

Lettre d'information

sur les pêches

162
Mai-août
2020



Pacific
Community
Communauté
du Pacifique

ISSN: 0248-0735



Activités
de la CPS



Nouvelles
de la région



Articles
de fond



DIVISION

pêche,
aquaculture
et écosystèmes
marins

Dans ce numéro :



Activités de la CPS

- 3 Réunion annuelle du comité scientifique de la WCPFC :
quelle est la contribution de la Communauté du Pacifique ?
par Graham Pilling
- 6 Retour en vogue
par Bruno Leroy et Valérie Allain
- 10 Relâchez-les : libérez les prises trop petites, non ciblées ou indésirables !
par Céline Muron et William Sokimi
- 13 Des cosmétiques de luxe aux spécialités locales
par Avinash Singh
- 14 Des essais sur l'alimentation des tilapias menés par l'Institut technique agricole de Navuso, aux Fidji
par Avinash Singh



Nouvelles de la région et d'ailleurs

- 16 Le bénitier géant de retour à Kosrae
par Martin Selch
- 17 Feuille de route pour le suivi électronique au sein des organisations
régionales de gestion des pêches
par Mark Michelin et al.
- 23 Étude du nombre d'embarcations de pêche côtière aux Fidji
par Robert Gillett
- 27 Exploiter le savoir local pour orienter les recherches sur le crabe de cocotier aux Fidji
par Epeli Loganimoce et al.
- 32 Élaboration d'un suivi participatif des pêches communautaires à Kiribati et à Vanuatu
par Neil Andrew et al.
- 39 Expérimentation d'une nouvelle approche participative de suivi des captures à Vanuatu
par Abel Sami et al.



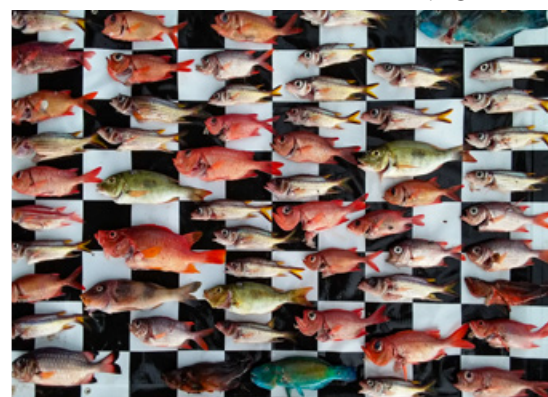
Articles de fond

- 46 Génétique des populations : notions de base et futures applications aux sciences halieutiques dans
le Pacifique
par Giuliana Anderson et al.
- 58 Évaluations du potentiel de reproduction dans la province occidentale des Îles Salomon
par Jeremy Prince et al.

page 8

page 30

page 42



Réunion annuelle du comité scientifique de la WCPFC : quelle est la contribution de la Communauté du Pacifique ?

Entretien avec Graham Pilling, Directeur adjoint de la Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins (Programme pêche hauturière).

En quoi consiste la réunion du comité scientifique ?

Il s'agit d'une réunion cruciale à l'appui des travaux de la Commission des pêches du Pacifique occidental et central (WCPFC), dont l'objectif est d'assurer la conservation et la gestion des stocks de thonidés et autres poissons grands migrateurs dans le Pacifique occidental et central. Le comité scientifique se réunit tous les ans en août, en amont de la session annuelle de la Commission, qui se tient en décembre. Il se compose de 33 États et Territoires membres de la WCPFC, et étudie de près différentes questions scientifiques : données et statistiques, évaluations des stocks, problématiques de gestion, écosystèmes ou encore réduction des prises accessoires.

Le Programme pêche hauturière de la CPS est le prestataire de services scientifiques et le gestionnaire de données de la WCPFC depuis près de 15 ans. Ainsi, la réunion du comité scientifique est une occasion importante de présenter les analyses du Programme et d'étayer les avis scientifiques du comité sur lesquels la Commission fondera ses décisions en matière de gestion des pêches.

Quel est le processus suivi par la CPS pour soumettre ses rapports scientifiques ?

Chaque réunion du comité scientifique permet de définir les évaluations des stocks qui seront conçues par le Programme pêche hauturière l'année suivante. Cette année, les deux principales évaluations de la CPS portaient sur le thon obèse et le thon jaune du Pacifique occidental et central.

Ces évaluations reposent sur de nombreux éléments clés. Je citerai deux exemples. Tout d'abord, il nous faut comprendre la biologie de chaque stock de thonidés, afin de mesurer sa réaction éventuelle à la pression de pêche. Cela passe essentiellement par la compréhension de la croissance des thonidés. Le Centre australien pour la recherche scientifique et industrielle (CSIRO) a mené cette année des travaux visant à obtenir de nouvelles informations sur la croissance du thon obèse et du thon jaune. Il a examiné des otolithes (concrétions calcaires de l'oreille), collectés dans le Pacifique occidental et central par des scientifiques et des observateurs des pêches, afin de fournir des informations sur l'âge de thons de différentes tailles. Ces travaux nous ont permis de mieux appréhender la croissance du thon obèse, ce qui avait déjà eu un impact considérable sur les résultats de nos précédentes évaluations¹. Les travaux menés par le CSIRO depuis 2019 nous ont permis, pour la première fois, de comprendre la croissance du thon jaune du Pacifique occidental et central à partir de ses otolithes, connaissances

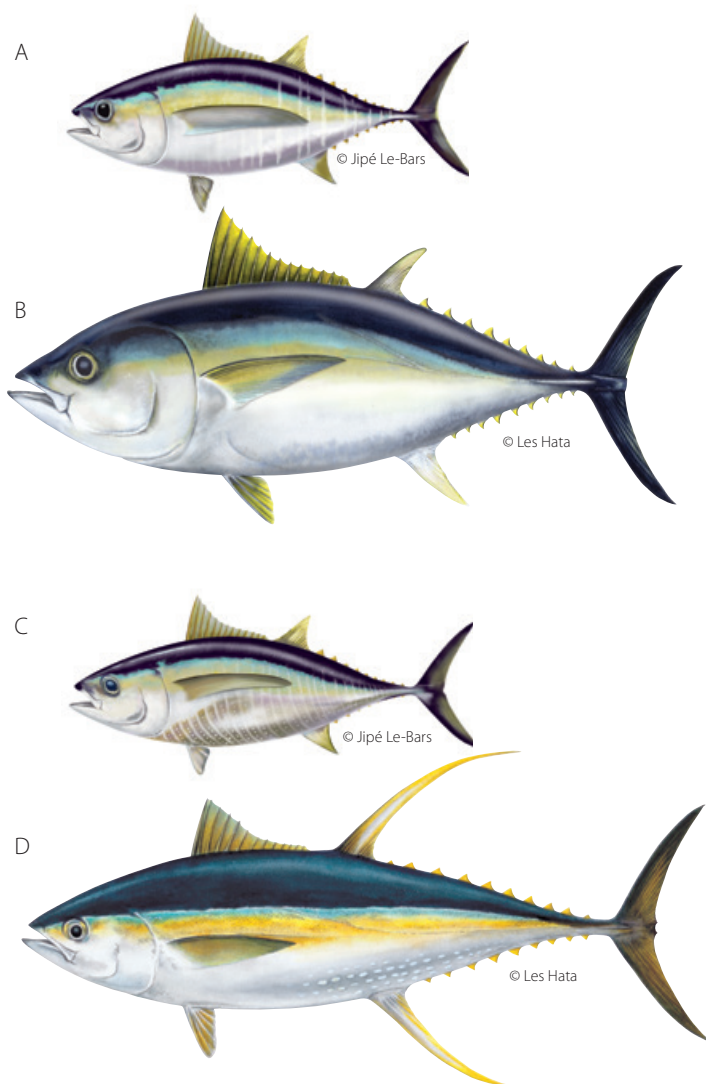


Dr Graham Pilling. (Crédit photo : Toky Rasoloarimanana, ©CPS)

mis à profit pour en évaluer les stocks. Autre contribution essentielle, les informations fournies par les navires de pêche et les observateurs des pêches sur le volume des prises effectuées avec différents engins de pêche dans le Pacifique. La CPS gère les données de ses membres et de la WCPFC. Les membres nous soumettent leurs statistiques annuelles avant la fin du mois d'avril de l'année suivante. Une fois toutes les données reçues, nos scientifiques travaillent sans relâche afin d'élaborer et parfaire chaque évaluation des stocks avant la date limite de soumission des rapports au comité scientifique – souvent moins de trois mois après réception des données – et garantir leur qualité scientifique.

Lors de l'élaboration des rapports, le Programme pêche hauturière de la CPS organise régulièrement des réunions en interne afin d'affiner les analyses. Ensuite, avant soumission des rapports au comité scientifique, nous procédons également à des examens internes par les pairs afin de « valider » chaque rapport et garantir ainsi sa qualité scientifique.

¹ Voir : Hampton J. 2017. Le point sur le stock de thon obèse. Lettre d'information sur les pêches 153:24–29. Disponible à l'adresse suivante : <http://purl.org/spc/digilib/doc/rtnpv>



Les deux principales évaluations présentées par la CPS au comité scientifique de la WCPFC en 2020 portent sur les stocks de thon obèse (A, B) et de thon jaune (C, D) dans le Pacifique occidental et central.

Les rapports destinés au comité scientifique doivent être transmis à la WCPFC plus de deux semaines avant le début de la réunion, c'est-à-dire bien avant la fin juillet. Ainsi, tous les membres ont le temps de les lire et de les analyser. Lorsque le comité scientifique se réunit, ils ont donc eu le temps de préparer leurs questions et leurs commentaires sur les travaux.

La CPS n'est pas la seule organisation à soumettre des rapports au comité scientifique, mais le Programme pêche hauturière a contribué de manière significative à 70 rapports cette année – soit plus de 75 % des rapports soumis. La contribution du Programme à la 16^e réunion du comité scientifique est le fruit d'un effort collectif qui n'aurait pas été possible sans le dur labeur de sa soixantaine d'agents, et en particulier des 22 agents qui ont coordonné la rédaction des rapports. Nos rapports ont apporté une contribution essentielle aux évaluations des stocks, permis d'informer le comité scientifique sur l'état de la collecte

des données et des connaissances halieutiques, fourni des informations scientifiques à l'appui des conseils en matière de gestion halieutique, ou des informations sur l'écosystème plus général du Pacifique occidental et central, le changement climatique, et les effets de la pêche. Tous les rapports sont disponibles gratuitement sur le site Web de la WCPFC : <https://www.wcpfc.int/meetings/16th-regular-session-scientific-committee>

Le travail du Programme pêche hauturière pour le comité scientifique est-il terminé une fois les rapports soumis ?

La soumission des rapports ne signe pas l'arrêt des travaux du Programme pêche hauturière pour le comité scientifique. Avant la réunion du comité, nous apportons un soutien scientifique aux membres de l'Agence des pêches du Forum des Îles du Pacifique et aux Parties à l'Accord de Nauru dans le cadre de notre rôle de soutien aux États et Territoires insulaires océaniques, pour que leurs décisions puissent reposer entièrement sur les informations scientifiques fournies.

Lors de la réunion elle-même, nous présentons nos rapports et répondons aux questions scientifiques que les membres du comité se posent sur notre travail et nos recommandations, ce qui revient à soumettre notre travail à un nouvel examen par les pairs. La réunion dure généralement plus d'une semaine, au cours de laquelle nous continuons à formuler des avis scientifiques sur l'ensemble des thématiques, dans le cadre de séances souvent très intenses.

En quoi ce processus annuel d'évaluation scientifique des thonidés est-il important ?

Étant donné la valeur de la pêche thonière pour nos membres, ainsi que son poids à l'échelle mondiale – cette région fournit plus de la moitié des thonidés de la planète – la pérennité de nos stocks et pêcheries de thonidés revêt une importance cruciale. Les évaluations des stocks sont le meilleur indicateur de leur santé, et étayent les analyses visant à déterminer si les systèmes actuels de gestion de la pêche sont susceptibles de préserver la bonne santé des stocks. En outre, elles constituent un volet essentiel de l'approche de gestion fondée sur la « stratégie d'exploitation », que la WCPFC met en œuvre pour garantir la santé des stocks à long terme. À la fin de la réunion, tous les membres conviennent des recommandations et avis scientifiques à soumettre à la session de la Commission, en particulier ceux relatifs à la santé des stocks évalués et les éventuelles recommandations scientifiques concernant les mesures nécessaires pour pérenniser les pêcheries.

Quelles différences en 2020 ?

L'approche adoptée pour l'évaluation des stocks et l'élaboration des rapports en vue de la 16^e réunion du comité scientifique est la même que celle des autres années. Toutefois, la pandémie de COVID-19 a eu un impact considérable sur les processus régionaux de gestion des pêches dans le Pacifique², et la réunion du comité scientifique n'a pas échappé à ses effets. Cette année,

² Voir : Smith N. 2020. COVID-19 : l'impact de la crise sur la pêche et l'aquaculture en Océanie. Lettre d'information sur les pêches 161:2–3. Disponible à l'adresse suivante : <http://purl.org/spc/digilib/doc/zg2th>

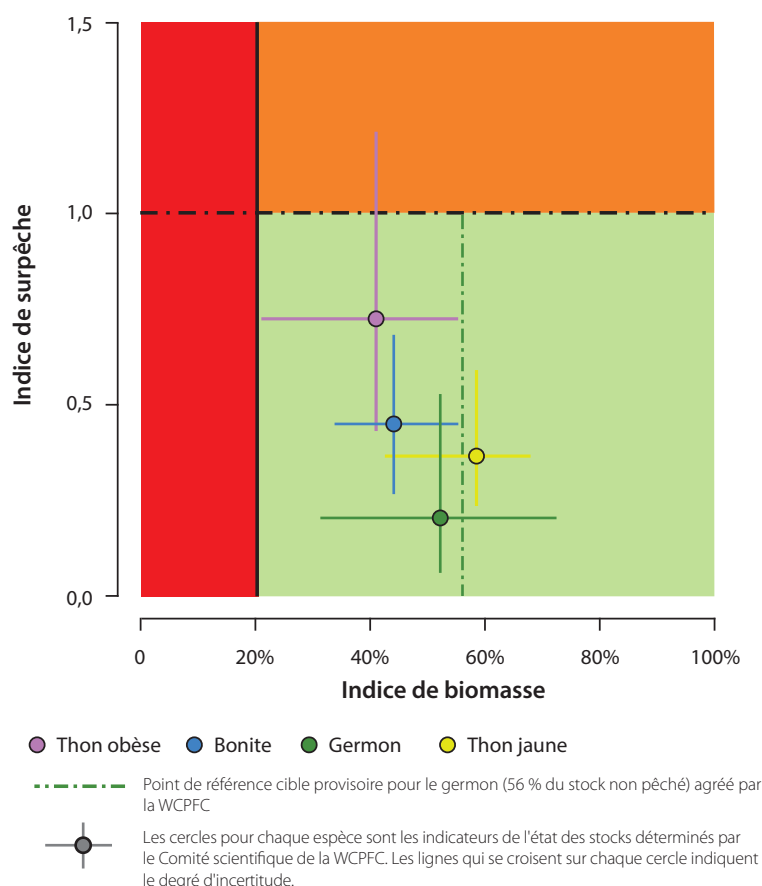


Figure 1. Santé des stocks des quatre principales espèces de thonidés dans le Pacifique occidental et central.

la réunion du comité s'est tenue virtuellement, avec un ordre du jour abrégé couvrant uniquement les questions essentielles pour lesquelles la Commission avait besoin de l'avis du comité. Pour faciliter le traitement d'autres questions importantes, un « forum en ligne » a été mis en place par le Secrétariat de la WCPFC en amont de la réunion afin d'obtenir les réponses écrites des membres. De manière générale, bien que le niveau des débats n'ait pas atteint celui d'une réunion en présentiel et que nous n'ayons pas pu aborder tous les documents soumis, les travaux du comité scientifique se sont plutôt bien déroulés cette année. La qualité scientifique des évaluations du thon obèse et du thon jaune a été unanimement reconnue, et les évaluations montrent que ces stocks se situent dans la zone verte (sûre) du graphique de Majuro (fig. 1). J'espère toutefois que nous pourrions nous réunir en personne l'an prochain.

En parlant de l'an prochain, à quoi faut-il s'attendre ?

D'ici fin 2020, nous apporterons un soutien scientifique aux membres du Comité technique et de contrôle de la WCPFC, qui se réunit en septembre, et à la Commission elle-même, qui se réunit en décembre. De nouvelles analyses scientifiques nous ont déjà été confiées lors la 16^e réunion du comité scientifique. Nous les présenterons lors des réunions de cette année afin d'éclairer les débats.

Nos travaux en vue de la réunion du comité scientifique de l'an prochain ont démarré dès l'approbation de ses

recommandations dans le cadre de la 16^e réunion. En 2021, il est prévu d'évaluer les stocks de germon du sud et d'espadon du Pacifique Sud-Ouest, l'évaluation du requin peau bleue du Pacifique Sud étant suspendue aux décisions de financement. Nous sommes également chargés d'étudier et d'approfondir l'évaluation 2020 du thon jaune, un examen externe par les pairs étant prévu en 2022.

Nous avons donc déjà commencé à examiner les recommandations émanant des précédentes évaluations du germon et de l'espadon, et lancé des projets spécifiques d'analyse des informations biologiques pour répondre à certaines de ces recommandations et contribuer à éclairer les évaluations, et continuer à mettre à disposition des informations scientifiques de qualité pour aider les gestionnaires dans leurs décisions.

Une nouvelle année bien remplie s'annonce !

Pour plus d'informations :

Graham Pilling
 Directeur adjoint, Division pêche,
 aquaculture et écosystèmes marins,
 Programme pêche hauturière
 grahamp@spc.int

Retour en vogue

L'organisation d'expéditions en mer pour collecter de nouvelles données scientifiques fait partie des activités importantes de la Communauté du Pacifique (CPS). Malgré la situation difficile liée à la pandémie de COVID-19, la CPS s'apprête à lancer deux campagnes d'étude des thonidés.

Marquage des thonidés

Le Programme de marquage des thonidés dans le Pacifique a été lancé en 2006. Depuis, la CPS organise au moins une campagne par an dans le Pacifique occidental et central. La décision de marquer annuellement de larges quantités de thons en vue d'améliorer le suivi des stocks a été entérinée en 2016¹ par la Commission des pêches du Pacifique occidental et central (WCPFC).

Après la campagne de 2019 dans le Pacifique occidental, qui a permis de relâcher plus de 16 600 thons pêchés à la canne et marqués dans les eaux de Papouasie-Nouvelle-Guinée, de Palau et des États fédérés de Micronésie², une campagne au départ de Funafuti, à Tuvalu, était prévue en 2020 dans le Pacifique central³, dans le cadre du Programme de marquage des thonidés dans le Pacifique. Les eaux de Tuvalu sont traversées par une très forte densité de dispositifs de concentration de poissons dérivants (DCPd), mouillés par les thoniers-senneurs (fig. 1). Étant donné que les campagnes de recherche dans le Pacifique central visent principalement à étudier les concentrations de thonidés à proximité de ces DCPd, le choix de Funafuti comme point d'embarquement et de débarquement devrait permettre

de gagner de nombreux jours de navigation par rapport aux précédentes expéditions (12^e et 13^e) dans le Pacifique central⁴, parties de Majuro (Îles Marshall) (fig. 1).

Hélas, ce projet a été réduit à néant par la pandémie de COVID-19 et par les restrictions de déplacement sans précédent imposées par les pays insulaires océaniques pour protéger leurs populations contre le virus. Comme la majeure partie des îles du Pacifique, Tuvalu a fermé ses frontières aux accès aériens et maritimes non essentiels.

Pour maintenir la continuité des séries historiques de données sur le suivi de la pêche thonière, la CPS a revu l'organisation de l'expédition (fig. 2) afin de minimiser le risque d'infection au port d'attache ainsi que toute répercussion à bord, et d'éviter les escales dans les États ou Territoires insulaires océaniques. Le navire partira de Honolulu et mettra le cap au sud vers l'équateur. Il effectuera des recherches en haute mer et dans la zone économique exclusive de Kiribati (îles de la Ligne et îles Phoenix). L'ensemble des participants (cinq scientifiques et cinq membres d'équipage) sera placé à l'isolement durant les 14 jours précédant le départ et devra présenter un test COVID-19 négatif avant d'embarquer. Le navire regagnera Honolulu après 50 jours en mer sans escale.

