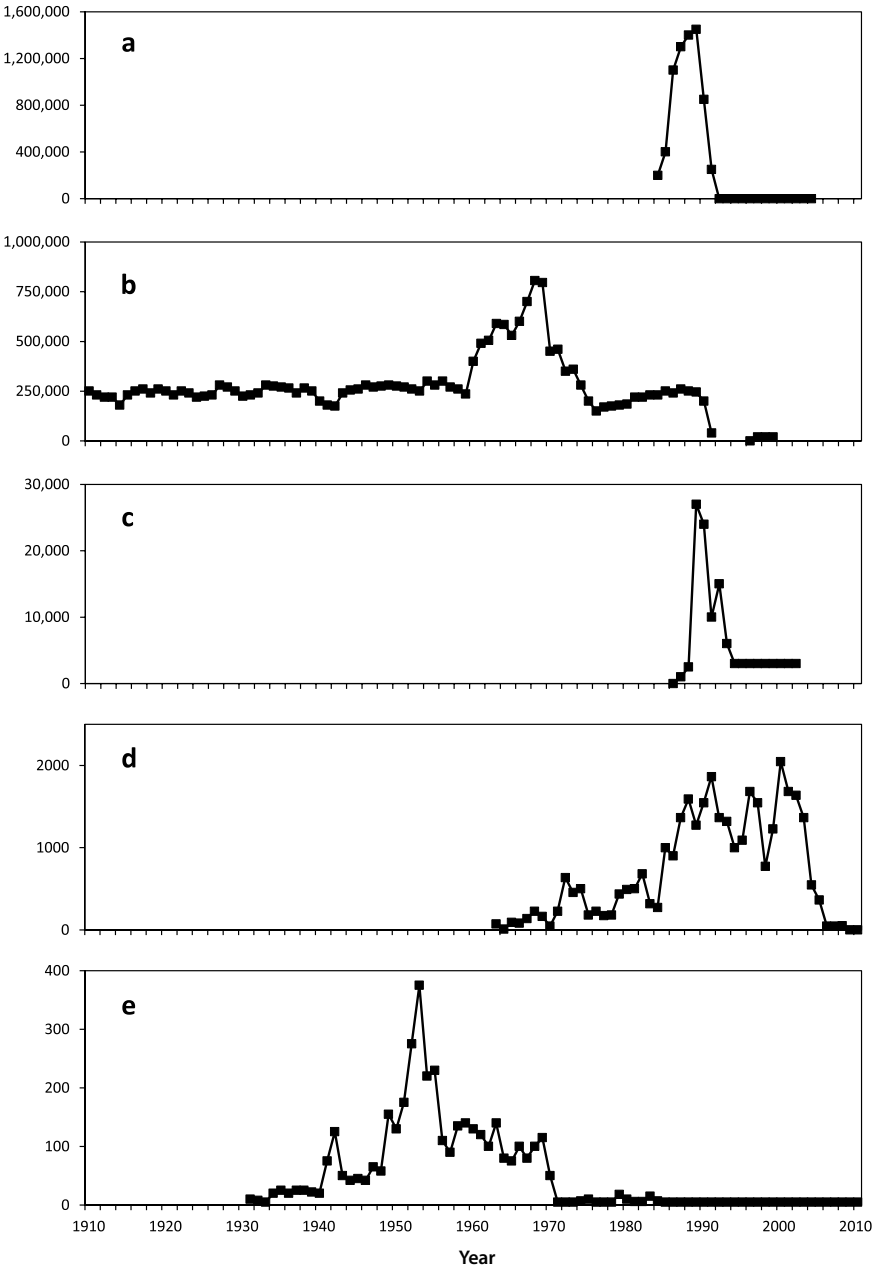


Figure 3. Prises (en tonnes) de cinq espèces caractérisées par une productivité naturelle très différente où les concentrations de reproducteurs sont ciblées. Les cinq espèces illustrées ont vu leurs stocks s'effondrer brutalement sans que l'on en comprenne pleinement les raisons ni que l'on puisse exclure une dépensation pour expliquer éventuellement l'absence de reconstitution.