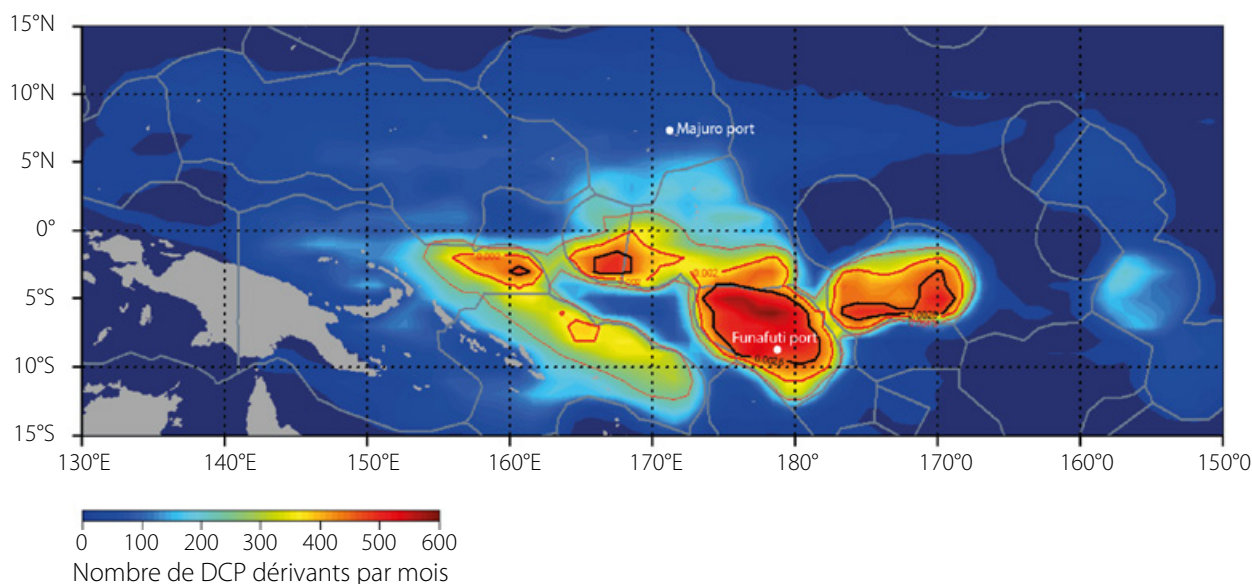


Figure 1. Densité mensuelle de DCP en 2018 par carré de 1 degré sur 1 degré. Tiré de : Escalle L., Muller B., Hare S., Hamer P., Pilling G. and PNAO. 2020. Report on analyses of the 2016/2020 PNA FAD tracking programme. WCPFC Scientific Committee. WCPFC-SC16-2020/MI-IP-14.

¹ Voir : <http://purl.org/spc/digilib/doc/9ihaz>

² Voir : <http://purl.org/spc/digilib/doc/rtmjf>

³ Voir : <http://purl.org/spc/digilib/doc/hqjix>

⁴ Les rapports des 12^e et 13^e campagnes dans le Pacifique central sont disponibles à l'adresse suivante : <https://tagging.spc.int/en/publications/tagging-publications/viewcategory/12-phase-2-central-pacific>

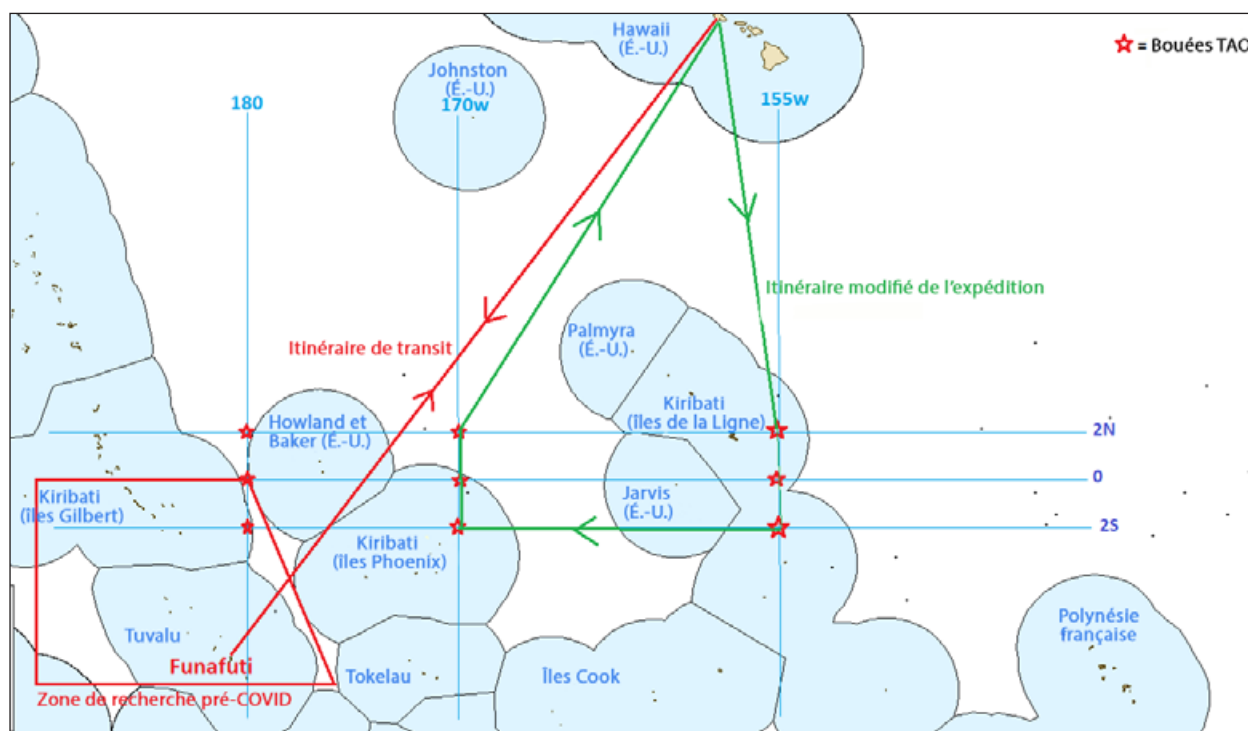


Figure 2. Itinéraire de la 14^e campagne dans le Pacifique central ; en rouge, la zone de recherche initialement prévue, en vert l'itinéraire modifié.

Actuellement, les campagnes dans le Pacifique central visent principalement à accroître la collecte de données pour étudier les déplacements des thonidés, leurs taux d'exploitation et la dynamique des bancs de thons associés aux DCP. La 14^e campagne de recherche dans le Pacifique central ne se bornera pas à poursuivre les activités habituelles de marquage des thonidés. Elle testera également des méthodes d'échantillonnage innovantes en vue d'améliorer les analyses moléculaires pouvant

servir à quantifier la structure et le comportement des populations de thonidés. La campagne de recherche prévoit également une expédition dans l'aire marine protégée des îles Phoenix, afin de recueillir des informations sur la durée de séjour et les déplacements des thonidés dans cette grande réserve marine.

Treize campagnes ont déjà été menées dans le Pacifique central. Elles ont permis de placer plus de 44 000 marques sur les thons

Figure 3. Espèce ciblée par les expériences de marquage dans le Pacifique central : thon obèse. Beau spécimen prêt à être relâché après implantation d'une marque enregistreuse. Le cercle bleu indique l'emplacement de l'antenne de la marque enregistreuse implantée dans l'abdomen du poisson. (Crédit photo : ©CPS)





Figure 4. Le navire de pêche *Gutsy Lady 4*, amarré dans le bassin de Kewalo, à Honolulu, se prépare à la 14^e campagne dans le Pacifique central. À noter les cuves de carburant pleines sur le pont, dont le contenu sera transféré dans les réservoirs du bateau durant le transit vers les zones de pêche. (Crédit photo : ©CPS)

capturés puis relâchés, dont 1 162 marques enregistreuses placées principalement sur des thons obèses (fig. 3) capturés dans des bancs associés aux DCPd et aux bouées océanographiques tropicales du réseau TAO (tropical atmosphere ocean) ancrées le long des méridiens 140° O, 155° O, 170° O, 180° et 165° E, principalement entre les parallèles 5° N et 5° S.

De la 1^{ère} à la 9^e campagne, les résultats du marquage reposaient uniquement sur les concentrations de thon obèse autour des bouées TAO.

Depuis la 10^e campagne (2014), les accords avec les entreprises de pêche à la senne prévoient, pendant la période de fermeture de la pêche sur DCP, un accès total à leurs DCP dans les zones où opère le navire de marquage. À noter que le succès des quatre dernières campagnes est dû à ces DCPd, aucun banc important de thonidés n'ayant été observé autour des bouées TAO visitées.

Cette année, de nombreuses entreprises de pêche à la senne ont convenu de mutualiser leurs DCPd afin de faciliter les recherches dans la zone ciblée. La pêche sur ces DCPd, répartis entre plusieurs zones économiques exclusives et enclaves internationales de haute mer dans le Pacifique occidental, nécessite des plateformes de marquage dotées d'une très grande autonomie.

Le navire de pêche *Gutsy Lady* (fig. 4) peut transporter plus de 100 tonnes de carburant, ce qui lui permet de couvrir en toute sécurité les énormes distances qui seront parcourues lors de cette expédition (estimées à 5 000 milles marins).

Comme d'habitude, la CPS alertera bientôt le réseau de récupération des marques du Pacifique occidental et central (et au-delà...) pour attirer son attention sur la recherche de thons marqués dans les prises de la pêche thonière commerciale. L'équipe scientifique de la 14^e campagne nous transmettra des rapports hebdomadaires qui seront publiés sur le site Web de la CPS : restez connectés !

Écosystème des thonidés

Autre volet important des travaux menés en mer par la CPS : le suivi de l'écosystème pélagique. Depuis 2011, la CPS a conduit une dizaine d'expéditions scientifiques, ou a participé à de telles expéditions. Ces expéditions à bord de navires de recherche permettent de recueillir des échantillons et des données relatives à la température, aux courants, aux nutriments, au phytoplancton, au zooplancton et au micronecton. Ces échantillons permettent à la CPS de caractériser l'écosystème physique et biologique dans lequel les thonidés évoluent afin de mieux corrélérer les variations de l'abondance du thon avec les paramètres physiques et biologiques, et de pouvoir en fin de compte prévoir les changements en matière d'abondance ou de déplacement des thonidés. La campagne de recherche, intitulée WARMALIS2020, première expédition régionale d'une série de trois, devait avoir lieu cette année. Elle devait partir de Nouméa, en Nouvelle-Calédonie, en septembre et rallier Pohnpei, dans les États Fédérés de Micronésie, en trois semaines (fig. 5).

Comme pour la 14^e campagne de marquage dans le Pacifique central, la pandémie de COVID-19 a rendu impossible tout déplacement dans la région en 2020 : l'expédition WARMALIS2020 a donc dû être reportée en 2021. Si le navire de recherche *Alis*, basé en Nouvelle-Calédonie, ne peut accoster en dehors de la ZEE calédonienne, il est toujours possible de mener des travaux au sein de cette zone. L'équipe scientifique a décidé de conduire une courte expédition technique de quatre jours au large de la Nouvelle-Calédonie. Cette brève expédition vise à concevoir une nouvelle méthode d'échantillonnage standardisée pour collecter le micronecton entre une profondeur de 600 m et la surface, en préparation des expéditions WARMALIS (fig. 6). Elle sera coorganisée par la CPS et l'Institut français de recherche pour le développement. Six scientifiques y prendront part, dont cinq de la CPS, toutes des femmes.

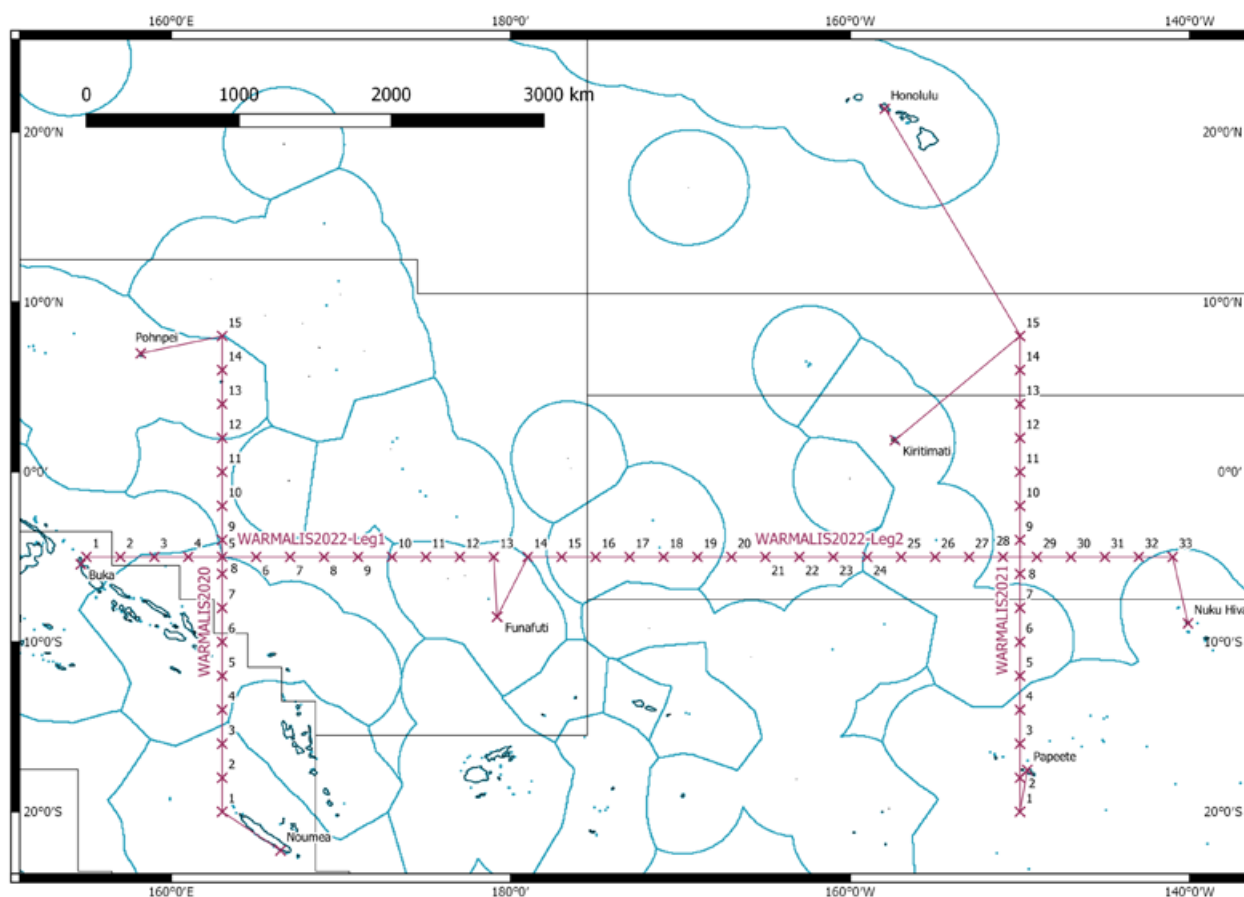


Figure 5. Les expéditions WARMALIS devaient initialement avoir lieu en 2020, 2021 et 2022.



Figure 6. À bord du navire de recherche *Alis*, l'équipage remonte le grand filet à micronecton, et les spécimens recueillis sont ensuite triés dans le petit laboratoire du bord.
(Crédit photos : ©Valérie Allain, CPS)



Pour plus d'informations :

Bruno Leroy

Chargé de recherche halieutique
(Suivi de l'écosystème), CPS
brunol@spc.int

Valérie Allain

Chargée de recherche halieutique
principale (Suivi et analyse des
pêcheries et de l'écosystème), CPS
ValerieA@spc.int

Relâchez-les : libérez les prises trop petites, non ciblées ou indésirables !

Faut-il s'étonner qu'un pêcheur relâche ses prises ? Absolument pas. Il est même judicieux de remettre certains poissons à l'eau, comme ceux qui sont trop petits ou protégés en période de reproduction. Les pêcheurs qui les relâchent vivants après leur capture leur donnent une chance de se reproduire. De même, les poissons toxiques ou non comestibles doivent être remis à l'eau, car ils participent à la vie et à la bonne santé des récifs.

Certains poissons flottent à la surface, ventre en l'air

Avez-vous remarqué que, quand on les relâche, certains poissons flottent à la surface, parfois ventre en l'air ? C'est le résultat de ce qu'on appelle un barotraumatisme : lorsqu'un poisson est remonté rapidement à la surface, le brusque changement de pression entraîne une expansion du volume de gaz dans son organisme. Parfois, l'estomac du poisson ressort par la bouche, et ses yeux deviennent protubérants.

Pourquoi libérer un poisson si c'est pour le laisser flotter à la surface, à la merci des gros prédateurs comme les requins ou les barracudas ? Parce qu'à l'aide d'un dispositif spécifique (nommé « dispositif descendant »), vous pouvez renvoyer rapidement un poisson à une profondeur où la recompression pourra se faire naturellement, ce qui lui permettra de récupérer et de se mettre à l'abri.

Expédition sur le terrain

En novembre 2019, le ministère fidjien des Pêches a demandé à la Communauté du Pacifique (CPS) de formuler des conseils sur des moyens simples et pratiques permettant aux pêcheurs fidjiens de relâcher immédiatement les mérus qu'ils capturent accidentellement pendant la période de fermeture de quatre mois.

Suite à cette demande, la CPS s'est employée à fabriquer et à tester différents types de dispositifs descendants. Une petite « équipe de libération des mérus » de la CPS (composée de Ian Bertram, Alexandre Brecher, Céline Muron, Watisoni Lalavanua et William Sokimi) s'est formée en mai 2020 afin de recueillir des informations sur les méthodes utilisées dans d'autres régions du monde, contacter quelques pêcheurs océaniques réputés, et fabriquer plusieurs modèles de dispositifs descendants à l'aide de matériaux courants en Océanie. En raison du confinement mondial dû à la pandémie de COVID-19, l'équipe n'a pas pu se rendre aux Fidji et a décidé de faire appel aux réseaux locaux pour mettre au point la méthode et produire une vidéo de formation à l'aide d'images enregistrées localement. L'équipe s'est rendue dans le lagon Sud de la Nouvelle-Calédonie avec des pêcheurs locaux pour tester le dispositif et parfaire la méthode avec l'aide des services des pêches de la province Sud. Et ça a fonctionné !

Comment fabriquer et utiliser un dispositif descendant

Pour fabriquer un dispositif descendant, il suffit d'un hameçon, d'une agrafe à palangre ou d'un cintre en métal, et d'un lest. Le but est de fabriquer un « hameçon » spécial lesté, qui permettra au poisson de se libérer lorsqu'il aura atteint la bonne profondeur ou le fond. Les illustrations des deux pages suivantes montrent en détail comment fabriquer et utiliser ce dispositif.

Vidéo et brochure de promotion de l'utilisation d'un dispositif descendant

Une brochure et une vidéo de formation ont été produites au moyen d'images enregistrées sur le terrain, ainsi que d'illustrations et d'images animées spécialement créées pour le projet :

Brochure : <http://purl.org/spc/digilib/doc/zjtmz>

Vidéo : https://www.youtube.com/watch?v=FEFcCUAwm_E&ab_channel=PacificCommunity

Cet outil d'information régional a été produit par la Communauté du Pacifique avec le concours du projet sur la bonne gestion des pêcheries côtières, financé par la Nouvelle-Zélande¹, et du Programme de partenariat marin Union européenne-Pacifique².