a) Pêche commerciale du lieu de l'Alaska, Theragra chalcogramma, *dans l'enclave du Donut Hole (Bailey 2011)*

b) Pêche commerciale de la morue de l'Atlantique, Gadus morhua, *Évaluation des écosystèmes pour le millénaire*

c) Pêche commerciale de l'hoplostèthe orange, Hoplostethus atlanticus, *Oelofsen and Staby (2005)*

d) Pêche de loisir du serran farlot, Paralabrax nebulifer, *Erisman* et al. *(2012) ; les données initiales exprimées en nombre d'individus ont été converties en poids, sur la base de 0,9 kg par individu (B. Erisman, comm. pers.)*

e) Pêche commerciale du mérou golfe et de la badèche balai Mycteroperca jordani *et* M. xenarcha *(http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/Status%20Reviews/gulf_grouper_sr_2015.pdf)*

de bien connaître les dynamiques temporelles et spatiales de la concentration ciblée pour ne pas aboutir à des résultats trompeurs (Colin *et al.* 2003).

Gestion

Il n'existe pas de modèle universel pour la gestion des pêcheries de poissons formant des concentrations de reproducteurs (Russell *et al.* 2012). La capturabilité augmente quand les individus se regroupent pour frayer, mais la question de savoir s'il faut gérer les concentrations exploitées ou bien la pêcherie concernée dans son ensemble dépend de facteurs à la fois intrinsèques (biologiques) et extrinsèques (pêcherie) (voir par exemple Grüss and Robinson 2014 ; van Overzee and Rijnsdorp 2014). L'évaluation de l'état de ces pêcheries peut se révéler particulièrement difficile, que des méthodes dépendantes ou indépendantes des pêcheries soient utilisées, tandis que les données collectées sur les prises dans plusieurs unités de reproduction, comme c'est généralement le cas, ne trahiront probablement pas les déclins localisés de populations. Qui plus est, même si l'hyperstabilité et la capturabilité sont des facteurs de risque pour la gestion des pêcheries qui peuvent être pris en compte (dans le cas, par exemple, de la morue et de l'hoplostèthe orange) et qui, si on les ignore, peuvent provoquer des effondrements graves et soudains, rares sont les pêcheries à l'échelon mondial qui considèrent précisément ces facteurs (Hutchings and Reynolds 2004 ; Oelofson and Staby 2005). Les techniques standard de suivi des pêcheries (PUE, prises annuelles, etc.) et les outils de gestion classiques (régulation de l'effort de pêche – nombre de pêcheurs, limites de prises – et restrictions de captures – total admissible de captures, quotas) peuvent être adaptés à la pêche dans les concentrations de reproducteurs, à condition que leur application se fasse à une échelle biologique (population) appropriée. Notons aussi que ces techniques et ces outils ne prennent généralement pas en considération les effets non létaux possibles alors qu'il faudrait pourtant le faire.

Il convient d'accorder une attention bien plus grande qu'elle ne l'a été à ce jour à la gestion spatiale et temporelle pour les espèces formant des concentrations. Ces mesures peuvent s'avérer tout à fait efficaces et efficientes si elles sont mises en œuvre parallèlement à d'autres et adaptées aux unités de reproduction et à la connectivité entre les populations. Des investissements relativement réduits dans la gestion spatiale des concentrations de reproducteurs pourraient en effet se révéler très intéressants pour la pêche et la conservation de la biodiversité (Erisman *et al.* 2015). Pour certaines espèces, la protection d'aires géographiques doit aussi englober les itinéraires migratoires depuis et vers les concentrations, qu'il convient de protéger correctement lors des déplacements de frayères principales d'une année sur l'autre et sur une même année (Nemeth 2012 ; Robinson and Samoilys 2013). L'application de mesures saisonnières, l'interdiction de la vente ou la répartition des prises en période de reproduction par exemple, peut permettre de résorber un surcroît d'offre sur le marché et se révéler particulièrement adaptée quand les capacités en matière de protection des sites de frai sont limitées ou quand on ne dispose que de peu d'informations sur leur emplacement. Les concentrations les mieux protégées sont en effet celles qui ne sont pas connues, mais elles devront être sérieusement prises en compte dans le cadre de projets ne visant qu'à identifier des sites de frai sans que des mesures de protection spatiale soient appliquées ou le soient bientôt. La protection des espèces concernées en certaines saisons va probablement gagner en importance, car nous sommes de plus en plus à même de prédire le lieu et la date du frai, et de déplacer les frayères une fois qu'elles sont découvertes. Nous continuons toutefois à avoir du mal à les gérer efficacement.

Dans les pêcheries artisanales côtières des régions tropicales, où les populations locales pratiquent depuis longtemps la pêche dans les concentrations de reproducteurs qui se forment en certaines saisons mais manquent de moyens pour faire respecter la réglementation ainsi que de connaissances en biologie, l'exploitation durable des bancs de géniteurs s'accompagne d'obstacles à relever mais aussi d'opportunités. La gestion est particulièrement délicate pour les espèces peu productives, notamment quand elles commencent à être exportées (ce qui accroît encore la demande). Même s'il existe très souvent de réelles possibilités de gestion à l'échelon local, elles dépendent beaucoup de la perception par les populations de la santé des ressources, de l'importance culturelle des espèces concernées et du système de gouvernance. Par exemple, dans la province fidjienne de Bua, les villageois ont interdit la pêche des mérous en août, le principal mois de reproduction de l'espèce, mais se sont montrés réticents à l'idée de protéger un site bien connu de concentration des mulets, car ils ont pour coutume d'organiser chaque année une fête à l'occasion de la réunion de deux bancs de mulets en migration. En outre, on ignore quelles sont les retombées pour de nombreux pays d'origine quand des espèces vulnérables, dont les stocks sont déjà limités pour l'approvisionnement du marché intérieur et surexploités dans les concentrations, sont de plus en plus exportées. Il faudrait envisager sérieusement d'interdire les exportations de poissons pêchés dans des concentrations pour protéger les populations locales, alimenter les marchés intérieurs et maximiser les retombées économiques pour les pays d'origine (Sadovy de Mitcheson and Ramoica 2015).

À l'échelon national, une gestion plus avisée des ressources et des politiques de soutien peuvent découler d'une meilleure compréhension de l'importance culturelle et économique des pêcheries artisanales ainsi que des implications des exportations. Une campagne

lancée récemment sur Internet pour recueillir des fonds en faveur de la protection de mérous reproducteurs aux Fidji a recueilli une forte adhésion du grand public (8 500 promesses de dons à ce jour), l'idée étant que la protection de ces poissons s'inscrit aussi dans la protection d'un mode de vie traditionnel (4FJ 2015). Les analyses de la chaîne de valeur peuvent contribuer à faire connaître les gagnants et les perdants de ces pêcheries, ainsi que les implications pour les pays d'exportation (Sadovy de Mitcheson and Yin 2015). La mondialisation des pêcheries artisanales peu productives et l'absence de gestion, en particulier, posent un risque bien réel dans beaucoup de pays en développement, mais nombre de petites économies pourraient restreindre efficacement leurs exportations (les Fidji ont interdit l'exportation de mérous vivants afin d'éviter la surpêche) (Sadovy de Mitcheson and Yin 2015). À titre d'exemple, les exportations de mérous sont frappées d'interdiction à Chuuk et à Palau, soit en certaines saisons (Chuuk) soit toute l'année (Palau) (observations personnelles).

Perspectives globales

« Si la migration est perçue comme un phénomène d'abondance, sa protection nécessitera alors des décideurs qu'ils adoptent une approche bien plus volontariste de la conservation afin de protéger les espèces tant qu'elles sont encore abondantes » (Wilcove and Wikelski 2008). Il en va de même pour les espèces se rassemblant pour frayer quand leurs concentrations de reproducteurs sont largement exploitées. Ce ne sont pas seulement des sources importantes de production halieutique et un phénomène naturel spectaculaire qui sont menacés, mais aussi d'autres composantes essentielles des écosystèmes marins, leur biodiversité et d'autres sources de revenus. Par exemple, l'effondrement des stocks de capelans s'est répercuté sur d'autres espèces de l'écosystème à des échelons supérieurs des réseaux trophiques (Hopkins and Nilssen 1991). Les concentrations que forment chaque année, pendant une courte période, le vivaneau cubera, *Lutjanus cyanopterus*, et le vivaneau chien, *L. jocu*, au Belize sont des arrêts sur les itinéraires de migration des requins baleines qui en profitent pour se gaver de milliards d'œufs nourrissants (Heyman *et al.* 2001). Ces concentrations d'œufs pondus par des adultes qui se rassemblent en grands nombres de façon prévisible constituent une injection exceptionnellement riche en nutriments dans les réseaux trophiques marins (Archer *et al.* 2015 ; Fuiman *et al.* 2015) (figure 1), tandis que les migrations saisonnières des poissons récifaux s'accompagnent de vastes flux de biomasse (Nemeth 2012). Une analyse des concentrations de mérous de Nassau au Belize a montré que la valeur nette de la non-exploitation d'une concentration pourrait être 20 fois supérieure à la valeur des poissons débarqués (pêche et écotourisme) (Sala *et al.* 2001).