Pour plus d'informations :

Céline Muron

Pêche côtière et communautaire

Chargée de l'information et de la sensibilisation,
CPS

CelineM@spc.int

William Sokimi

Chargé du développement de la pêche

(Techniques de pêche), CPS

WilliamS@spc.int

¹ Le projet de gouvernance des pêches côtières, officiellement intitulé « Développer les pêches au profit de la sécurité alimentaire et des moyens d'existence des communautés océaniques », est financé par le ministère néo-zélandais des Affaires étrangères et du Commerce. Des informations complémentaires sont disponibles à l'adresse : <https://fame1.spc.int/en/projects/mfat>

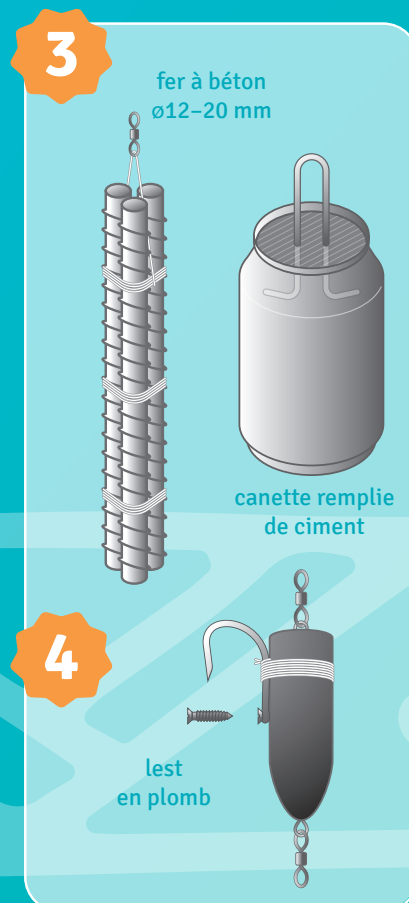
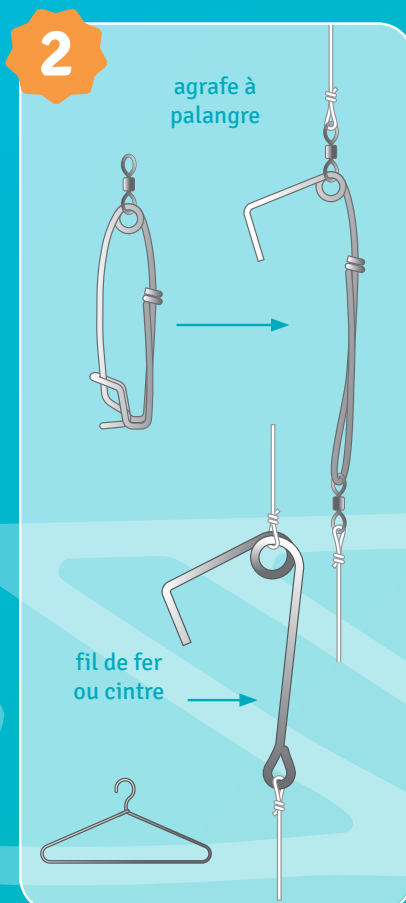
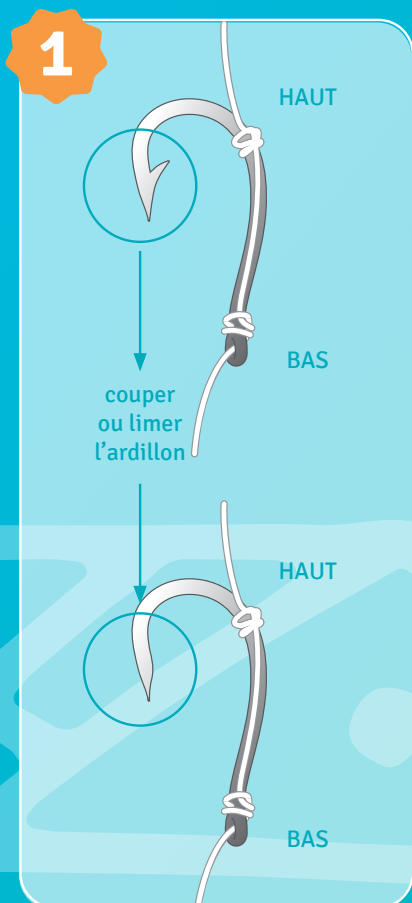
² Financé par l'Union européenne et la Suède à hauteur de 45 millions d'euros, le programme PEUMP a pour but de mettre la gestion durable et la bonne gouvernance des océans au service de la sécurité alimentaire et de la croissance économique, tout en promouvant la résilience au changement climatique et la conservation de la biodiversité marine. Il obéit à une démarche globale qui intègre les thématiques relatives à la pêche hauturière, à la pêche côtière, au développement communautaire, à la conservation marine et au renforcement des capacités dans une intervention régionale unique.

Comment fabriquer un dispositif descendant ?

Un dispositif descendant est un système qui permet de remettre un poisson vivant au fond de l'eau.

Pour fabriquer un dispositif descendant, il suffit d'un **hameçon**, d'une **agrafe à palangre** ou d'un **cintre en métal**, et d'un **lest**. Le but est de fabriquer un « hameçon » spécial lesté, qui permettra au poisson de se libérer lorsqu'il aura atteint la bonne profondeur ou le fond.

- 1 Si l'on utilise un gros **hameçon en « J »**, il faut couper ou limer l'ardillon.
- 2 Avec une **agrafe à palangre** ou un **cintre**, il faut couper les extrémités et lui donner la forme d'un gros crochet. On peut aussi former un crochet avec du fil de fer (solide).
- 3 Pour le **lest**, on peut utiliser un plomb, du fer à béton, une canette ou un tube en PVC rempli de ciment, ou tout autre matériau lourd.
 - La taille du lest doit correspondre à la taille du poisson relâché, afin qu'il ne coule pas trop vite.
 - Pour un petit poisson, 500 grammes devraient suffire. Pour les poissons de plus grande taille, un lest de plus de 750 grammes peut être nécessaire.
- 4 On peut aussi fixer le **crochet** sur un lest en plomb.



Comment utiliser un dispositif descendant ?

Vous venez de pêcher un poisson trop petit,
non ciblé ou indésirable. Que faire ?

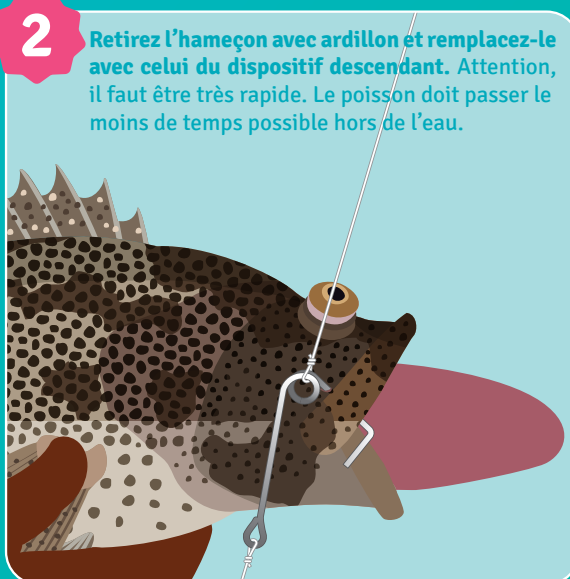
1

Sortez-le doucement de l'eau.



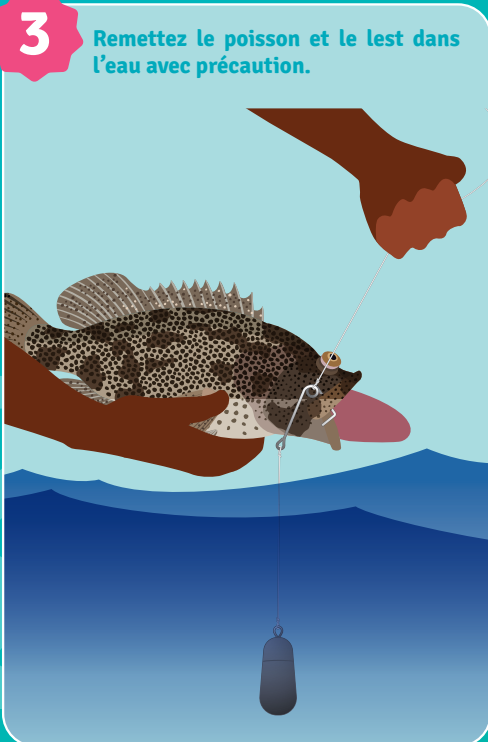
2

Retirez l'hameçon avec ardillon et remplacez-le avec celui du dispositif descendant. Attention, il faut être très rapide. Le poisson doit passer le moins de temps possible hors de l'eau.



3

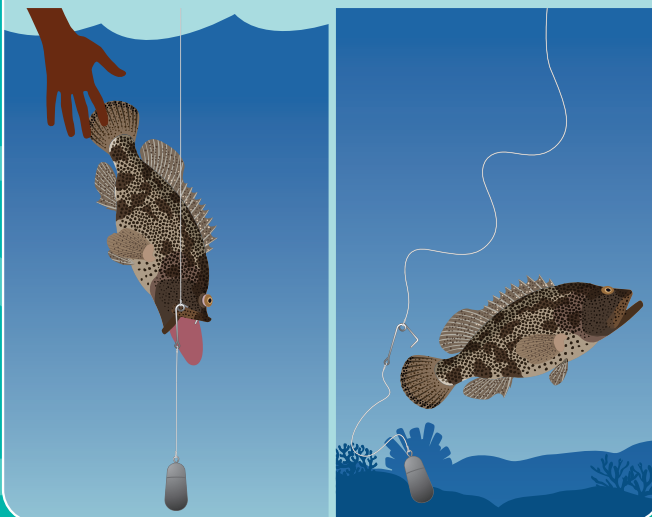
Remettez le poisson et le lest dans l'eau avec précaution.



4

Laissez-les descendre.

Le lest entraîne le poisson jusqu'au fond. Donnez alors un peu de mou et tirez la ligne d'un coup sec pour permettre au poisson de se libérer et de se mettre à l'abri. Le tour est joué !



Des cosmétiques de luxe aux spécialités locales

Aux Tonga, un producteur d'algues *mozuku* réinvente son entreprise pour face aux effets de la crise sanitaire.

À quelque 5 000 kilomètres de l'Australie, même si aucun cas de COVID-19 n'est à déplorer, les frontières du Royaume des Tonga sont fermées et les entreprises locales sont frappées de plein fouet. Avec le soutien du projet de développement d'une aquaculture océanique durable (PacAqua) de la CPS, South Pacific Mozuku (SPM) avait imaginé une gamme de cosmétiques de luxe à base de *mozuku* (*Cladosiphon* sp.), une algue qui pousse dans les eaux tongiennes. Les paquebots de croisière (dont le *Queen Elizabeth II*) faisaient régulièrement escale aux Tonga, où ils pouvaient amener jusqu'à 5 000 visiteurs par jour. Les touristes se sont désormais évaporés et, dans leur sillage, le marché des produits de luxe fabriqués par SPM.

« La COVID-19 a purement et simplement anéanti le tourisme, déplore Masa Kawaguchi, directeur de SPM, qui est d'origine tongienne et japonaise. Je sais qu'au Japon le *mozuku* est très prisé. Très nutritive, cette algue comestible est aussi connue pour ses effets bénéfiques sur le système immunitaire. Nous avons donc décidé de renoncer aux cosmétiques et de lancer le *mozuku* sur le marché local en le présentant comme un superaliment tongien. »

Dans un premier temps, SPM a proposé des barquettes d'algues fraîches à deux grands supermarchés et un distributeur local. S'implanter sur le marché local n'est toutefois pas facile : les ventes au détail peinaient à décoller parce que les consommateurs ne connaissaient pas le *mozuku*, qui n'appartient pas à la gastronomie tongienne. Il a donc fallu les convaincre des vertus gustatives et médicales de l'algue, dont le nom local est *limu tanga'u*.

SPM a alors pris contact avec la Tonga Youth Employment Entrepreneurship (TYEE), une organisation qui propose des cours de cuisine. Des plats préparés ont été conçus pour faire connaître le *mozuku* et donner envie aux Tongiens d'en consommer. « C'est un honneur d'utiliser ces algues de grande qualité dans nos plats, affirme Lusua Latu-Jones, présidente de TYEE. Nous avons associé le *limu tanga'u* à des tomates cerises, des oignons et du lait de coco. J'ajoute aussi un trait de jus de citron dans la sauce soja. On propose ce plat comme une mini-entrée qui complète le plat principal. C'est succulent ! »

Les préparations à base de *mozuku* ont ensuite été présentées par TYEE lors d'un cocktail organisé afin de lever des fonds pour l'organisation. Une dégustation a été proposée aux invités au TOP, un restaurant chic de Nuku'alofa, dont le chef a créé des plats qui mettaient le *limu tanga'u* en vedette. TYEE a également lancé un concours de recettes à base de *mozuku*.

Consciente des vertus nutritionnelles et sanitaires de l'algue, SPM s'est aussi rapprochée de l'hôpital de Vaiola. « On nous a dit qu'à l'hôpital, tout le monde avait adoré l'algue, mais



Plats à base de *mozuku* (crédit photo : © South Pacific Mozuku).

que personne ne savait qu'elle existait, raconte M. Kawaguchi. C'est ce qu'ont dit les patients, mais aussi certains médecins et d'autres soignants. »

Esiteli Pasikala, nutritionniste en chef de l'hôpital, explique qu'elle a proposé le *mozuku* un vendredi, au déjeuner : elle a servi l'algue cuisinée à la tongienne, avec du *miti*, à 45 membres du personnel hospitalier et d'autres personnes invitées pour l'occasion. « Ils m'ont dit que c'était délicieux et m'ont demandé où en acheter, donc je leur ai donné l'adresse des magasins qui en vendaient », conclut-elle.

Créée en 1998 pour l'export des algues *mozuku*, SPM est une entreprise familiale immatriculée sous le nom de Tangle Nano Co., Ltd. « Mon père l'a dirigée jusqu'en 2007, quand la récession mondiale l'a condamnée à la faillite, explique M. Kawaguchi. En 2015, je suis revenu aux Tonga pour remettre l'entreprise sur pied. Nous avons peu à peu élargi notre clientèle, au Japon, mais aussi aux États-Unis, et nous cherchons actuellement à nous implanter en Chine. »

Son rêve ? Faire du *mozuku* tongien un mets international mais, dans l'immédiat, il veut d'abord le faire connaître sur l'archipel. SPM compte trois salariés à temps plein, ainsi que 20 à 30 saisonniers en fonction des besoins.

Pour plus d'informations :

Avinash Singh

Chargé d'aquaculture pour le projet PacAqua, CPS
avinashs@spc.int

Des essais sur l'alimentation des tilapias menés par l'Institut technique agricole de Navuso, aux Fidji

La CPS et l'Institut technique agricole de Navuso (NATI), aux Fidji, ont mis à l'essai de nouvelles formulations des aliments destinés aux tilapias dans le Pacifique. Ce nouveau régime alimentaire a été mis au point par Albert Tacon, expert mondialement reconnu de l'alimentation des tilapias, à l'occasion d'un atelier organisé en 2019¹. Après sept mois d'expérimentation au NATI, une partie des poissons a été prélevée à la senne. Puis, après avoir été pesés et comptés, ils ont été proposés frais, sur un lit de glace, aux consommateurs. Des essais ont également été réalisés dans la ferme piscicole Eden's Garden de Nausori, ainsi qu'à la station de recherche dulçaquicole de Naduruloulou du ministère fidjien des Pêches.

Selon Basilio Rokorauwa, responsable de l'élevage aquacole au NATI, les essais ont permis d'obtenir des poissons plus gros en un laps de temps plus court. « Nous sommes actuellement en phase de prélèvement et de vente des poissons. D'ici quelques semaines, lorsque cela sera terminé, nous pourrions évaluer la viabilité économique de cette nouvelle alimentation, légèrement plus chère que celle que nous utilisons aujourd'hui et que nous achetons auprès du même fabricant », déclare-t-il. En effet, pour que ce changement soit pertinent pour les aquaculteurs, il faut comparer l'augmentation des coûts et l'éventuel impact positif sur la croissance des poissons. La Section aquaculture de la CPS aidera le NATI à calculer les coûts de production pour choisir les aliments les plus intéressants.

Par ailleurs, souligne M. Rokorauwa, le tilapia est une source de protéine importante pour les habitants de Suva, Nausori, Sawani et leurs alentours. En cette période difficile de COVID-19, le fait de trouver des poissons frais et de bonne qualité les aide à nourrir leurs familles. « Nos équipes et les membres de la paroisse aiment beaucoup ce poisson et en commandent souvent, ajoute-t-il. Nous essayons de garder des prix aussi raisonnables que possible pour aider nos clients. »

M. Rokorauwa précise également que le NATI commande désormais des alevins mâles auprès de Kaybee Enterprise, une éclosierie privée de Nakasi. « Quand on les reçoit, ils sont plus gros que d'habitude, ce qui garantit une meilleure croissance et un taux de survie plus élevé dans nos bassins de production », explique-t-il. Des travaux supplémentaires sont nécessaires pour commercialiser le tilapia à grande échelle, car les poissons vivants ou frais ne sont pour l'heure que partiellement prélevés pour être vendus en lots adaptés au marché actuel.

D'après les résultats préliminaires des essais sur site, ce sont les pratiques aquacoles qui ont le plus d'impact sur la croissance des poissons, et non le type d'alimentation utilisé. La qualité des pratiques suivies par les aquaculteurs chevronnés pour la préparation des bassins, la gestion de l'eau et le nourrissage se traduit par de meilleurs taux de croissance, de survie et de production. Les écarts importants relevés au niveau de la croissance et de la production s'expliquent pour l'essentiel par l'hétérogénéité de ces pratiques, les fermes participant aux essais ayant toutes été approvisionnées en alevins d'un même lot, de même taille et nourris avec la même alimentation. Les pratiques optimisées sont donc très intéressantes pour les aquaculteurs, car elles peuvent permettre d'abaisser les coûts et d'augmenter la production. Une excellente nouvelle, puisque cela signifie que l'élevage de tilapias peut être nettement amélioré par des changements à la portée des aquaculteurs. Ces résultats illustrent une nouvelle fois le besoin de connaissances et d'informations des aquaculteurs que le projet de développement d'une aquaculture océanique durable (PacAqua)¹, géré par la CPS et les institutions des pays membres, contribue à satisfaire.

Les travaux sur l'alimentation des tilapias ont été réalisés dans le cadre du projet PacAqua, financé par le ministère néo-zélandais des Affaires étrangères et du Commerce.

Pour plus d'informations :

Avinash Singh

Chargé d'aquaculture pour le projet PacAqua, CPS
avinashs@spc.int

Photo de la page suivante : Relever un filet n'est pas une mince affaire (crédit photo : © Avinash Singh, CPS).

¹ Voir : Jimmy R. 2019. Aux Fidji, des éleveurs apprennent à produire des aliments flottants pour leurs tilapias. Lettre d'information sur les pêches n° 159, page 13. Disponible à l'adresse suivante : <http://purl.org/spc/digilib/doc/xa8tu>

² Le projet de développement d'une aquaculture océanique durable (PacAqua) vise à généraliser l'adoption et l'application de normes de biosécurité aquatique, à conférer une dimension plus commerciale aux activités aquacoles et à favoriser l'intégration des meilleures pratiques dans ce domaine.



Le bénitier géant de retour à Kosrae

*Aux États fédérés de Micronésie, l'aquaculture se concentre depuis plusieurs années sur l'élevage des bénitiers pour l'amélioration des stocks naturels et le marché de l'aquariophilie. Martin Selch, responsable du Centre aquacole national de Kosrae, l'une des zones d'élevage de bénitiers les plus fructueuses d'Océanie, s'y consacre depuis plus de deux décennies. Il y a quelques années, il s'est intéressé à la possibilité d'importer *Tridacna gigas* (nom scientifique du bénitier géant) de Palau où, à la différence des États fédérés de Micronésie où les stocks sont complètement épuisés, il est toujours présent. L'objectif : une reproduction artificielle des bénitiers pour obtenir des naissains et reconstituer les stocks, puis, en fonction des résultats, produire des juvéniles pour la filière aquariophile.*

Le projet a pu bénéficier de l'engagement et de la collaboration de nombreux acteurs de Micronésie, dont M. Fleming Umich Sengebau, ministre des Ressources naturelles, du Développement et du Tourisme de Palau, qui a délivré le permis de recherche ; M. Marion Henry, secrétaire d'État aux ressources et au développement des États fédérés de Micronésie, qui a pris contact avec M. Sengebau ; M. Victor Yano, de Belau Aquaculture, et son équipe, qui ont géré la logistique à Palau et le conditionnement des animaux, et M. Sone Shigeaki du Centre de démonstration de l'aquaculture marine de Micronésie et son équipe, qui ont apporté leur aide. Grâce à ce formidable soutien, Martin Selch a obtenu toutes les autorisations nécessaires, dont les permis CITES, pour le transfert à des fins scientifiques de cinq bénitiers géants de taille moyenne vers les États fédérés de Micronésie. Chaque animal mesurait environ 60 cm et pesait près de 65 kg.