La bonne nouvelle, c'est qu'il est vraiment possible de gérer des espèces marines grégaires à condition de disposer de connaissances satisfaisantes et de la volonté d'appliquer des mesures de gestion. La concentration de harengs reproducteurs à Togiak (Alaska), qui est gérée, assure des prises annuelles de plus de 18 000 tonnes (moyenne calculée sur 20 ans). Une gestion prudente de la plus grande concentration au monde de saumon rouge, *Oncorhynchus nerka*, dans la baie de Bristol (Alaska), a permis d'assurer une relative stabilité de la pêcherie, avec une récolte annuelle de plus de 35 millions d'individus (moyenne des prises calculées sur 20 ans) (Westing *et al.* 2005). La gestion des concentrations de plie dans la mer du Nord aux fins de frai a donné des résultats positifs (Rijnsdorp *et al.* 2012). Une augmentation de la taille moyenne et/ou des prises et des effectifs a été constatée dans plusieurs concentrations de mérous après la mise en place d'une bonne gestion fondée sur des données scientifiques (Nemeth 2005 ; Hamilton *et al.* 2011). Les données biologiques, halieutiques et génétiques recueillies sur la reproduction de la dorade, *Chrysophrys* (=*Pagrus*) *auratus*, ont permis de déterminer les échelles temporelles et spatiales adaptées à la préservation de ses concentrations de reproducteurs dans le cadre d'activités de pêche de loisir dans l'ouest de l'Australie (Wakefield 2010).

En conclusion, les données tendent fortement à indiquer que la pêche à un niveau commercial dans les concentrations de reproducteurs ne doit être pratiquée qu'avec circonspection, et uniquement quand un cadre satisfaisant de gestion et de suivi a été mis en place. Cependant, dans la réalité, il est peu probable que ces conditions soient remplies pour la vaste majorité des pêcheries commerciales et de loisir (pêche non vivrière) dans le monde, et il faut de toute urgence appliquer le principe de précaution pour gérer le risque (Hilborn *et al.* 2001 ; Pitcher and Cheung 2013). Pour les espèces formant des concentrations, en particulier celles qui sont peu productives (beaucoup d'espèces profondes et récifales), ce risque apparaît particulièrement élevé en raison de facteurs létaux et non létaux. En conséquence, quand la gestion et l'application de règles de gestion ne sont pas satisfaisantes, il est proposé de ne pas exploiter les concentrations de reproducteurs tant que des mesures appropriées n'auront pas été mises en place pour assurer la pérennité de la pêche. Il convient aussi de mener des travaux de recherche complémentaires pour s'assurer que les modèles, les certifications, les normes et les directives du secteur halieutique prennent en considération les facteurs de risque, et que d'autres éventuelles retombées (par exemple, pour l'écosystème ou l'écotourisme) sont étudiées. En d'autres termes, l'exploitation durable des concentrations de reproducteurs doit être intégrée dans toutes les facettes de la gestion des pêcheries et de la conservation des poissons.

Bibliographie

Almany G.R., Hamilton R.J., Bode M., Matawai M., Potuku T., Saenz-Aqudelo P., Planes S., Berumen M.L., Rhodes K.L., Thorrold S.R., Russ G.R. and Jones G.P. 2013. Dispersal of grouper larvae drives local resource sharing in a coral reef fishery. Current Biology 23:626-630.