Ils ont été importés en mai 2019 dans le strict respect des mesures de quarantaine et, avec l'accord de M. Singeru Singeo, Directeur exécutif, et M. Manoj R. Nair, Directeur des programmes aquacoles et Directeur scientifique, ils ont passé quatre semaines en observation dans l'écloserie du *College of Micronesia* de Pohnpei. William Hawley, propriétaire de la société LP Gas, s'est chargé de toute l'organisation logistique à Pohnpei, tandis que le ministère micronésien des Ressources et du Développement a délivré le permis d'importation. Enfin, désireuse de contribuer au retour du plus grand bivalve du monde aux États fédérés de Micronésie, la filiale de United Airlines Cargo à Guam a proposé un tarif de fret très bas.

Le protocole de quarantaine prévoyait le nettoyage des coquilles et la désinfection des animaux avant et après expédition, l'isolement complet de ceux-ci, le traitement et la filtration des effluents d'eau, un suivi quotidien, ainsi que l'observation du comportement et des signes cliniques anormaux. L'individu décédé en quarantaine a été évacué dans le respect des règles de biosécurité. Les quatre autres ont été transférés vers l'écloserie du Centre aquacole national de Kosrae, où ils ont passé six mois supplémentaires en quarantaine.

Après plusieurs mois d'acclimatation, les bénitiers ont été jugés suffisamment solides pour l'induction de la ponte. Celle-ci s'est déroulée avec succès début 2020 et les premiers juvéniles ont été observés dans les raceways du Centre aquacole national peu après.

Martin Selch s'est dit très heureux du résultat de l'expérience, ajoutant : « Ils resteront à l'écloserie pendant environ deux ans, avant d'être transférés dans des cages en pleine mer pour poursuivre leur croissance et, si possible, d'être envoyés vers des îles voisines ou d'autres États micronésiens ».

Pour plus d'informations :

Martin Selch

Responsable du Centre aquacole national
de Kosrae, États fédérés de Micronésie
info@imtrona.de

Gauche : Préparation des bénitiers géants à Palau avant leur expédition aux États fédérés de Micronésie. © Centre aquacole national
Droite : Croissance des juvéniles de *Tridacna gigas* dans les bassins du Centre aquacole national. Juillet 2020. © Centre aquacole national



Feuille de route pour le suivi électronique au sein des organisations régionales de gestion des pêches

Mark Michelin¹, Nicole Sarto² et Robert Gillett³

Introduction

Les organisations régionales de gestion des pêches (ORGP) jouent un rôle capital dans la gestion des stocks de poissons grands migrants, comme les thonidés, présents dans les eaux territoriales de plusieurs pays ainsi qu'en haute mer. Pour gérer durablement cette ressource précieuse, les ORGP et leurs pays membres ont besoin d'informations suffisamment précises sur les prises ciblées, les prises accessoires, l'effort de pêche et le respect des réglementations.

Les observateurs embarqués à bord des navires de pêche pour recueillir des données sur les opérations de pêche jouent à cet égard un rôle déterminant. Ils collectent et consignent des informations sur une grande partie des activités de pêche de la majorité des flottilles de senneurs thoniers du monde, et leur présence est exigée par les ORGP lors de toutes les sorties de senneurs. D'autres flottilles, notamment palangrières, ont des cibles de couverture de leurs opérations par des observateurs très faibles, qu'elles peinent pourtant à atteindre. La Commission des pêches du Pacifique occidental et central (WCPFC) et la Commission interaméricaine du thon des tropiques (CITT) leur ont par exemple fixé un taux de 5 %, souvent difficile à respecter. Du fait des conditions de travail éprouvantes, des coûts et de la complexité logistique du déploiement en masse d'observateurs, il est peu probable que leur présence à bord des palangriers augmente de façon très significative. Avec un nombre si limité d'opérations de pêche faisant l'objet d'un suivi, il est difficile de savoir ce que ces navires capturent réellement, donc de fixer et d'appliquer des mesures de gestion qui protègent la santé des stocks de poissons et la productivité économique de la pêche.

Il est cependant possible d'améliorer la fiabilité des données déclarées, y compris pour les pêcheries dont le taux de couverture par des observateurs est élevé. Même s'ils sont aujourd'hui la référence en matière de collecte de données halieutiques, les observateurs embarqués doivent prendre des pauses pour manger et dormir et ne peuvent pas assurer le suivi de toutes les activités en même temps. On leur propose parfois des pots-de-vin pour qu'ils falsifient les rapports, ou ils peuvent être victimes d'intimidation, d'ingérence, voire de violence. C'est la raison pour laquelle les observateurs sont parfois uniquement chargés de la collecte de données à des fins scientifiques, et non de missions de conformité. Le fait que la présence des observateurs à bord des senneurs ait été suspendue dans le Pacifique occidental et central en raison de la COVID-19 prouve que l'on peut toujours améliorer la fiabilité du suivi, y compris pour les pêcheries couvertes à 100 %.

Les observateurs peinent à surveiller la totalité des opérations de pêche thonière de certaines flottilles, le suivi électronique (SE) permet de relever le défi que représente l'amélioration de la fiabilité et de la couverture du suivi en mer. On dispose aujourd'hui de plus de 20 ans d'expérience du SE des pêcheries, avec plus de 100 essais et 12 programmes entièrement mis en œuvre.

Qu'est-ce que le suivi électronique ?

À bord, le SE est assuré par un système intégré de caméras, de capteurs, de dispositifs de stockage vidéo et de GPS, qui filme les activités de pêche et les associe aux données de position et des capteurs (Fig. 1). Les vidéos sont généralement enregistrées sur un disque dur, qui est récupéré après chaque sortie, et sont visionnées par un analyste à terre. Certains fabricants de systèmes de SE proposent désormais des solutions de transmission des données par Wi-Fi, par satellite ou par réseau cellulaire, parfois presque en temps réel, à la place des disques durs. Le système de SE inclut également des logiciels et du matériel informatique à terre pour recueillir les données enregistrées, les analyser et établir des rapports.

Cela demande bien plus que l'installation de caméras et de capteurs sur les bateaux et d'ordinateurs à terre : le matériel doit être associé à un programme de SE contenant les normes et méthodes de collecte, d'analyse et de stockage des vidéos des activités de pêche, ainsi que de partage des résultats avec les entités autorisées (responsables des pêches, scientifiques, armateurs).

Feuille de route pour le suivi électronique au sein des organisations régionales de gestion des pêches

En collaboration avec CEA Consulting, The Pew Charitable Trusts a recensé les étapes et choix clés que les responsables des pêches doivent intégrer à la conception et la mise en œuvre d'un programme de SE adapté aux ORGP. Par le passé, la situation du SE de la pêche a fait l'objet de quelques rapports et de guides de conception d'un programme de SE. Cependant, aucun d'entre eux n'a été consacré aux enjeux propres à la conception et à la mise en œuvre d'un programme de SE dans le contexte des ORGP, qui recouvrent de nombreux pays et une large palette de tailles de navires, de types d'engins, de sites de pêche et de composition des prises. La feuille de route préparée par Pew recense toutes les composantes d'un programme de SE bien conçu et efficace, ainsi que les aspects propres aux pêcheries gérées par une ORGP.

¹ Directeur, CEA Consulting. Pour toute correspondance : mark@ceaconsulting.com

² CEA Consulting

³ Directeur de Gillett, Preston and Associates

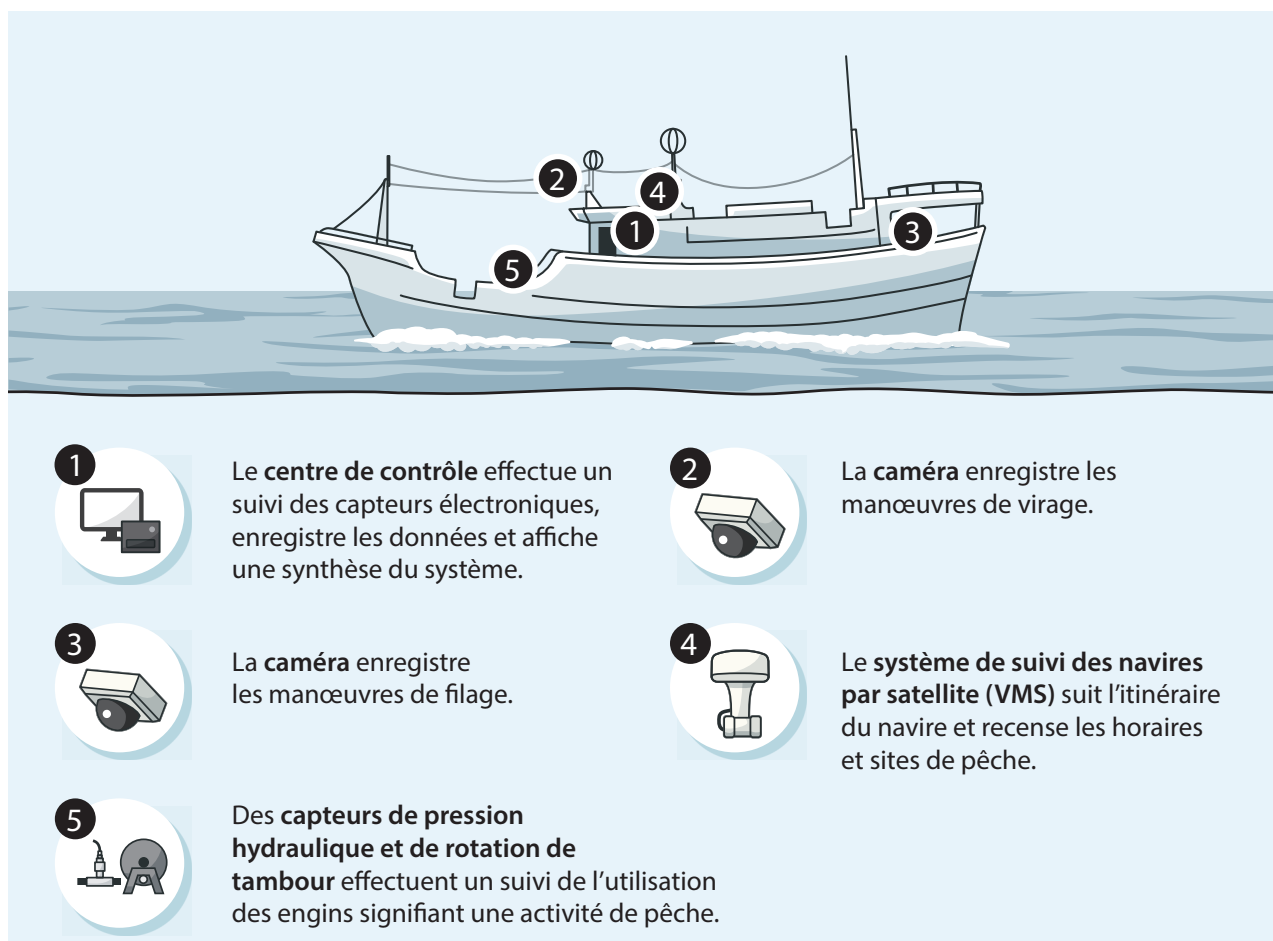


Figure 1. Aperçu des éléments d'un système de SE embarqué à bord d'un navire palangrier.

Atouts, défis et perspectives du SE pour la pêche thonière

De nombreux programmes et essais ont porté sur le SE de la pêche thonière, à la senne et à la palangre. Plusieurs conclusions générales peuvent en être tirées sur le plan de l'efficacité du SE en tant qu'outil de suivi et de conformité :

Atouts du suivi électronique

1. Données précises sur le lieu et l'horaire de l'activité de pêche
2. Estimation précise du mode de filage des thoniers senseurs
3. Estimation précise des prises totales par filage des thoniers senseurs
4. Bonne estimation des prises des principales espèces ciblées par les thoniers palangriers et senseurs
5. Détermination de la nature des interactions les plus fréquentes avec les espèces en voie d'extinction, menacées ou protégées
6. Impact positif sur la précision des journaux de pêche

7. Couverture simultanée de plusieurs angles du navire, élimination des pauses, possibilité de visionner les vidéos plusieurs fois
8. Réduction du risque d'intimidations, de pots-de-vin ou d'ingérence destinés à la falsification des données déclarées
9. Possibilité de visionner la majeure partie de l'activité de pêche en accéléré (x8 ou plus)
10. Gain de place pour les palangriers, qui ne peuvent pas toujours accueillir un observateur
11. Solution parfois plus économique que la présence d'observateurs
12. Impact positif sur le respect des mesures de gestion et obligations internationales
13. Possibilité d'installation à la carte sur différents navires dotés de types d'engins différents

Défis du suivi électronique

1. Estimation potentiellement difficile des espèces non ciblées à bord des senseurs et des palangriers selon les techniques de manipulation des prises et la position des caméras

2. Identification précise des espèces en voie d'extinction, menacées ou protégées à un rang taxonomique élevé (requin, tortue, etc.), mais pas au niveau de l'espèce. Des caméras supplémentaires ou de meilleure résolution peuvent résoudre ce problème.
3. Difficulté d'identification précise des juvéniles (thons jaunes ou obèses, par ex.), bien qu'elle se pose aussi pour les observateurs
4. Absence de connexion entre les systèmes de SE et les systèmes d'identification des bouées composant les DCP
5. Impossibilité de collecter des données biologiques (sexe, taille des otolithes, par ex.), un problème qui pourrait être résolu en complétant le SE par le prélèvement d'échantillons à quai
6. Impossibilité d'évaluer précisément l'état des poissons

Il est généralement plus facile d'obtenir des informations détaillées sur les prises des palangriers, où les poissons sont remontés un à un. Cependant, le SE s'est aussi montré efficace pour les senneurs.

Les expériences, de plus en plus nombreuses, montrent que le SE peut compléter l'intervention des observateurs. Pour la pêche palangrière, où les données recueillies sur ce qui se passe en mer sont limitées du fait d'un faible taux de couverture, le SE peut être un outil précieux pour pallier ce manque.

Concevoir un programme de suivi électronique

La feuille de route élaborée par Pew expose les 15 points qu'un programme de SE doit intégrer, de sa conception à sa mise en œuvre, à savoir :

- impliquer les parties prenantes ;
- définir les objectifs du programme ;
- répondre aux préoccupations soulevées par le SE ;
- définir les normes du programme de SE ;
- organiser le programme de SE ;
- calculer et répartir les coûts ;
- définir les niveaux de couverture du programme ;
- saisir les données de SE ;
- recueillir les enregistrements de SE ;
- visionner les vidéos de SE ;
- accéder aux vidéos et données de SE ;
- stocker les enregistrements de SE ;
- respecter la confidentialité et la protection des données personnelles ;
- assurer la maintenance du matériel informatique des systèmes de SE ;
- recruter des prestataires.

La feuille de route présente chacun de ces points, ainsi que les possibilités et options de conception envisageables. La création d'un programme de SE est un processus itératif. Pour refléter l'expérience acquise et les progrès technologiques, des mécanismes d'évaluation, de perfectionnement et d'amélioration continus doivent être mis en place.

Programmes de suivi électronique : le pour et le contre

Il est intéressant de remarquer que presque toutes les parties prenantes trouvent des aspects positifs et négatifs au SE, mais que ces opinions divergent radicalement selon les groupes. Les différentes opinions des principales parties prenantes sur le SE sont présentées dans le Tableau 1.

Bien que les ORGP opèrent chacune dans des contextes très différents, deux préoccupations sont souvent évoquées à propos du SE. La première porte sur le coût du programme et la question de savoir qui va payer. La seconde concerne la possible réticence des exploitants de navires et des États du pavillon à se conformer à de nouvelles exigences de suivi. De ces deux grandes préoccupations découlent plusieurs défis à relever, brièvement décrits ci-dessous :

- Les États côtiers qui octroient des licences aux flottilles des pays pratiquant la pêche lointaine craignent que l'obligation d'équiper les navires de systèmes de SE ne fasse fuir les navires de leurs zones économiques exclusives et disparaître les recettes des licences. La réponse pourrait être d'équiper au même moment tous les navires de systèmes de SE. La nécessité d'effectuer un suivi plus rigoureux des pêcheries gérées par les ORGP fait de plus en plus consensus et les flottilles qui tentent d'aller à contre-courant en se rendant en haute mer sont de plus en plus considérées comme hors-la-loi, ce qui pourrait avoir des répercussions sur les armateurs et les États du pavillon. Les pressions internationales sur les ORGP et sur le marché atténueront cette crainte, qui disparaîtra sûrement avec le temps.
- Les États côtiers estiment que la filière pêche devrait s'acquitter de tous les coûts associés à la gestion d'une pêcherie, SE inclus. Celle-ci affirme que le coût du SE est le principal obstacle à sa mise en œuvre, en particulier pour les pêcheries peu rentables. Ces deux points de vue semblent difficiles à concilier. Pour y parvenir, il faudra sûrement que les États côtiers se montrent flexibles pour répartir les coûts du SE, en particulier au démarrage du programme. Il sera peut-être possible de proposer des mesures incitatives à la filière pêche ou d'obtenir un appui extérieur pour la phase initiale d'un programme de SE (aide étrangère, subvention de démarrage).
- Compte tenu des incertitudes entourant le coût des systèmes, leur fiabilité et l'incidence d'efforts supplémentaires de suivi, s'agissant notamment de la charge de travail, de nombreuses parties prenantes peuvent être confrontées à une « peur de l'inconnu » ou se montrer réticentes au changement. Une grande partie de ces inquiétudes pourrait être dissipée par des projets pilotes, dont les résultats seraient communiqués efficacement. La coopération et l'échange d'expériences entre les ORGP pourraient également contribuer à démystifier le SE.

Tableau 1. Suivi électronique : parties prenantes, avantages potentiels et inquiétudes possibles.

Parties prenantes	Avantages potentiels du SE	Inquiétudes possibles à aborder/atténuer
Personnel administratif des ORGP	✎ Mécanisme efficace d'incitation au respect des obligations ✎ Suivi des captures et prises accessoires, en particulier pour les pêcheries soumises à des quotas	✎ Augmentation de la charge de travail due à l'élaboration et à la mise en œuvre de normes ✎ Coût du système et coûts découlant de la charge de travail accrue ✎ Exclusion des pays membres réticents à l'adoption du SE
États côtiers	✎ Suivi des captures, en particulier pour les pêcheries soumises à des quotas ✎ Mécanisme incorruptible destiné à décourager les activités illégales ✎ Possibilité de suivi des observateurs ✎ Outil permettant de désamorcer les critiques sur la durabilité de la pêche thonière ✎ Preuve apportée au grand public que les flottilles thonières sont contrôlées efficacement	✎ Perte de revenus si les navires se rendent en haute mer pour se soustraire aux obligations du SE ✎ Hésitation de certains États côtiers à faire partie des premiers utilisateurs ✎ Accroissement de la charge de travail due à la mise en œuvre du programme ✎ Coût du système (surcoûts liés au matériel spécifique) que la filière pêche ne veut pas assumer ✎ Pressions des États du pavillon réticents à l'adoption du SE ✎ Concessions certainement nécessaires à l'adoption du SE par les pays pratiquant la pêche lointaine
États du pavillon	✎ Outil permettant de désamorcer les critiques sur la durabilité de la pêche thonière ✎ Preuve apportée au grand public que les flottilles thonières sont contrôlées efficacement	✎ Pressions des armateurs nationaux opposés au SE ✎ Responsabilités et dépenses de mise en œuvre supplémentaires ✎ Coût du système (surcoûts liés au matériel spécifique) que la filière pêche ne veut pas assumer
Armateurs	✎ Outil permettant d'éviter les critiques liées au faible nombre d'observateurs dans les flottilles palangrières ✎ Possibilité de prouver la légitimité des opérations de pêche ✎ Suivi du contrôle qualité ✎ Protection contre les accusations infondées des observateurs ou de l'équipage ✎ Plus de souplesse en matière de gestion dès lors que le navire est entièrement surveillé	✎ Coût du système, en particulier a) si la filière pêche est censée supporter tous les frais du SE et b) compte tenu de la faible rentabilité de la pêche ✎ Peur que des infractions mineures ou inévitables soient sorties de leur contexte ✎ Travail supplémentaire et difficulté à respecter un nouveau cadre réglementaire ✎ Nécessité de rentrer au port en cas d'avarie du système sur le navire (confiance limitée en la fiabilité du système)
Personnel des instituts de recherche scientifique	✎ Possibilité de collecter efficacement de nombreux types de données ✎ Confiance renforcée vis-à-vis des données collectées ✎ Possibilité de vérifier les données collectées par les observateurs	✎ Impossibilité de collecter certains types de données (risque de réduction du nombre d'observateurs et d'occasions connexes de collecte d'échantillons biologiques)
Grandes entreprises thonières	✎ Possibilité de prouver la légitimité des opérations de pêche ✎ Réponse à la demande du marché en produits issus de la pêche durable	✎ Peur que des infractions mineures ou inévitables soient sorties de leur contexte
Équipage du navire	✎ Encombrement moins important qu'un observateur ✎ Suppression des problèmes logistiques, réduisant notamment le temps de pêche perdu à cause des observateurs ✎ Possibilité, pour le capitaine, de surveiller l'équipage en permanence ✎ Protection contre les accusations infondées des observateurs ✎ Possibilité de suivi des pratiques de travail et de sécurité	✎ Inquiétudes liées au fait d'être filmé sur le lieu de travail et à l'atteinte à la vie privée (douche, WC) ✎ Élimination de certaines sources de revenus ✎ Travail supplémentaire lors des escales pour distribuer les disques durs ✎ Peur que des infractions mineures ou inévitables soient sorties de leur contexte
Observateurs	✎ Réduction du harcèlement de la part de l'équipage du navire ✎ Renforcement de la sécurité ✎ Possibilité d'emploi à terre en tant qu'évaluateur du SE	✎ Inspections du travail non désirées ✎ Perte d'emploi à bord des navires

Plus le SE est utilisé, plus des solutions aux défis apparaissent. Plusieurs parties prenantes sont probablement de fervents défenseurs du SE des pêcheries gérées par les ORGP, et pourraient en influencer favorablement d'autres. Il peut s'agir :

- des premiers pays utilisateurs, en particulier ceux qui comptent des porte-voix ;
- des États côtiers, en particulier s'ils prévoient que les coûts qu'ils devront supporter seront plutôt faibles ; et
- des marques de produits à base de thon, notamment celles qui souhaitent promouvoir l'image d'une gestion transparente et durable de la pêche.

Il est de plus en plus admis, quoique progressivement, que des informations de meilleure qualité sont nécessaires à la bonne gestion des pêcheries relevant des ORGP, y compris chez les parties prenantes les plus réticentes. Cette constatation, conjuguée au soutien de parties prenantes bienveillantes, donne à penser que d'autres acteurs sont susceptibles de changer de camp.

Une fois les objectifs du programme de SE fixés par les parties prenantes, la définition de normes est l'étape logique vers la formalisation d'une obligation de SE au niveau des ORGP. Quelques ORGP l'ont déjà fait, ou ont entamé des discussions en ce sens :

- Les pays membres de l'Agence des pêches du Forum des Îles du Pacifique ont rédigé un projet de politique régionale de SE de la pêche à la palangre, pour examen par l'organe directeur de l'Agence des pêches. Y figurent des normes encadrant les systèmes de SE, ainsi que la gestion, la propriété, l'accès, la sécurité et la confidentialité des données.
- La WCPFC a créé un groupe de travail chargé d'élaborer des normes de SE, qui ont été présentées lors de la réunion annuelle de la Commission en décembre 2019.
- En 2019, la Commission internationale pour la conservation des thonidés de l'Atlantique (ICCAT) a adopté une mesure visant à proposer des normes de SE pour les palangriers d'ici à 2021.
- La Commission des thonidés de l'océan Indien (IOTC) mène des essais de SE qui façonneront à terme des projets de normes.
- L'IATTC élabore des normes pour les pêches à la palangre et à la senne et les présentera à son Comité scientifique consultatif pour examen en 2020.

Le SE de la pêche dans un contexte international pourrait se structurer de plusieurs façons : un programme commun aux ORGP, des programmes nationaux, des programmes sous-régionaux, ou la mutualisation de certains aspects des programmes nationaux entre plusieurs pays. Chacune de ces solutions possède ses avantages et ses inconvénients, la plus appropriée dépendant de l'environnement historique,

géographique et politique de gestion des pêches de chaque région. Si une région possède déjà un réseau efficace de programmes nationaux d'observateurs, les pays qui la composent seront sans doute plus enclins à adopter le même fonctionnement pour le SE.

Coût du suivi électronique

Puisque les coûts préoccupent de nombreuses parties prenantes, une plus grande attention aux dépenses est nécessaire. À ce jour, la majorité des programmes de SE des pêcheries thonières a été financée par des organisations non gouvernementales et internationales, mais ce modèle n'a pas vocation à durer. À l'heure actuelle, l'enthousiasme des États côtiers s'explique par l'idée qu'à l'avenir, la filière pêche assumera la majorité des coûts, voire la totalité. Le projet de politique régionale de SE de la pêche à la palangre, élaboré par les pays membres de l'Agence des pêches du Forum, repose sur le principe directeur de l'utilisateur-payeur, avec un recouvrement intégral des coûts par défaut. De nombreux acteurs de la filière pêche estiment que les coûts pourraient être élevés et ignorent quelles seront les répercussions d'un programme de SE sur leur activité. Comme ils seront les plus touchés, ils risquent de penser qu'il est injuste de devoir assumer seuls le financement d'un programme de SE. La prise en charge du coût du SE ne fait pas consensus et, pour beaucoup, il s'agit du principal obstacle à sa mise en œuvre.

Analyse des données

Le processus d'extraction et d'analyse des données issues des enregistrements vidéo est un élément déterminant de la conception d'un programme de SE. Le visionnage des vidéos est souvent l'élément le plus coûteux d'un programme de SE (environ 50 % du coût total). Le choix du nombre d'heures à visionner et des données à extraire doit être guidé par les objectifs du programme de SE dans sa globalité, et être cohérent avec eux. Plus la durée de visionnage augmente et plus les données extraites sont détaillées, plus le coût est élevé. Différents modèles d'attribution de la responsabilité du processus d'analyse des vidéos existent, chacun avec des avantages et des inconvénients.

Confidentialité et accès à l'information

De nombreuses entités souhaiteraient accéder aux vidéos brutes ou aux données traitées des programmes de SE. Un plan de gestion des données couvrant de nombreux aspects (transfert, confidentialité et accès à l'information) devra être élaboré. Toutes les ORGP disposent de politiques de données très détaillées qui traitent des questions de confidentialité et de partage. Citons par exemple les politiques et procédures de confidentialité des données de la CITT et de l'IOTC, ainsi que les règles et procédures applicables en matière de protection, de consultation et de diffusion des données de l'ICCAT. Si aucune de ces politiques ne s'applique aux données du SE, certaines de leurs procédures couvrent de nouveaux types de données. Il est probable que, pour de nombreuses ORGP, les politiques et procédures relatives aux données du SE suivent celles des programmes d'observation.

Conclusion

La tendance est claire : la demande de données de meilleure qualité et d'une pêche responsable est de plus en plus forte. Sous la pression du marché, les entreprises de pêche se mobilisent pour améliorer la durabilité de leurs produits et atténuer le risque de pratiques illégales ou douteuses dans leurs chaînes d'approvisionnement. Les réglementations d'importation, notamment la procédure d'avertissement du règlement de l'Union européenne en matière de pêche illicite, non déclarée et non réglementée ou la loi américaine sur la protection des mammifères marins, obligent les pays à améliorer le suivi et la responsabilité de leurs pêcheries. De nombreux chercheurs et responsables des pêches souhaitent accéder à des données de meilleure qualité pour mieux cerner l'état des ressources halieutiques et la quantité de poisson capturé. Ces éléments entraînent, semble-t-il, un renforcement lent mais régulier des exigences de suivi des pêcheries, et les régimes de gestion modernes envisagent le SE comme un outil contribuant à la réalisation de ces objectifs. Le

SE semble particulièrement adapté aux pêcheries gérées par les ORGP, caractérisées par des milliers de navires et de faibles taux de couverture de certaines flottilles par des observateurs.

Il est de plus en plus admis que des informations de meilleure qualité sont nécessaires à la bonne gestion des pêcheries relevant des ORGP, y compris chez les parties prenantes les plus réticentes. Si les observateurs jouent un rôle important dans la collecte de ces informations, il est irréaliste de penser qu'ils pourront atteindre les taux de couverture des opérations de pêche requis. L'émergence du SE offre une piste intéressante pour augmenter le nombre de navires couverts et répondre au besoin d'informations de meilleure qualité. La mise au point d'un programme de SE comporte des défis, et les caractéristiques des pêcheries gérées par les ORGP peuvent le complexifier. Cependant, ces défis sont surmontables. L'histoire va dans le sens du SE, et la question n'est pas de savoir *si* les ORGP adopteront largement cet outil, mais *quand*.



Michelin M., Sarto N. and Gillett R. 2020.
Roadmap for electronic monitoring in RFMOs.
CEA Consulting pour The Pew Charitable
Trusts.

Le rapport complet de 41 pages (en anglais) est
consultable sur :

www.ceaconsulting.com/casestudies/the-pew-charitable-trusts/

Étude du nombre d'embarcations de pêche côtière aux Fidji¹

Robert Gillett²



Différentes embarcations de pêche côtière de petite taille au port de Lautoka (Fidji). (Crédit photo : R.E. Gillett)

Le nombre de navires de pêche, une donnée importante

Il est important d'estimer le nombre de navires qui pratiquent la pêche côtière dans un pays tel que les Fidji, et, ce, pour plusieurs raisons. Il est généralement admis qu'une bonne connaissance des pêcheries est essentielle pour en assurer une gestion efficace – et le nombre de navires est une donnée importante à cet égard. Par ailleurs, l'effort de pêche est souvent crucial pour déterminer quand et où des mesures de gestion sont opportunes. Dans de nombreuses îles du Pacifique, où il est difficile à quantifier (par exemple en jours-personnes), le nombre de navires qui pratiquent la pêche pourrait donner une idée approximative de l'effort de pêche. Le fait est qu'il est bien plus facile de compter des embarcations que des journées de pêche ou même des pêcheurs. Par le passé, le ministère fidjien des Pêches a, à plusieurs reprises, subventionné de petites embarcations de pêche ou fait don de navires. À l'avenir, il serait judicieux de connaître le nombre actuel de navires et leur répartition géographique avant d'en augmenter le nombre. Parmi les autres raisons qui justifient de connaître le nombre de navires, on peut citer les suivantes :

- La répartition des navires est également très utile pour cibler d'autres initiatives prises par le ministère des Pêches, telles que l'établissement de centres de services aux pêcheurs, la promotion d'association de pêcheurs et l'organisation de formations de garde-pêche.

- Lors de l'évaluation des conséquences des catastrophes naturelles et des efforts de relèvement qui s'ensuivent, alors qu'une grande attention est accordée aux navires de pêche, il est extrêmement difficile de quantifier les pertes réelles sans connaître leur nombre avant la catastrophe.
- À certains égards, les efforts de surveillance des pêches et d'application de la réglementation pourraient être plus efficaces si les opérations visaient des zones présentant une forte densité de navires.

Le nombre de navires de pêche côtière aux Fidji est très incertain. Bien que les navires de pêche doivent en principe être immatriculés auprès du ministère des Pêches, cette règle s'applique uniquement aux navires commerciaux (et ne concerne donc pas ceux utilisés à des fins de pêche vivrière). Autre complication, une proportion inconnue mais probablement importante des navires de pêche côtière commerciale aux Fidji ne sont pas immatriculés.

À propos de cette étude

Cette brève étude théorique a été réalisée avec le soutien financier de la Fondation Packard, fin mai et début juin 2020. Elle visait à estimer le nombre approximatif de petites embarcations de pêche dans le pays et, dans un second temps, à examiner des mécanismes susceptibles de fournir de meilleures estimations.

¹ Le compte rendu intégral de cette étude est disponible sur demande à l'adresse gillett@connect.com.fj.

² Directeur de Gillett, Preston and Associates.

Les termes suivants ont été définis aux fins de la présente étude :

- La « pêche côtière » est synonyme de « pêche littorale » et désigne les activités de pêche menées sur des récifs, dans des lagons et jusqu'à 10 kilomètres des côtes.
- Les « petites embarcations de pêche » désignent de manière générale les embarcations dont la longueur n'excède pas 10 mètres. Concrètement, cette définition inclut la quasi-totalité des navires utilisés à des fins de pêche en mer aux Fidji, à l'exception de ceux qui pratiquent la pêche à la palangre et des navires de plus grande taille qui pratiquent la pêche sur les tombants profonds.

Documentation existante sur le nombre de navires

Le ministère des Pêches immatricule les navires commerciaux, et des informations sur leur nombre apparaissent dans certains de ses rapports annuels. Des informations portant sur les quatre divisions géographiques des Fidji ont été publiées pour la dernière fois en 2008, lorsque le rapport annuel indiquait 1 276 navires de pêche immatriculés. Selon plusieurs sources, le nombre de petites embarcations de pêche (y compris les embarcations commerciales non immatriculées et celles utilisées à des fins de pêche vivrière) serait en réalité bien plus élevé.

Il existe d'autres estimations du nombre de petites embarcations de pêche aux Fidji (accompagnées ici de commentaires en italique) :

- Selon une étude sur la sécurité en mer de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) datée de 1991 (McCoy 1991), le pays comptait environ 1 600 embarcations de pêche motorisées de moins de 10 mètres de long, dont 450 à moteur in-bord, et 400 embarcations non motorisées. *Étant donné que cette étude a été menée aux Fidji sur une période de quelques jours seulement et portait en premier lieu sur la législation relative à la sécurité en mer, il est possible, au vu du grand nombre d'embarcations non motorisées estimé par M. McCoy, que le nombre d'embarcations découle d'estimations établies par le personnel de la Division des pêches de la FAO, et non du système d'immatriculation des navires de la Division.*
- On peut lire dans une étude du secteur halieutique (Hand et al. 2005) de la Banque asiatique de développement : À ce jour, on estime que 895 navires pratiquent la pêche à petite échelle dans le pays, pour la plupart des petites embarcations d'environ 4,5 mètres de long, bien qu'un petit nombre de navires de pêche au vivaneau en eau profonde et de pêche thonière à petite échelle soient également en activité (entre 6 et 10 environ). *Bien que j'aie participé à cette étude, j'ignore d'où Tony Hands tient ces chiffres. Tony n'avait qu'une expérience limitée aux Fidji et n'a certainement pas recensé lui-même les navires. Le rapport annuel du service des pêches pour l'année 2005 fait état d'un nombre de navires bien plus important que les 895 mentionnés dans l'étude.*
- Un projet de la Communauté du Pacifique visant à mettre en place un système d'immatriculation des petites unités de pêche (Welch 2016) estimait qu'il existait plus de 1 500 embarcations de moins de 15 mètres. *D. Welch n'a pas recensé les navires lors de son court séjour aux Fidji, de sorte que ce chiffre provient probablement du ministère des Pêches.*

Le rapport classe les pirogues dans la catégorie des petites unités de pêche, alors qu'elles ne sont habituellement pas utilisées pour pêcher aux Fidji.

- Dans une étude du Fonds mondial pour la nature sur les marchés aux poissons dans la Division occidentale, E. Takali (2018) avance le nombre d'environ 666 navires de pêche immatriculés dans la province de Ba. *Les données du bureau de la Division occidentale du ministère des Pêches font état de 490 navires de pêche immatriculés dans l'ensemble de la Division occidentale (qui comprend la province de Ba et deux autres provinces) en 2018, ce qui porte à croire qu'il existe un écart relativement important entre le nombre de navires de pêche immatriculés et leur nombre réel.*

Si ces informations ne s'avèrent pas particulièrement utiles pour estimer le nombre actuel de petites embarcations de pêche aux Fidji, elles confirment qu'il est difficile d'estimer le nombre de navires dans le pays.

Autres moyens d'estimer le nombre de navires

Durant l'étude, plusieurs moyens d'estimer le nombre de navires ont été étudiés, à savoir : 1) utilisation d'images Google Earth, 2) radar à grande longueur d'onde embarqué sur satellite, 3) télédétection laser (LIDAR) aérienne, 4) estimation du nombre de navires non immatriculés par le personnel du ministère des Pêches, 5) connaissances des constructeurs d'embarcations, 6) mon expérience personnelle des villages côtiers fidjiens et 7) exploitation des données d'évaluation des cyclones.

Google Earth cartographie la Terre en superposant sur un globe 3D des images satellite, des photographies aériennes et des données obtenues grâce à des systèmes d'information géographique, ce qui permet aux utilisateurs d'observer des villes, des paysages et divers objets (fig. 1). Au début de cette étude, son utilisation semblait très prometteuse et des exercices ont été menés en vue de tester ce potentiel par le biais d'une vérification sur le terrain. Il est ressorti de ces activités que l'utilisation de Google Earth aux fins du recensement des petites embarcations de pêche pose plusieurs difficultés, la plus importante étant l'impossibilité de comptabiliser les navires rangés sous des arbres.

D'autres formes de technologie aérienne pouvant éventuellement être utilisées en vue de compter les caboteurs ont été examinées dans le cadre de cette étude : des systèmes spatioportés (radar à grande longueur d'onde) et aéroportés (LIDAR). Il est apparu que, si plusieurs formes de technologie aérienne sont très prometteuses aux fins du recensement des navires de pêche côtière, aucune ne semble actuellement en état d'être exploitée par le personnel du ministère des Pêches.

Les autres méthodes employées dans le cadre de cette étude en vue d'estimer le nombre de navires se sont avérées plus prometteuses (tableau 1). Les chiffres obtenus avec ces quatre approches semblent, dans une certaine mesure, converger. En exploitant le tableau 1 de manière sélective, on peut estimer que les Fidji comptent approximativement 3 800 petites embarcations de pêche.

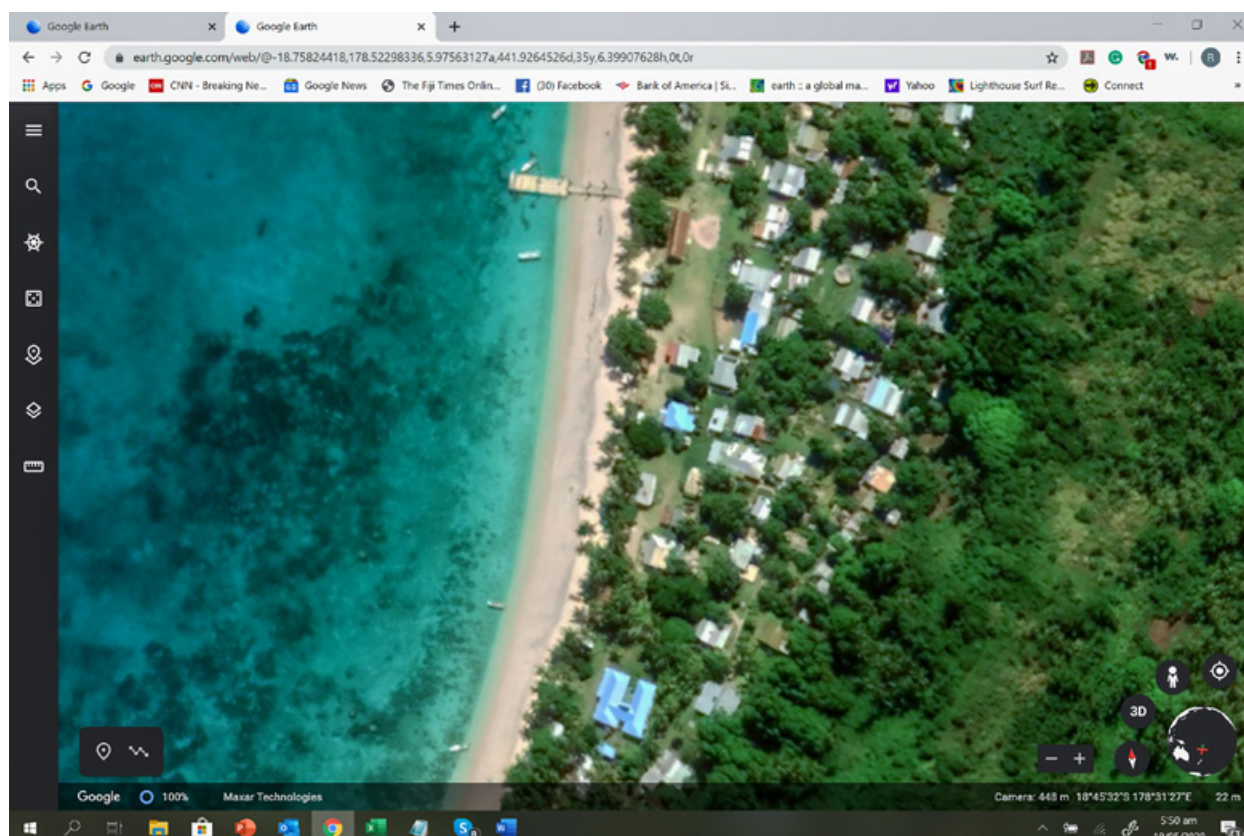


Figure 1. Image Google Earth sur laquelle apparaissent cinq embarcations ancrées à Dravuni, Kadavu (Fidji).