Apple. 2015. hk.apple.nextmedia.com/realtime china/20150321/53551366. Accessed: 13 Feb 2015.

Archer S.K., Allgeier J.E., Semmens B.X., Heppell S.A., Pattengill-Semmens C.V., Rosemond A.D., Bush P.G., McCoy C.M., Johnson B.C. and Layman C.A. 2015. Hot moments in spawning aggregations: implications for ecosystem-scale nutrient cycling. Coral Reefs 34:19-23.

Armstrong M.P., Dean M.J., Hoffman W.S., Zemeckis D.R., Nies T.A., Pierce D.E., Diodati P.J. and McKiernan D.J. 2013. The application of small scale fishery closure to protect Atlantic cod spawning aggregations in the inshore Gulf of Maine. Fisheries Research 141:62-69.

Bailey K.M. 2011. An empty donut hole: The great collapse of a North American fishery. Ecology and Society 16(2):28. [www.ecologyandsociety.org/vol16/iss2/art28/]

Berec L., Angulo E.E. and Courchamp F. 2006. Multiple Allee effects and population management. Trends in Ecology and Evolution 22:185-191.

Buffon G. 1793. Natural history of birds, fish, insects and reptiles. Embellished with upwards of two hundred engravings. In five volumes. London: J.S. Barr.

Butts I.A.D, Trippel E.A. and Litak M.K. 2009. The effect of sperm to egg ratio and gamete contact time on fertilization success in Atlantic cod *Gadus morhua* L. Aquaculture 286:89-94.

Cadrin S.X. and Secor D.H. 2009. Accounting for spatial population structure in stock assessment: past, present and future. p. 405-426. In: Beamish R.J. and Rothschild B.J. (eds). Future of fishery science in North America. Fish and Fisheries Series, vol 31, chapter 22. Springer Science.

Carolsfeld J., Tester M., Kreiberg H. and Sherwood N.M.1997. Pheromone-induced spawning of Pacific herring. 1. Behavioral characterization. Hormones and Behavior 31:256-268.

Colin P.L. 1996. Longevity of some coral reef fish spawning aggregations. Copeia 1996:189-191.

Colin P.L., Sadovy Y.J., Domeier M.L. 2003. Manual for the study and conservation of reef fish spawning aggregations. Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations Special Publication No. 1 (version 1.0), p. 1-98 + iii. [http://www.scrfa.org/images/stories/scrfa/Research/Sadovy%20et%20al%20methods%20manual%201.1.pdf]

Collette B.B., Carpenter K.E., Polidoro B.A., Juan-Jordá M.J., Boustany A., Die D.J., Elfes C., Fox W., Graves J., Harrison L.R., McManus R., Minte-Vera C.V., Nelson R., Restrepo V., Schratwieser J., Sun C.L., Amorim A., Brick Peres M., Canales C., Cardenas G., Chang S.K., Chiang W.C., de Oliveira Leite Jr. N., Harwell H., Lessa R., Fredou L., Oxenford H.A., Serra R., Shao K.T., Sumaila R., Wang S.P., Watson R. and Yáñez E. 2011. High value and long life — Double jeopardy for tunas and billfishes. Science 333:291.

Cope J.M. and Punt A.E. 2011. Reconciling stock assessment and management scales under conditions of spatially varying catch histories. Fisheries Research 107:22–38.

Courchamp F., Angulo E., Rivalan P., Hall R.J., Signoret L., Bull L. and Meinard Y. 2006. Rarity value and species extinction: The anthropogenic Allee effect. PLoS Biol 4(12):e415.

Dean M.J., Hoffman W.S. and Armstrong M.P. 2012. Disruption of an Atlantic cod spawning aggregation resulting from the opening of a directed gill-net fishery. North American Journal of Fisheries Management 32:124-134.

Domeier M.L. 2012. Revisiting spawning aggregations: definitions and challenges. p. 1-20. In: Sadovy de Mitcheson Y. and Colin P.L. (eds). Reef fish spawning aggregations: Biology, research and management. Fish and Fisheries Series 35. Springer Science+Business Media B.V.