Tableau 1. Autres méthodes employées pour estimer le nombre d'embarcations de pêche côtière aux Fidji.

Méthode	Estimation du nombre d'embarcations	Observation
D'après l'expérience des cadres du ministère des Pêches dans les divisions géographiques, le nombre réel d'embarcations de pêche en activité est deux à trois fois supérieur au nombre d'embarcations immatriculées.	Entre 2 552 et 3 828 embarcations en 2008	Le nombre d'embarcations immatriculées a été indiqué dans un rapport annuel pour la dernière fois en 2008 (1 276 embarcations immatriculées dans les quatre divisions).
Estimations combinant les données de production des constructeurs fidjiens et de longévité des embarcations	Environ 3 000 embarcations en fibre de verre et plusieurs centaines d'autres	Les estimations du nombre de navires importés et construits par des particuliers ne sont que des hypothèses peu fondées.
Mon expérience d'observation du nombre d'embarcations sur la plage ou au mouillage à proximité de villages côtiers dans pratiquement tout le pays	3 400 embarcations	Quatre embarcations en moyenne par village côtier, pour 850 villages côtiers aux Fidji.
Estimation, dans une étude postcyclonique, du nombre d'embarcations avant le cyclone	4250 embarcations	L'étude faisait état de 774 embarcations réparties dans 154 villages (moyenne de cinq par village). Cette moyenne est multipliée par les 850 villages côtiers que comptent les Fidji. Le nombre moyen d'embarcations par village pourrait être biaisé par la grande concentration observée dans la province de Ba.

Cette estimation pourrait s'avérer très inexacte en raison des faiblesses que présentent les méthodes employées. La combinaison de données (et d'estimations) de différentes années est particulièrement problématique, de même que la question des navires inutilisés ou utilisés à d'autres fins (transport, tourisme). Il s'agit toutefois de la seule estimation disponible des dernières années, et elle est 4,7 fois supérieure au nombre de petites embarcations de pêche estimé dans le cadre d'une étude du secteur halieutique datée de 2005 (Hand *et al.* 2005).

Perspectives

L'étude conclut que les solutions les moins onéreuses et les plus pratiques permettant de mieux estimer le nombre de navires consisteraient à intégrer des questions sur leur nombre dans les différents recensements démographiques et/ou agricoles, comme cela a été fait dans d'autres pays insulaires océaniques tels que les Îles Cook et Vanuatu. À cet effet, les agents des pêches doivent anticiper et participer aux réunions de planification des recensements des bureaux nationaux de la statistique afin de veiller à ce que ces dispositifs recueillent les informations souhaitées.

Bibliographie

- Gillett R. 2020. Estimating the number of coastal fishing vessels in Fiji. Gillett, Preston and Associates for Fiji's Ministry of Fisheries. 20 p.
- Hand T., Davis D. and Gillett R. 2005. Republic of the Fiji Islands: Fisheries sector review. Manila, Philippines: Asian Development Bank. 95 p.
- McCoy M. 1991. Safety at sea in Pacific Island fisheries. Suva: Food and Agriculture Organization/United Nations Development Programme Regional Fisheries Support Programme. 75 p.
- Takali E. 2018. Western Division market field data collection [Tavua – Nadi] marine fish movement within the Province of Ba. Suva: World Wildlife Fund – Pacific. 12 p.
- Welch D. 2016. A small-scale vessel registration system for Pacific Island countries and territories. Noumea, New Caledonia: Pacific Community. 14 p.



Exploiter le savoir local pour orienter les recherches sur le crabe de cocotier aux Fidji

Epeli Loganimoce^{1*}, Max Tukana¹, Viliame Bainivesi², Prakriti Rachna², Volau Titoko² et George Shedrawi³

Entre le 22 juin et le 14 juillet 2020, l'équipe PEUMP⁴ de l'Université du Pacifique Sud, en collaboration avec la division de la recherche du ministère fidjien des Pêches, a mené une enquête auprès des chasseurs de crabes de cocotier sur les îles de Nagelelevu et de Vanua Balavu, qui se trouvent respectivement dans les provinces de Cakaudrove et de Lau. L'étude visait à réunir autant d'informations que possible sur les expériences des chasseurs et leur vision du comportement local de ces crustacés. Les informations fournies par les chasseurs contribueront à déterminer quand et où mener des études indépendantes des pêcheries sur les populations de crabes de cocotier dans la région. Les données, exprimées sous la forme de fluctuations saisonnières, relatives à l'abondance, la reproduction, la concentration et la pression exercée par la chasse seront utiles à la bonne planification et à la conduite adéquate d'une étude de référence qui pourra être utilisée aux fins d'une gestion efficiente et efficace des populations de crabes de cocotier aux Fidji.

Contexte

Le crabe de cocotier (*Birgus latro*), appelé localement *ugavule*, est un crustacé cousin du bernard-l'ermite. Au fil de leur évolution, les crabes de cocotier sont devenus les crabes terrestres les plus grands et les moins dépendants de l'océan, dans lequel les femelles se contentent de libérer leurs larves, qui y restent entre trois et quatre semaines avant de retourner sur la terre ferme. Aux Fidji, l'*ugavule* est une spécialité locale proposée aux touristes dans les restaurants et les hôtels. Facile à capturer, il est toutefois exposé à la surexploitation.

La présence de crabes de cocotier a été relevée sur des îles calcaires situées à l'extrême nord-est et sud-est des Fidji, notamment dans certaines parties des îles de Yadua et d'Aiwa, de l'île de Cikobia (Macuata), de l'île de Cikobia (Lau), de l'île de Kabara et de l'atoll de Nagelelevu dans les îles Ringgold,

ainsi que dans quelques îles privées. À l'instar de ce qui a été observé à Niue et sur l'île de Mauke, la présence du crabe de cocotier semble corrélée à des habitats insulaires présentant des calcaires soulevés, à la disponibilité de nourriture et à des habitats préservés.

Les ressources halieutiques côtières des Fidji sont soumises à une pression croissante et, compte tenu de la pandémie de COVID-19 qui sévit actuellement, on s'attend à ce que l'évolution des utilisations vivrières et commerciales des ressources naturelles intensifie ces pressions. Malgré ces pressions, qui touchent les crabes de cocotier, aucun plan de gestion n'est actuellement en place pour assurer l'exploitation durable de cette ressource importante. Le ministère fidjien des Pêches sait que les stocks de crabes de cocotier font l'objet d'une exploitation excessive et qu'il est urgent de recueillir des informations de référence sur les populations.

¹ Institut des ressources marines, Faculté des sciences, des technologies et de l'environnement, Université du Pacifique Sud, Suva (Fidji).

² Division de la recherche, du développement et de l'évaluation des ressources, ministère des Pêches, Suva (Fidji).

³ Communauté du Pacifique, Programme pêche côtière, Division pêches, aquaculture et écosystèmes marins, Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

⁴ Financé par l'Union européenne et la Suède à hauteur de 45 millions d'euros, le Programme de partenariat marin Union européenne-Pacifique (PEUMP) a pour but de mettre la gestion durable et la bonne gouvernance des océans au service de la sécurité alimentaire et de la croissance économique, tout en promouvant la résilience au changement climatique et la conservation de la biodiversité marine. Il obéit à une démarche globale qui intègre les thématiques relatives à la pêche hauturière, à la pêche côtière, au développement communautaire, à la conservation marine et au renforcement des capacités dans une intervention régionale unique.

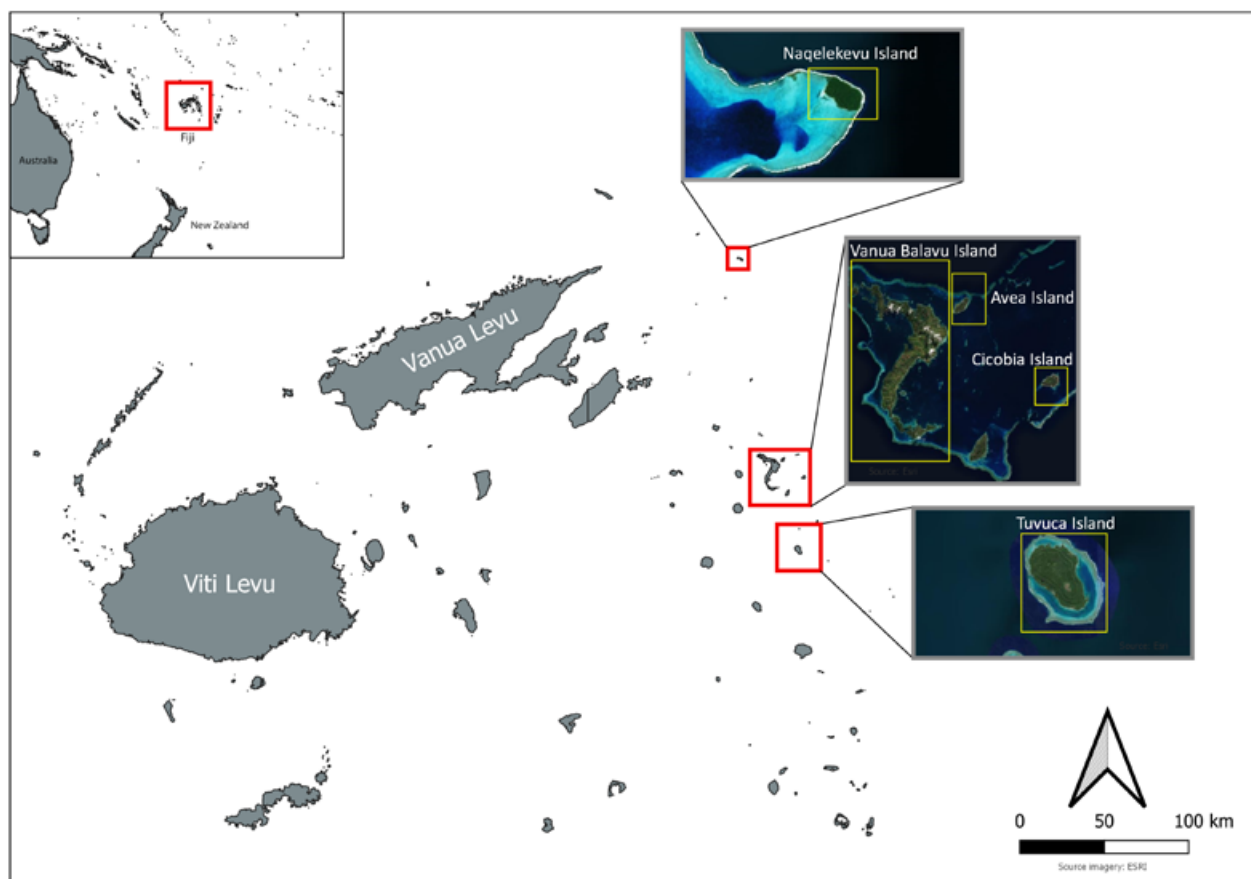


Figure 1. Zones d'étude du crabe de cocotier..

Aux Fidji, la loi (modifiée) sur les espèces menacées et protégées (2017), annexe 1 (section 3), partie 9, réserve la vente de crabes de cocotier aux pêcheurs enregistrés auprès de l'organe de gestion de la CITES du pays. Cependant, cette loi a été particulièrement mal appliquée ces dernières années, ce qui a probablement contribué au déclin non documenté des populations de ce crustacé. Des pays tels que Niue et les Îles Cook ont adopté des mesures de gestion visant à préserver leurs stocks. Aux Fidji, il est avant tout nécessaire de réunir des informations de référence en procédant à une évaluation des stocks dans une sélection de sites. Les connaissances des membres de la communauté locale sur les populations de crabes de cocotier et leurs déplacements sont une source d'informations, souvent négligée, qui permet d'orienter la gestion des ressources naturelles.

Objet et méthodes de l'étude

Nous avons interrogé des chasseurs locaux afin de réunir des informations essentielles sur le comportement des crabes de cocotier qui permettront d'éclairer l'évaluation de référence des stocks et l'élaboration d'un plan de gestion. Des entretiens ciblés ont été menés auprès de chasseurs de crabes de cocotier originaires de l'île de Naelelevu dans la province de Cakaudrove et des îles de Vanua Balavu dans la province de Lau (fig. 1). Chaque entretien a duré une vingtaine de minutes, et les informations fournies par chacun des chasseurs ont été compilées et synthétisées de manière à caractériser l'activité du crabe de cocotier selon les saisons et les sites.

Résultats et discussion

L'équipe a interrogé 28 chasseurs dans six villages (Naelelevu, Cikobia, Namalata, Susui, Daliconi et Tuvuca) de deux provinces (Lau et Cakaudrove) (fig. 2). Les chasseurs étaient principalement de sexe masculin, probablement en raison des rôles traditionnellement assignés aux femmes, qui limitent leur participation aux activités de chasse. Plus de 50 % des chasseurs interrogés étaient âgés de 50 ans et plus, et l'expérience cumulée des personnes de cette tranche d'âge a permis d'obtenir de précieuses informations sur le comportement du crabe de cocotier. Par exemple, un participant de Tuvuca possédant à lui seul plus de 30 ans d'expérience dans la chasse du crabe de cocotier nous a expliqué qu'après avoir mué, les crabes sortent de leurs terriers à la saison de la récolte de deux variétés d'ignames cultivées localement (*kawai* : *Dioscorea esculenta* et *tivoli* : *Dioscorea nummularia*).

L'accès à la plupart des sites se fait par navire équipé d'un moteur hors-bord. La consommation de carburant est comprise entre 5 et 8 litres dans les villages de Namalata et d'Avea, et entre 20 et 25 litres dans les villages de Daliconi et de Tuvuca. Les chasseurs de Naelelevu sont ceux qui consomment le plus de carburant, à hauteur de 200 litres environ par sortie. Les chasseurs passent en moyenne une semaine sur l'île avant de rentrer avec leurs prises sur l'île de Taveuni. La fréquence des sorties dépend également du service de ferry qui dessert les îles de Vanua Balavu et de Naelelevu à un rythme mensuel, les

chasseurs multipliant les sorties une dizaine de jours avant le passage du ferry. En effet, tous ne disposent pas de navires et le ferry sert ainsi à transporter les prises. Pendant cette période, les sorties peuvent durer entre quatre et cinq jours par semaine, et jusqu'à 12 heures par jour dans certains endroits (par exemple sur l'île de Tuvuca). Les crabes sont principalement destinés à la consommation vivrière, mais les chasseurs peuvent aussi en vendre à des familles et à des restaurants locaux à Taveuni pour rentrer dans leurs frais. Le prix unitaire du crabe de cocotier dépend de sa taille et est compris entre 10 et 50 dollars fidjiens⁵.

Les conditions météorologiques et les périodes de la journée déterminent généralement la fréquence et les horaires des sorties de chasse. La plupart des chasseurs préfèrent chasser le soir (entre 18 h et 24 h) ou très tôt le matin (entre 3 h et 5 h), aux heures où les crabes de cocotier sortent pour se nourrir, ce qui augmente le potentiel de capture. Les saisons humides et sèches influeraient aussi fortement sur les taux de capture, le nombre de prises étant généralement plus élevé en saison humide.

Les chasseurs ont décrit des comportements décisifs pour la planification de l'évaluation de référence des stocks, tels que l'accouplement, la présence de femelles grainées, la libération

d'œufs par les femelles grainées et la période de mue. Les chasseurs confirment que la mue débute à la fin du deuxième trimestre (avril-juin) (48,9 % des participants) et se poursuit jusqu'au troisième trimestre (juillet-septembre) de l'année civile (42,6 % des participants). Pendant la mue, le nombre de terriers augmente, tandis que les individus de grande taille sont moins abondants. Certains chasseurs piquent le sol autour du terrier à l'aide de longs bâtons ou de tiges métalliques pour tenter d'atteindre un crabe après sa mue. Dans la plupart des cas, cette technique, réservée aux terriers de taille relativement grande, s'avère inefficace.

Les individus de grande taille muent sensiblement plus lentement que ceux de petite taille. Les chasseurs sont d'avis que les crabes s'accouplent après la mue, mais très peu d'entre eux en ont été témoins. Ils se basent par ailleurs sur les changements comportementaux observés chez la majorité des individus de grande taille aux alentours du troisième trimestre de l'année pour dater l'accouplement. La plupart d'entre eux ignorent que les pléopodes permettent de distinguer les femelles des mâles (fig. 3), mais savent que la proximité de deux individus de grande taille est très vraisemblablement une première étape du processus d'accouplement. D'après les chasseurs, deux

⁵ 1,00 dollar fidjien = 0,41 Euros (novembre 2020).

Figure 2. Volau Titoko, agent responsable au sein du ministère fidjien des Pêches, s'entretient avec un chasseur dans le village de Daliconi, à Vanua Balavu, dans la province de Lau. (Crédit photo : © Epeli Loganimoce, Institut des ressources marines, USP)



adultes proches l'un de l'autre finissent souvent par s'affronter et défendre leur territoire, de sorte qu'une telle proximité sans lutte est vraisemblablement un signe de parade nuptiale et d'accouplement. Environ 70 % des participants confirment que ce comportement d'accouplement se produit au troisième trimestre de l'année, entre juillet et septembre ; 68,7 % observent généralement la présence de femelles grainées au cours du dernier trimestre, entre octobre et décembre ; et 19 % indiquent observer ce comportement au cours du premier trimestre, entre janvier et mars. D'après la majorité des réponses, les femelles commencent à porter des œufs en novembre, qu'elles relâchent dans les dernières semaines de décembre et début janvier. Les œufs sont libérés à marée haute le long de côtes rocheuses. À cette période, les chasseurs observent des femelles grainées accrochées à des falaises, qui laissent les vagues entraîner leurs œufs dans l'océan. Sur l'île de Tuvuca, des participants ont observé des femelles grainées de différentes tailles migrer vers la côte qui fait face au village pour y libérer leurs œufs, ce qui en fait des proies faciles pour les chasseurs.

Les conclusions de cette étude soulignent l'importance d'exploiter le savoir local des chasseurs et des pêcheurs pour réunir des informations biologiques et comportementales des ressources halieutiques. Les données indiquent une convergence des vues des chasseurs sur l'accouplement, la présence de femelles grainées, la libération d'œufs par ces femelles et la

période probable de mue. Autre résultat de taille, cette étude a permis de nouer des liens et de créer un réseau au sein des communautés. L'équipe a, sur chacun des sites étudiés, mené des entretiens informels, fait connaître le projet en cours et sensibilisé les chasseurs et d'autres membres de la communauté à l'importance d'une ressource en crabe de cocotier durable et bien gérée.

Prochaines étapes

Les informations cruciales recueillies lors de cette enquête serviront à la mise en œuvre de l'évaluation de référence des stocks de crabes de cocotier aux Fidji, laquelle contribuera à l'élaboration d'outils et de directives de gestion. Ces dernières seront nécessaires pour garantir une exploitation durable du crabe de cocotier et assurer la survie de l'espèce. À cet effet, les communautés doivent être associées aux premières étapes de l'élaboration des stratégies de gestion dans le cadre d'un processus de consultation communautaire.

Deux grandes opérations sont en cours, dans le cadre desquelles l'équipe de l'USP et du ministère fidjien des Pêches est formée, par le biais d'un atelier virtuel de la Communauté du Pacifique, à la collecte et à la gestion de données sur le terrain ainsi qu'à la conduite d'une évaluation de référence des stocks aux Fidji.

Figure 3. Crabe de cocotier femelle de l'île de Nagelevu (province de Cakaudrove, Fidji) présentant des pléopodes visibles. (Crédit photo : © Epeli Loganimoce, Institut des ressources marines, USP)





Crabes de cocotier ficelés après une chasse matinale sur l'île de Nagelelevu (province de Cakaudrove, Fidji).
(Crédit photo : © Epeli Loganimoce, Institut des ressources marines, USP)

Remerciements

Cette étude a été financée par le programme PEUMP. L'USP est – avec la CPS, l'Agence des pêches du Forum des Îles du Pacifique et le Secrétariat du Programme régional océanien de l'environnement – l'un des quatre principaux partenaires d'exécution du programme PEUMP, une initiative financée à hauteur de 45 millions d'euros par l'Union européenne et par la Suède.