Erisman B., Aburto Oropeza O., González Abraham C., Mascareñas Osorio I., Moreno Báez M. and Hastings P.A. 2012. Spatio-temporal dynamics of a fish spawning aggregation and its fishery in the Gulf of California. Scientific Report 2:1-11.

Erisman B., Heyman W., Kobara S., Ezer T., Pittman S., Aburto-Oropeza O. and Nemeth R.S. 2015. Fish spawning aggregations: where well-placed management actions can yield big benefits for fisheries and conservation. Fish and Fisheries. DOI:10.1111/faf.12132.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2014. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Aquaculture Organization of the United Nations. www.fao.org/3/a-i3720e.pdf.

FAO. no date. www.fao.org/wairdocs/tan/x5942e/x5942e01.htm. Accessed 24 May 2015.

FishBase 2015. www.Fishbase.org. Accessed 16 October 2015.

4FJ. 2015. www.4fj.org.fj/. Accessed 21 November 2015.

Fuiman L.A., Connelly T.L., Lowerre-Barbieri S.K. and McClelland J.W. 2015. Egg boons: Central components of marine fatty acid food webs. Ecology 96:362-372.

Grüss A. & Robinson J. 2014. Fish populations forming transient spawning aggregations: should spawners always be the targets of spatial protection efforts? ICES Journal of Marine Science. DOI:10.1093/icesjms/fsu 139.

Hamilton R.J., Matawai M., Potuku T., Kama W., Lahui P., Warku J. and Smith A.J. 2005. Applying local knowledge and science to the management of grouper aggregation sites in Melanesia. SPC Live Reef Fish Information Bulletin 14:7-19.

Hamilton R.J., Potuku T. & Montambault J.R. 2011. Community-based conservation results in the recovery of reef fish spawning aggregations in the Coral Triangle. Biological Conservation 144:1850-1858.

Heyman W.D., Graham R.T., Kjerfve B. and Johannes R.E. 2001. Whale sharks *Rhincodon typus* aggregate to feed on fish spawn in Belize. Marine Ecology Progress Series 215:275-282.

Hilborn R. and Walters C.J. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. New York: Chapman and Hall, Inc.

Hilborn R., Maguire J.-J., Parma A.M. and Rosenberg A.A. 2001. The precautionary approach and risk management: Can they increase the probability of success in fishery management? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 58:99-107.

Hilborn R., Hively D.J., Jensen O.P. and Branch T.A. 2014. The dynamics of fish populations at low abundance and prospects for rebuilding and recovery. ICES Journal of Marine Science 71:2141-2151.

Hixon M.A., Johnson D.W. and Sogard S.M. 2014. BOFFFs: on the importance of conserving old-growth age structure in fishery populations. ICES Journal of Marine Science 71:2171-2185.

Hopkins C.E.E. and Nilssen E.M. 1991. The rise and fall of the Barents Sea capelin (*Mallotus villosus*): A multivariate scenario. Polar Research 10:535-546.

Hutchings J.A. 2000. Collapse and recovery of marine fishes. Nature (London) 406:882-885.

Hutchings J.A. and Reynolds J.D. 2004. Marine fish population collapses: Consequences for recovery and extinction risk. BioScience 54:297-309.

Hutchings J.A. and Fraser D.J. 2008. The nature of fisheries- and the farming-induced evolution. Molecular Ecology 17:294-313.

IUCN (International Union for Conservation of Nature) 2015. www.IUCNredlist.org. Accessed 19 September 2015.

Jackson A.M., Semmens B.X., Sadovy de Mitcheson Y., Nemeth R.S., Heppell S.A., Bush P.G., Aguilar-Perera A., Claydon J.A.B., Calosso M., Sealey K.S., Scharer M.T. and Bernardi G. 2014. Population structure and phylogeography in Nassau grouper (*Epinephelus striatus*), a mass-aggregating marine fish. PLoS ONE 9(5): e97508. doi:10.1371/journal.pone.0097508.

Johannes R.E. 2002. The renaissance of community-based marine resource management in Oceania. Annual Review of Ecology and Systematics 33:317-340.

Keith D.M. and Hutchings J.A. 2012. Population dynamics of marine fishes at low abundance. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 69:1150-1163.

Liermann M. and Hilborn R. 2001. Depensation: Evidence, models and implications. Fish and Fisheries 2:33-58.