Suggestions de lecture

Fletcher W. and Amos M. 1994. Stock assessment of coconut crabs. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research. 32 p.

Fletcher W.J., Brown I.W. and Fielder D.R. 1990. Growth of the coconut crab *Birgus latro* in Vanuatu. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 141:63–78.

Helagi N., Tafatu J., Bertram I., Moore B., Linawak M. and Pakoa K. 2015. Status of the coconut crab *Birgus latro* in Niue. Noumea, New Caledonia: Pacific Community. 38 p. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/suyys>

Lee S., Lewis A., Gillett R., Fox M., Tuqiri N., Sadovy Y., Bati-basaga A., Lalavanua W. and Lovell E. 2018. Coconut crab. p. 30–33. In: Mangubhai S., Lee S., Gillett R. and Lewis T. (eds). *Fiji fishery resource profiles; Information for management on 44 of the most important species groups*. Suva: Gillett, Preston and Associates.

Matamaki T., Munro E., Helagi N., Bertram I. and Samuel R. 2016. Assessment of the coconut crab (*Birgus latro*) in Mauke, Cook Islands. Noumea, New Caledonia: Pacific Community (SPC). 21 p. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/u4wyf>

Qounadovu S. 2017. Coconut crabs at risk. Suva: The Fiji Times Available at: <https://www.fijitimes.com/coconut-crabs-at-risk/> (Accessed 13 August 2020).

Élaboration d'un suivi participatif des pêches communautaires à Kiribati et à Vanuatu

Neil Andrew^{1*}, Brooke Campbell¹, Aurelie Delisle¹, Owen Li¹, Pita Neihipi^{2,3}, Beia Nikiari⁴, Abel Sami³, Dirk Steenbergen¹ et Tarateiti Uriam⁴

Introduction

La pérennisation de l'approvisionnement en poissons côtiers a été érigée en priorité par différents pays dans une série de déclarations politiques régionales, parmi lesquelles la Déclaration de Vava'u (2007)⁵, la Politique d'Apia⁶, la feuille de route pour la gestion et le développement durable des pêcheries côtières 2014–2023 du Groupe du fer de lance mélanésien⁷, le Cadre Pacific Oceanscape du Secrétariat général du Forum des Îles du Pacifique⁸ et la Déclaration de Palau « Océan : vie et avenir » adoptée en 2014⁹.

La publication en 2015 du document Une nouvelle partition pour les pêches côtières – les trajectoires de changement : la Stratégie de Nouméa (la Nouvelle partition)¹⁰ et les ateliers organisés en amont ont marqué un tournant dans la concrétisation de ces ambitions. Cinq ans après, les pêches côtières figurent en bonne place parmi les priorités nationales, et les investissements se multiplient en faveur de programmes nationaux visant à appuyer les politiques et la gestion dans ce domaine. À Kiribati et à Vanuatu, par exemple, des feuilles de route ont été élaborées dans le but de mettre en œuvre les visions décrites dans la Nouvelle partition et dans les documents nationaux relatifs au développement et aux pêches (MFMRD 2019 ; VFD 2019).

La Nouvelle partition démontre avec pertinence que de nouvelles orientations et des innovations sont nécessaires pour concrétiser les visions des dirigeants régionaux, et décrit sans détour les difficultés à cet égard. Il est difficile d'inverser le processus de déclin des ressources halieutiques et d'accroître leur contribution à la sécurité alimentaire et au développement économique en raison de la situation géographique et du manque d'infrastructures : de nombreuses îles et communautés sont en effet isolées et de petite taille, et les autres sources de nourriture et de revenus y sont limitées.

Ces difficultés apparaissent clairement si l'on considère le deuxième résultat escompté de la Nouvelle partition : « Les

mesures de gestion et les politiques s'appuient sur des informations suffisantes et pertinentes ». Les milliers de petites pêcheries complexes des régions rurales du Pacifique, de par leur nature, ne permettent pas de recourir à des approches et des méthodes génériques pour atteindre le deuxième résultat escompté. Aucune grille de lecture ou boîte à outils ne peut couvrir à elle seule les multiples situations et objectifs, et les données sont rares. Les programmes visant à satisfaire aux obligations mondiales, régionales et nationales de rapport ou à appuyer les pêches commerciales nationales ne profiteront pas, par exemple, aux communautés qui cherchent à améliorer la gestion de leurs ressources. Et, indépendamment du but poursuivi, les capacités et les contraintes financières limiteront encore davantage les possibilités. Selon le Rapport de situation sur les pêches côtières 2019 de la Communauté du Pacifique (CPS), on ne sait toujours pas grand-chose, dans la région, de la durabilité des prélèvements côtiers et de la mesure dans laquelle leur gestion est étayée par des données scientifiques (CPS 2019).

Nous présentons ici un programme de suivi des pêches visant à appuyer la gestion communautaire des pêches de Kiribati et de Vanuatu dans le cadre du projet Pathways. Fruit de la collaboration entre les services nationaux des pêches de Kiribati, des Îles Salomon et de Vanuatu, la Communauté du Pacifique, l'Université de Wollongong et WorldFish, ce projet s'inscrit dans la longue tradition océanienne de gestion communautaire des pêches (Ruddle 1998 ; Govan 2009 ; Schwarz *et al.* 2011 ; Cohen and Foale 2013 ; Leopold *et al.* 2013 ; Jupiter *et al.* 2014 ; Cohen and Steenbergen 2015 ; Webster *et al.* 2017 ; et références y citées). Ces initiatives suscitent un intérêt croissant alors que les problèmes de sécurité alimentaire et nutritionnelle dans les communautés rurales gagnent en importance, en particulier ces quatre derniers mois marqués par le début de la pandémie de COVID-19 (Farrell 2020 ; Eriksson *et al.* 2020 ; Steenbergen *et al.* 2020). Avec la hausse des investissements, une attention accrue est accordée aux résultats et à l'évaluation de la gestion communautaire des pêches, et à la production

¹ Centre national australien pour les ressources océaniques et la sécurité, Université de Wollongong, Wollongong (Australie).

² Service des pêches de Vanuatu, Port-Vila (Vanuatu).

³ Communauté du Pacifique, Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

⁴ Ministère des Pêches et de la Valorisation des ressources marines, Tarawa (Kiribati).

⁵ <https://www.forumsec.org/2007/04/20/the-vavau-declaration-on-pacific-fisheries-resources-our-fish-our-future/>

⁶ <http://purl.org/spc/digilib/doc/mgtfs>

⁷ <http://purl.org/spc/digilib/doc/fmc3e>

⁸ <https://www.forumsec.org/wp-content/uploads/2018/03/Framework-for-a-Pacific-Oceanscape-2010.pdf>

⁹ <https://www.hokulea.com/wp-content/uploads/2016/08/Palau-Declaration-on-The-Ocean-Life-and-Future.pdf>

¹⁰ <http://purl.org/spc/digilib/doc/eyzr8>

* Auteur à contacter : nandrew@uow.edu.au.

d'enseignements généralisables. Le projet, qui a mobilisé 134 communautés, a permis de mettre en place de nouveaux plans de gestion dans 45 d'entre elles et d'en amorcer l'élaboration dans 18 autres.

Les pêcheries des communautés participantes affichent une diversité remarquable, notamment en ce qui concerne les engins de pêche, la variabilité saisonnière, l'état des marées, les rôles sexospécifiques dans le secteur, les demandes culturelles en poisson, les forçages externes influant sur la demande, les marchés, les conditions météorologiques, les compétences, les politiques, la disponibilité de moteurs hors-bord et la présence de la ciguatera (Adams 2012 ; Sulu *et al.* 2015 ; Bell *et al.* 2018 ; Gillett and Tauati 2018). À l'inverse, certaines pêcheries ciblent une ou plusieurs espèces au moyen d'un seul type d'engin. Brosser un portrait des pêcheries qui permette aux communautés de mieux gérer leurs ressources est une tâche qui rappelle la parabole indienne dans laquelle des personnes aveugles décrivent un éléphant : toutes les vérités sont partielles et il existe mille manières de se tromper.

Malgré la complexité de cette tâche, il est impératif de contribuer à une gestion mieux éclairée. Cette initiative visait à évaluer les résultats des plans de gestion communautaire au regard des objectifs qui y figurent. Nous sommes conscients que la gestion communautaire des pêches peut prendre plusieurs formes, et peut ou non être codifiée sous la forme d'un plan de gestion formel. Si cette diversité est manifeste dans les communautés avec lesquelles nous travaillons, aux fins de l'élaboration du suivi, nous avons retenu un sous-ensemble de communautés qui ont consigné leurs ambitions en matière de gestion sous la forme d'un plan.

Nous ne nous sommes pas intéressés, au premier chef, à l'évaluation des politiques nationales et à la présentation des progrès accomplis au regard des Objectifs de développement durable ni même de la Nouvelle partition. Nous n'avons pas non plus évalué les résultats des pêches commerciales nationales, par exemple, de la bêche-de-mer, du thon ou du vivaneau profond. Bien entendu, le programme d'échantillonnage contribuera par la même occasion à ces objectifs et alimentera les connaissances sur la diversité des espèces, la structure par taille des prises, etc., même si ce n'est pas le but premier.

Dans cette optique, le processus de conception prend la forme d'une série de décisions et de compromis visant à concilier les aspects pratiques et les ambitions en matière d'information. Nous mettons en lumière ci-après certains des choix opérés en vue de concevoir un programme de suivi légitime, simple, pratique et servant l'objectif fixé. Ces choix reposent sur les informations et les enseignements tirés d'autres programmes, mais ne coïncident pas forcément avec les décisions prises dans d'autres contextes et à d'autres fins. Dans le cadre de cette étude et de l'étude de cas menée parallèlement à Vanuatu, nous nous concentrons sur le processus de collecte de données, réservant d'autres aspects des programmes à de futurs articles.

Un volume important de données est généralement une bonne chose. Les travaux sur le suivi des pêches évoquent de manière récurrente cette question et, en particulier dans la pêche à petite échelle, la difficulté d'évaluer des activités pour lesquelles les données sont limitées (voir Halls *et al.* 2005 et Dowling *et al.* 2019). Une abondante littérature permet de guider les

nombreux compromis nécessaires à la mise en œuvre d'un programme fructueux (Halls *et al.* 2005 ; Dowling *et al.* 2019), notamment dans la région océanienne (par exemple, Dumas *et al.* 2009 ; Govan 2014 ; CPS 2016). Les problématiques sont multidimensionnelles et portent, par exemple, sur les coûts, la simplicité, la pertinence, la faisabilité, le potentiel de transposition à diverses échelles, la légitimité et l'adaptabilité. Nous décrivons ci-après quatre dimensions, les difficultés rencontrées et les compromis trouvés en vue d'élaborer un programme de suivi des pêches approprié. Tout choix entraîne des coûts d'opportunité en termes d'informations recueillies ou non, ainsi que des conséquences à la fois financières et temporelles.

Le suivi, partie d'un processus plus large

Notre approche inscrit le processus de suivi et d'évaluation dans le cadre et au service d'un engagement plus profond des communautés en faveur d'une gestion communautaire des pêches. Cette démarche place le biologiste halieute en retrait, pour mettre l'accent sur d'autres disciplines, dans une approche transdisciplinaire de l'évaluation. En nous appuyant sur les travaux existants et sur les expériences en matière de développement rural, de pêches et de politiques, nous avons postulé que la durabilité pourrait être plus fortement déterminée par la volonté des membres de la communauté de définir une ligne de conduite et d'élaborer et d'appliquer des règles que par la fiabilité des données d'évaluation. Autrement dit, la science et les données, en tant que construction occidentale, peuvent être ou ne pas être déterminantes pour l'émergence d'un engagement collectif. Le suivi vise à encourager et à appuyer les échanges pilotés par les communautés et à rapprocher les visions du monde des membres des communautés, des services nationaux et de leurs partenaires.

Par conséquent, nous avons accordé la priorité à notre lien avec les communautés (compréhension mutuelle de notre rôle et légitimité des institutions de gestion). À cet effet, la mobilisation des communautés, l'élaboration conjointe du programme de suivi, l'appropriation par les communautés des données générées et la présentation et la traduction des résultats dans une forme qui leur est utile ont été essentielles.

Le programme de suivi et d'évaluation, qui repose sur les liens noués et sur une finalité commune, comporte trois phases (fig. 1). Avant les visites dans les communautés, les enquêteurs (membres de l'équipe du projet, agents des pêches et membres des communautés) ont été formés à l'utilisation des outils d'enquête. Les visites de suivi sont présentées en amont, et les équipes chargées de recueillir les données consacrent leur première journée dans les communautés à discuter de l'activité de suivi et de sa contribution aux activités futures ou passées de gestion communautaire des pêches, à répondre aux questions et aux préoccupations, et à recruter des participants intéressés. Ces activités ont pour but d'encourager les communautés à contribuer – en faisant prendre conscience de l'importance de la participation de chacun des pêcheurs – à la bonne compréhension de la manière dont le projet appuie les ambitions des communautés en matière de gestion communautaire des pêches.

Élément important, les conclusions tirées des données recueillies sont communiquées aux différentes communautés à l'issue de chaque cycle de collecte. Les premiers rapports présentent

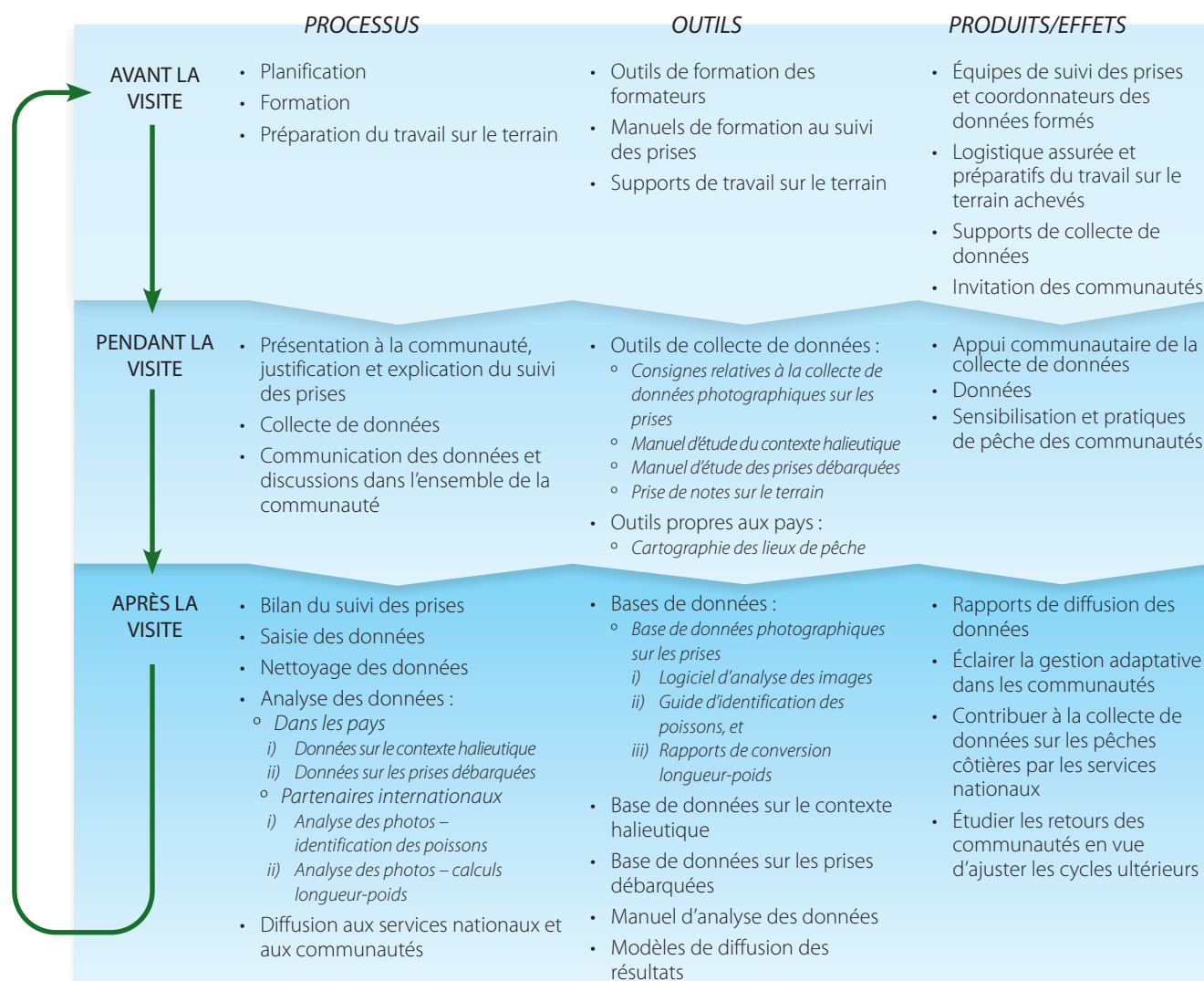


Figure 1. Composantes du programme de suivi des pêches.

des informations sur les tendances générales et la composition des prises, ainsi que des informations adaptées aux efforts de gestion spécifiques de chaque communauté. L'étape suivante consiste à réinjecter les données recueillies par le programme de suivi dans le cycle de gestion, de sorte que les communautés puissent les utiliser pour évaluer leurs plans (ou règles) de gestion communautaire des pêches et décider d'éventuels ajustements. Eu égard au fait que les services nationaux sont des partenaires de la gestion communautaire des pêches, les rapports sont également établis à leur intention en tenant compte de leurs besoins respectifs sur le plan de la présentation des résultats, de la gestion et des politiques.

Méthodes mixtes

Nous utilisons une approche fondée sur des méthodes mixtes (Creswell and Creswell 2018) pour produire des instantanés des pêcheries à l'aide de quatre outils de collecte de données : 1) une étude des prises et de l'effort, 2) une étude du contexte halieutique, 3) des photographies des prises et 4) la prise de notes sur le terrain par les observateurs des prises. L'étude du contexte halieutique, menée à l'aide d'une méthode de rappel, visait à éclairer les

habitudes de pêche au cours des sept jours précédents, les temps de trajet jusqu'aux principales zones de pêche, les changements observés dans les ressources en poissons et invertébrés au cours d'une période définie, la connaissance et le respect des règles de gestion locales et toute préoccupation liée aux ressources. Le cas échéant, des questions ont été adaptées à partir de différents outils d'enquête nationaux et de la CPS, notamment d'enquêtes sur le budget et la consommation des ménages, de Tails+11 et d'études réalisées par l'équipe du projet Pathways (voir également Kaly *et al.* 2016 ; Molai *et al.* 2020).

Ces outils ont été testés dans 10 communautés qui mettent en œuvre des plans de gestion communautaire des pêches, avec des missions d'échantillonnage d'une durée moyenne de deux semaines, selon la logistique. À ce jour, 7 891 poissons (313 espèces) prélevés lors de 295 sorties ont été mesurés, et 279 pêcheurs interrogés. Il est prévu que les enquêtes soient menées à un rythme trimestriel durant l'année à venir, puis évaluées. Elles sont pour l'heure réalisées sur papier, le temps que les observateurs des prises se familiarisent avec les formulaires, que la conception soit finalisée et que les questions soient affinées. De futures itérations intégreront les modules d'enquête et de photographie sous la forme d'un outil sur tablette.

¹¹ Tails est une application pour tablette qui facilite la collecte de données sur les prises de thon, de vivaneau profond et de poisson de récif auprès des petits pêcheurs et permet de charger ces dernières dans une base de données centrale pour analyse (pour plus d'informations, voir <https://oceanfish.spc.int/en/ofpsection/data-management/spc-members/dd/505-tails-application>). Tails+ est une version adaptée de Tails, qui permet de répondre aux besoins propres au contexte des pêches côtières de Vanuatu.

La taille plutôt que le poids (ou les deux)

Il a dès le début été décidé d'estimer la longueur des poissons plutôt que leur poids. Les expériences de collègues de la CPS et de tiers portent à croire que, dans le cadre d'un programme communautaire prévoyant la collecte de données par différents enquêteurs, des agents de pêches aux membres des communautés, il serait onéreux et difficile d'appliquer des échelles fiables et exactes. Par ailleurs, le poids des poissons est souvent aléatoire, car les poissons sont éviscérés ou saignés avant le débarquement et/ou perdent un volume important de fluides au cours de la sortie lorsqu'ils sont harponnés et/ou laissés sur le pont.