Liu M. and Sadovy de Mitcheson Y. 2008. Profile of a fishery collapse: Why mariculture failed to save the large yellow croaker (*Larimichthys crocea*, Sciaenidae). Fish and Fisheries 9:1-24.

Marconato A., Shapiro D.Y., Petersen C.W., Warner R.R. and Yoshikawa T. 1997. Methodological analysis of fertilization rate in the bluehead wrasse *Thalassoma bifasciatum*: pair versus group spawns. Marine Ecology Progress Series 161:61–70.

Morell V. 2009. Can science keep Alaska's Bering Sea pollock fishery healthy? Science 326:1340-1341.

Mullon C., Freon P. and Cury P. 2005. The dynamics of collapse in world fisheries. Fish and Fisheries 6:111-120.

Myers R.A., Barrowman N.J., Hutchings J.A. and Rosenberg A.A. 1995. Population dynamics of exploited fish stocks at low population levels. Science 269:1106-1108.

Nemeth R.S. 2005. Population characteristics of a recovering US Virgin Islands red hind spawning aggregation following protection. Marine Ecology Progress Series 286:81-97.

Nemeth R.S. 2012. Ecosystem aspects of species that aggregate to spawn. p. 21-55. In: Sadovy de Mitcheson Y. and Colin P.L. (eds). Reef fish spawning aggregations: Biology, research and management. Fish and Fisheries Series, vol. 35.

Oelofsen B. and Staby A. 2005. The Namibian orange roughy fishery: Lessons learned for future management. p. 555-559. In: Shotton R. (ed). Deep sea 2003: Conference on the governance and management of deep-sea fisheries, Queenstown, New Zealand, 1-5 December 2003. Part 1: Conference reports, FAO Proceedings No 3/1. Rome: FAO.

Pájaro M., Macchi G.J. and Ehrlich M. 2005. Reproductive pattern of the Patagonian stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). Fisheries Research 72:97-108.

Pitcher T.J. and Cheung W.W.L. 2013. Fisheries: Hope or despair? Marine Pollution Bulletin 74:506-516.

Rijnsdorp A.D., Van Overzee H.M. and Poos J.J. 2012. Ecological and economic trade-offs in the management of mixed fisheries: A case study of spawning closures in flatfish fisheries. Marine Ecology Progress Series 447:179-194.

Robinson J. and Samoilys M. (eds). 2013. Reef fish spawning aggregations in the western Indian Ocean: Research for management. WIOMSA/SIDA/SFA/CORDIO. WIOMSA Book Series 13.

Rowe S. and Hutchings J.A. 2004. The function of sound production by Atlantic cod as inferred from patterns of variation in drumming muscle mass. Canadian Journal of Zoology. 82:1391-1398.

Rowe S., Hutchings J.A., Bekkevold D. and Rakitin A. 2004. Depensation, probability of fertilization, and the mating system of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) ICES Journal of Marine Sciences 61:1144-1150.

Russell M.W., Luckhurst B.E. and Lindeman K.C. 2012. Chapter 11 – Management of spawning aggregations p. 371-404. In: Sadovy de Mitcheson Y. and Colin P.L. (eds). 2012. Reef fish spawning aggregations: Biology, research and management. Fish & Fisheries Series 35. DOI: 10.1007/978-94-007-1980-4_3, Springer Science+Business Media B.V

Russell M.W., Sadovy de Mitcheson Y., Erisman B.E., Hamilton R.J., Luckhurst B.E. and Nemeth R.S. 2014. Status report – World's fish aggregations 2014. Science and Conservation of Fish Aggregations, California, USA. International Coral Reef Initiative. 13 p. [http://www.scrfa.org/images/stories/pdf/Status_Report_Worlds_Fish_Aggregations_2014.pdf]

Sadovy Y., Cheung W.L. 2003. Near extinction of a highly fecund fish: The one that nearly got away. Fish and Fisheries 4:86-89.

Sadovy de Mitcheson Y., Cornish A., Domeier M., Colin P., Russell M. and Lindeman K. 2008. A global baseline for spawning aggregations of reef fishes. Conservation Biology 22:1233-1244.

Sadovy de Mitcheson Y. and Colin P.L. (eds). 2012. Reef fish spawning aggregations: Biology, research and management. Fish and Fisheries Series 35. Springer Science+Business Media B.V.

Sadovy de Mitcheson Y. and Erisman B. 2012. Fishery and biological implications of fishing spawning aggregations, and the social and economic importance of aggregating fishes. p. 225-284 In: Sadovy de Mitcheson Y. and Colin P.L. (eds). Reef fish spawning aggregations: Biology, research and management. Fish and Fisheries Series 35. Springer Science+Business Media B.V.

Sadovy de Mitcheson Y., Craig M.T., Bertoncini A.A., Carpenter K.E., Cheung W.L., Choat J.H., Cornish A.S., Fennessy S.T., Ferreira B.P., Heemstra P.C., Liu M., Myers R.F., Pollard D.A., Rhodes K.L., Rocha L.A., Russell B.C., Samoilys M.A. and Sanciangco J. 2013. Fishing groupers towards extinction: a global assessment of threats and extinction risks in a billion dollar fishery. Fish and Fisheries 14:119-237.

Sadovy de Mitcheson Y. and Yin X. 2015. Cashing in on coral reefs: The implications of exporting reef fishes. p. 166-179. In: Mora C. (ed). Ecology of fishes on coral reefs. Cambridge University Press.

Sadovy de Mitcheson Y. and Ramoica M. 2015. Grouper spawning site and trade study, July 2015: Northern Fishery Division, Fiji. Completion Report: Fiji Fisheries Department and Society for Conservation of Fish Aggregations. 27 p.

Sala E., Ballesteros E. and Starr R.M. 2001. Rapid decline of Nassau grouper spawning aggregations in Belize: Fishery management and conservation needs. Fisheries 26(10):23-30

Stephenson R.L. 2002. Stock structure and management structure: An ongoing challenge for ICES. ICES Marine Science Symposia 215:305–314.

van Overzee H.M.J. and Rijnsdorp A.D. 2014. Effects of fishing during the spawning period: Implications for sustainable management. Reviews in Fish Biology and Fisheries 25:65-83.

Wakefield C.B. 2010. Annual, lunar and diel reproductive periodicity of a spawning aggregation of snapper *Pagrus auratus* (Sparidae) in a marine embayment on the lower west coast of Australia. Journal of Fish Biology 77:1359-1378.

Westing C., Morstad S., Weiland K., Sands T., Fair L., West F. and Brazil C. 2005. Annual management report 2004 Bristol Bay area. Management report 05-41. Alaska Department of Fish and Game, Anchorage.

Wilcove D.S. and Wikelski M. 2008. Going, going, gone: Is animal migration disappearing? PLos Biology 6:1361-1364.

Worm B., Hilborn R., Baum J.K., Branch T.A., Collie J.S., Costello C., Fogarty M.J., Fulton E.A., Hutchings J.A., Jensen O.P., Lotze H.K., Mace P.M., McClanahan T., Minto C., Palumbi S.R., Parma A.M., Ricard D., Rosenberg A.A., Watson R. and Zeller D. 2009. Rebuilding global fisheries. Science 325:578-585.

© Copyright Communauté du Pacifique (CPS), 2016

Tous droits réservés de reproduction ou de traduction à des fins commerciales lucratives sous quelque forme. La Communauté du Pacifique autorise la reproduction ou la traduction partielle de ce document à des fins scientifiques ou éducatives ou pour les besoins de la recherche, à condition qu'il soit fait mention de la CPS et de la source. L'autorisation de la reproduction et/ou de la traduction intégrale ou partielle de ce document, sous quelque forme que ce soit, à des fins commerciales/lucratives ou à titre gratuit, doit être sollicitée au préalable par écrit.

Il est interdit de modifier ou de publier séparément des graphismes originaux de la CPS sans autorisation préalable.

Les opinions exprimées dans ce bulletin sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de la CPS.

Texte original : anglais.

Communauté du Pacifique, Section information halieutique, B.P. D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie;
Téléphone : +687 262000 ; Télécopieur : +687 263818 ; Courriel : cfpinfo@spc.int ; Site Internet : http://www.spc.int/fame