Les rapports longueur/poids connus pour de nombreuses espèces de poissons ont permis d'estimer le poids dans la plupart des cas. La base de données sur les rapports longueurs-poids administrée par la CPS a constitué une précieuse source d'informations à cet égard. La fiabilité des estimations progresse rapidement grâce à des travaux en cours de la Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins de la CPS. Bien qu'elles ne soient pas recherchées par les communautés à ce stade, les informations fondées sur la longueur pourraient alimenter des méthodes connexes visant à déterminer les tailles réglementaires de certaines espèces de poissons (Hordyk *et al.* 2015 ; Prince *et al.* 2015 ; mais voir Dowling *et al.* 2019 sur les précautions à prendre lors de l'élaboration de méthodes génériques).

Photographies des prises, et non des poissons

Parmi les choix initiaux, il a également été décidé de photographier les prises plutôt que de mesurer ou de photographier les différents poissons, comme il est de coutume dans les enquêtes auprès des pêcheurs. Les prises sont disposées sur des toiles quadrillées ou à côté d'un objet de référence dont on connaît la longueur, et une photographie est prise au moyen d'une tablette, d'un téléphone ou d'un appareil photo classique (fig. 2, voir également Cohen and Alexander 2013).

Ce choix présente des avantages et des inconvénients de taille. Il est moins contraignant pour les pêcheurs participants qui terminent leur journée de travail et réduit les dommages qu'entraîne une exposition prolongée des prises aux éléments. Une photographie fournit par ailleurs une trace permanente de la prise, qui permettra de vérifier les erreurs ou pourra être utilisée à des fins qui n'ont pas encore été envisagées. Les photographies permettent également de mieux contrôler l'exactitude et la cohérence de l'identification des poissons. À ce jour, plus de 300 espèces de poissons ont été relevées dans les prises. Étant donné que la méthode devrait pouvoir être utilisée par différents enquêteurs, une identification adéquate des espèces entraînerait une lourde charge de formation pour les ressources des projets et des services nationaux. Par ailleurs, cette méthode suppose que les observateurs des prises produisent des photographies de qualité, les administrent et assurent la maintenance des tablettes.



Figure 2. Exemple de prise à Kiribati, constituée de petits poissons de deux familles seulement : vivaneaux (lutjanidés) et empereurs (lethrinidés) des eaux tropicales.

Le recours à la photographie permet de traiter au bureau des tâches chronophages du processus jusqu'alors gérées sur le terrain. Les données ont été saisies et les formulaires archivés dans les pays, tandis que les images ont été traitées à l'Université de Wollongong à l'aide d'ImageJ (Rasband 2018) dans le but de produire des informations sur la diversité, la longueur et (par voie de calcul) le poids des espèces. L'envoi des fichiers numériques depuis Kiribati et Vanuatu n'a pas posé problème et, étant donné que le déploiement des TIC continue de s'améliorer dans la région (Cave 2012 ; Hunt 2016, 2019), il sera de plus en plus souvent possible de transmettre les fichiers directement depuis les zones rurales. Le traitement des images est une tâche astreignante et chronophage. De récents travaux menés à la CPS et par l'Université James Cook en collaboration avec le Fonds mondial pour la nature pourraient permettre d'automatiser davantage le traitement des images, notamment à l'aide d'applications mobiles d'identification et de mesure sur le terrain (Andrew Halford, Chargé de recherche halieutique principal [pêche côtière], CPS, et Michael Bradley, chercheur postdoctoral, James Cook University, com. pers.).

Invertébrés

De nombreux plans de gestion communautaire des pêches et travaux sur les pêches récifales sont axés sur le poisson. On en sait beaucoup moins sur les invertébrés, qui posent des difficultés spécifiques et en grande partie irrésolues en ce qui concerne le suivi et l'évaluation des plans de gestion communautaire des pêches (fig. 3). Les invertébrés représentent une part importante des prises dans de nombreuses parties de la région, en particulier à Kiribati et dans certaines zones des Îles Salomon, d'après nos observations. Lors d'une visite dans une communauté de Kiribati, 75 des prises observées étaient entièrement composées d'invertébrés, et seulement 29 comprenaient du poisson. Les descriptions des prises de certains invertébrés tels que les trocas, les bivalves et les buccins sont relativement simples, tandis que celles des taxons à corps mou tels que les holothuries, les polychètes, les poulpes et les calmars présentent des difficultés de taille. Les algues posent des problèmes similaires en ce qui concerne tant l'estimation de la taille que le traitement des images. Nous avons enregistré de nombreuses photographies de



Figure 3. Montage de photographies d'invertébrés de Kiribati et de Vanuatu présentés tels qu'ils sont habituellement pêchés. Dans le sens des aiguilles d'une montre, à partir de la photo en haut à gauche : chapelets de sipuncles (*Sipuncula* sp.), chapelet de bénitiers (*Tridacna* sp.), escargots et chitons ; poulpe.

prises d'invertébrés et recherchons, avec la CPS, des solutions pour recueillir des données sur les invertébrés à même d'éclairer la gestion communautaire. Un autre problème réside dans l'utilisation d'unités de mesure non normalisées (chapelets, seaux, etc.). Nous nous employons également à définir des indicateurs indirects pour ces unités afin que les enquêteurs ne soient pas contraints de vider l'intégralité des sacs ou des seaux.

Conclusions

Reposant sur l'étude pilote présentée ici et dans l'article parallèle d'Abel Sami et de collègues de Vanuatu, les méthodes d'échantillonnage décrites semblent offrir un compromis satisfaisant permettant de décrire les prises et de caractériser les pêches dans les communautés qui procèdent à une gestion communautaire des pêches. Les outils d'enquête et les supports de formations élaborés sont disponibles sur demande auprès des auteurs. Les prochaines étapes consisteront à affiner les méthodes, à intégrer plus avant l'échantillonnage aux cycles de gestion avec les communautés, à élargir la conception des programmes de sorte à couvrir davantage de communautés au sein d'un pays, et à décrire les tendances halieutiques dans le temps. À terme, ces méthodes pourraient contribuer à des systèmes de présentation des résultats au regard des objectifs nationaux et des effets escomptés de la Nouvelle partition.

Remerciements

Nous sommes reconnaissants aux pêcheurs et aux membres des communautés participants qui ont généreusement donné de leur temps et partagé leur expérience lors de l'échantillonnage. Nous remercions nos collègues Rutiana Tebaba, Kobaia Teitiaki, Matereiti Buren, Teitikai Kamaie, Iutita Karekennatu, Iakobwa Ierutia et Toaiti Vanguna (ministère des Pêches et de la Valorisation des ressources marines de Kiribati), ainsi que Douglas Koran, Vasemaca Malverus, Regina Ephraim, Ada Sokach et Lucy Joy (Service des pêches de Vanuatu) pour leurs observations et leur travail d'enquêteurs. Nous tenons également à remercier Hampus Eriksson et Pip Cohen (WorldFish), Brad Moore (Institut néo-zélandais de recherche sur l'eau et l'atmosphère), Hugh Govan (réseau LMMA), ainsi qu'Andrew Halford, Pauline Bosserelle et George Shedrawi (Division pêche, aquaculture et écosystèmes marins de la CPS) d'avoir fait part de leurs conseils et d'avoir bien voulu échangé avec nous. Cette étude a été financée par l'Australie, par le truchement du Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR, projet FIS/2016/300).

Bibliographie

Adams T. 2012. Caractéristiques des pêcheries artisanales océaniques. Lettre d'information sur les pêches de la CPS 138:37–43.

Bell J.D., Cisneros-Montemayor A., Hanich Q., Johnson J.E., Lehodey P., Moore B.R., Pratchett M. S., Reygondeau G., Senina I., Virdin J. and Wabnitz C. 2018. Adaptations to maintain the contributions of small-scale fisheries to food security in the Pacific Islands. *Marine Policy* 88:303–314.

Cave D. 2012. Digital Islands: How the Pacific ICT revolution is transforming the region. Online article 21 November, 2012. Sydney, Australia: Lowy Institute. Available at: <https://www.lowyinstitute.org/publications/digital-islands-how-pacific-ict-revolution-transforming-region>

Cohen P.J. and Alexander T.J. 2013. Catch rates, composition and fish size from reefs management with periodically-harvested closures. *PLoS ONE* 8:e73383.

Cohen P.J. and Foale S. 2013. Sustaining small-scale fisheries with periodically harvested marine reserves. *Marine Policy* 37:278–287.

Cohen P.J. and Steenbergen D. 2015. Social dimensions of local fisheries co-management in the Coral Triangle. *Environmental Conservation* 42(3):278–288.

Creswell J.W. and Creswell J.D. 2018. Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 5th edition. Thousand Oaks, California: Sage Publications Inc.

Dowling N.A., Smith A.D.M., Smith D.C., Parma A.M., Dichmont C.M., Sainsbury K, Wilson J.R., Dougherty D.T. and Cope J.M 2019. Generic solutions for data-limited fishery assessments are not so simple. *Fish and Fisheries* 20(1):174–188.

Dumas P., Jimenez H. and Leopold M. 2009. Training in community-based monitoring techniques in Emau Island, North Efate, Vanuatu. Noumea, New Caledonia: Coral reef initiatives for the Pacific (CRISP).

Eriksson H., Ride A., Boso D., Sukulu M., Batalofo M., Siota F. and Gomese C. 2020. Changes and adaptations in village food systems in Solomon Islands: A rapid appraisal during the early stages of the COVID-19 pandemic. Program Report: 2020–22. Penang, Malaysia: WorldFish.

Farrell P., Thow A-M., Tutuo Wate J., Noga N., Vatucawaqa P., Brewer T., Sharp M., Farmery A., Trevena H., Reeve E., Eriksson H., Gonzalez I., Mulcahy G., Eurich J.G. and Andrew N.L. 2020. COVID-19 and Pacific food system resilience: Opportunities to build a robust response. *Food Security* 12:783–791.

Gillett R.E. and Tauati M.I. 2018. Fisheries of the Pacific Islands: Regional and national information. Food and Agriculture Organization Technical Paper No. 625. Apia, Samoa: FAO Fisheries and Aquaculture. 279 p.

Govan H. 2009. Concrétiser le potentiel offert par les aires marines placées sous gestion locale dans le Pacifique Sud. Ressources marines et traditions, Bulletin de la CPS 25:16–25.

Govan H. 2014. Monitoring, control and surveillance of coastal fisheries in Kiribati and Vanuatu. Part I: Priorities for action. Report for Secretariat of the Pacific Community, FAME Division. 27 p.

- Halls A.S., Arthur R., Bartley D., Felsing M., Grainger R., Hartmann W., Lamberts D., Purvis J., Sultana P., Thompson P. and Walmsley S. 2005. Guidelines for designing data collection and sharing systems for co-managed fisheries. Part 2: Technical guidelines. Food and Agriculture Organization Fisheries Technical Paper. No. 494/2. Rome: FAO. 108 p.
- Hordyk A.R., Ono K., Valencia S.R., Loneragan N.R. and Prince J.D. 2015. A novel length-based empirical estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 72:217–231.
- Hunt A. 2016. Collecte de données sur les pêcheries artisanales: lancement d'une nouvelle application pour téléphone mobile à Funafuti (Tuvalu). Lettre d'information sur les pêches de la CPS 149:2.
- Hunt A. 2019. 20,000th Tails : le cap des 20 000 fiches de pêche a été franchi. Lettre d'information sur les pêches de la CPS 157:8.
- Jupiter S.D., Cohen P.J., Weeks R., Tawake A. and Govan H. 2014. Locally managed marine areas: Multiple objectives and diverse strategies. *Pacific Conservation Biology* 20:165–179.
- Kaly U., Preston G., Yeeting B., Bertram I., Moore B. 2016. Creel and market surveys: A manual for Pacific Island fisheries officers. Noumea, New Caledonia: Pacific Community. 136 p. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/izw66>
- Leopold M., Beckensteiner J., Kaltavara J., Raubani J. and Caillon S. 2013. Community-based management of nearshore fisheries in Vanuatu: What works? *Marine Policy* 42:167–176.
- MFMRD (Ministry of Fisheries and Marine Resource Development). 2019. Kiribati National Coastal Fisheries Roadmap 2019–2036. Tarawa, Kiribati: Ministry of Fisheries and Marine Resource Development.
- Molai C., Bosserelle P., Kinch J., Shedrawi G. and Halford A. 2020. Des enquêtes auprès des pêcheurs améliorent la compréhension des pratiques de pêche dans trois atolls de Kiribati. Lettre d'information sur les pêches de la CPS 160:55–64.
- Prince J.D., Victor S., Kloulchad V. and Hordyk A.R. 2015. Length-based SPR assessment of eleven Indo-Pacific coral reef fish populations in Palau. *Fisheries Research* 171:42–58.
- Rasband W.S. 2018. ImageJ, 1997–2018. US National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA. Available at: <https://imagej.nih.gov/ij/>
- Ruddle K. 1998. The context of policy design for existing community-based fisheries management systems in the Pacific islands. *Ocean and Coastal Management* 40:105–126.
- Schwarz A.M., Béné C., Bennett G., Boso D., Hilly Z., Paul C., Posala R., Sibiti S. and Andrew N. 2011. Vulnerability and resilience of remote rural communities to shocks and global changes: Empirical analysis from Solomon Islands. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions* 21:1128–1140.
- SPC (Pacific Community). 2019. Future of Fisheries – Coastal Fishery Report Card 2019. The Pacific Community (SPC), Noumea, New Caledonia. Available at: <https://fame1.spc.int/en/publications/roadmap-a-report-cards>
- Steenbergen D.J., Neihapi P., Koran D., Sami A., Malverus V., Ephraim R. and Andrew N. 2020. COVID-19 restrictions amidst cyclones and volcanoes: a rapid assessment of early impacts on livelihoods and food security in coastal communities in Vanuatu. *Marine Policy* 104199.
- Sulu R.J., Eriksson H., Schwarz A.-M., Andrew N.L., Orirana G., Sukulu M., Oeta J., Harohau D., Sibiti S., Toritela A. and Beare D. 2015. Livelihoods and fisheries governance in a contemporary Pacific Island setting. *PLoS ONE* 10(11): e0143516.
- VFD (Vanuatu Fisheries Department). 2019. Vanuatu National Roadmap for Coastal Fisheries: 2019–2030. Port Vila, Vanuatu: Vanuatu Fisheries Department. 24 p. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/bhawm>
- Webster F.J., Cohen P.J., Malimali S., Tauati M., Vidler K., Mailau S., Vaipuna L. and Fatongiatau V. 2017. Detecting fisheries trends in a co-managed area in the Kingdom of Tonga. *Fisheries Research* 186:168–176.

Expérimentation d'une nouvelle approche participative de suivi des captures à Vanuatu

Abel Sami¹, Pita Neihapi^{1,2}, Douglas Koran¹, Vasemaca Malverus¹, Regina Ephraim¹, Ada Sokach¹, Lucy Joy^{1*}, Owen Li³, et Dirk Steenbergen³

Le présent document rend compte des essais préliminaires menés à Vanuatu dans le cadre d'un programme participatif de suivi des captures. Le programme s'appuie sur plusieurs méthodes, dont la photo-identification et la réalisation d'enquêtes quantitatives et qualitatives. Il a été conçu pour être mis en œuvre dans les limites des ressources et des capacités disponibles localement, dans un souci d'efficacité et d'inclusivité. L'implication des populations locales est au cœur de cette initiative, qui vise à renforcer et à promouvoir la participation communautaire à la gestion des pêches. Le programme est donc venu se greffer à un plus large éventail d'activités de gestion communautaire des pêches en cours d'exécution. Bien que préliminaires, les résultats de cette première campagne de collecte de données ont mis en évidence la très grande diversité des prises et l'utilisation de nouvelles méthodes de pêche. Ils ont également facilité les échanges au sein des communautés, où les observations empiriques, qui servaient jusqu'alors à apprécier l'impact des pratiques de gestion, étant aussi bien défendues que contestées.

Introduction

La santé et la productivité des ressources côtières représentent un enjeu vital pour Vanuatu (Hickey 2008 ; Raubani *et al.* 2017), non seulement pour les populations du littoral, mais aussi pour celles de l'intérieur et des villes. L'archipel étant particulièrement vulnérable aux catastrophes naturelles (Day *et al.* 2019), le poisson est aussi une source de nourriture de secours essentielle pour les populations, comme constaté depuis le début de la pandémie de COVID-19 et après le passage des cyclones Pam, en 2015, et Harold, en 2020 (Eriksson *et al.* 2017 ; Steenbergen *et al.* 2020).

La feuille de route nationale pour les pêches côtières 2019–2030 définit des trajectoires de développement pour le secteur des pêches côtières fondées sur l'exploitation durable des ressources côtières, à l'appui du bien-être et de la santé de tous les ni-Vanuatu (Vanuatu Fisheries Department 2019). La feuille de route, dont la mise en œuvre est coordonnée par le Service des pêches de Vanuatu (VFD), pose clairement la gestion communautaire des pêches comme principe essentiel de la gestion durable des ressources halieutiques côtières. Elle vise, entre autres grands objectifs, la production de données fiables et cohérentes sur les pêches côtières. La participation active des communautés étant le fondement de la gestion locale des ressources, il est primordial de produire des données de sorte à renforcer l'intérêt des populations locales pour cette gestion. C'est dans ce contexte que le VFD, au titre de ses programmes bilatéraux de gestion des pêches côtières, mène un projet pilote de suivi communautaire des captures appelé Pathways.

Le suivi communautaire des captures s'inscrit dans le droit fil des orientations du VFD visant à intégrer plus systématiquement le suivi des prises pour améliorer la gestion fondée sur des bases factuelles, et cadre aussi avec d'autres initiatives (suivi de congélateurs solaires installés en milieu communautaire, adaptation de l'application Tails de suivi des prises élaborée par la Communauté du Pacifique (CPS)⁴ et suivi des marchés aux poissons, notamment). Cette nouvelle approche s'intéresse aux aspects tant quantitatifs que qualitatifs des pratiques de pêche, l'objectif étant de couvrir un large éventail de types de captures de manière à obtenir des données pertinentes. On peut ainsi recueillir des données auprès de membres des communautés qui pratiquent activement la pêche, mais qui ne sont pas pris en compte de manière adéquate dans le suivi des pêches, à savoir principalement les femmes. La dimension communautaire est assurée par des mécanismes de participation locale et de renforcement de la collaboration entre les communautés et les services des pêches, les liens et le dialogue entre ces parties étant indispensables à une bonne gestion décentralisée. Cette approche permet en outre de prendre en compte les résultats et les changements observés dans les décisions locales de gestion. Au-delà de l'échelon communautaire, les méthodes d'échantillonnage ont été conçues pour opérer en complément et à l'appui des grandes innovations dans le suivi au niveau national, et visent à assurer l'intégration des enseignements tirés dans les systèmes de données nationaux tels que Tails+.

Nous présentons les résultats préliminaires de la première campagne de collecte de données et étudions les possibilités et les difficultés que présente cette approche. Notre exposé repose sur la description qui est faite de la méthode dans l'article parallèle (Andrew *et al.* 2020).

¹ Service des pêches de Vanuatu (VFD), Port-Vila (Vanuatu).

² Communauté du Pacifique (CPS), Nouméa (Nouvelle-Calédonie).

³ Centre national australien pour les ressources océaniques et la sécurité (ANCORS), Université de Wollongong, Wollongong (Australie).

⁴ Tails est une application pour tablette qui facilite la collecte de données sur les prises de thon, de vivaneau profond et de poisson de récif auprès des petits pêcheurs et permet de charger ces dernières dans une base de données centrale pour analyse (pour plus d'informations, voir <https://oceanfish.spc.int/en/ofp-section/data-management/spc-members/dd/505-tails-application>).

* Auteure à contacter : ljoy@vanuatu.gov.vu

Mise en œuvre du dispositif de suivi communautaire des captures à Vanuatu

Les données ont été simultanément recueillies sur cinq sites par des équipes d'enquêteurs, composées d'un observateur du VFD et d'un membre de la communauté recruté à cet effet. Le VFD dispose d'une importante unité d'observation des pêches, avec une bonne part d'agents en attente de déploiement. En accord avec le VFD, 10 observateurs ont été invités à participer au programme (soit le double du nombre nécessaire pour une campagne afin de garantir la disponibilité d'observateurs en nombre suffisant).

Avant leur première visite de terrain, tous les enquêteurs (du VFD et des communautés) ont suivi une formation à Port-Vila, au cours de laquelle les objectifs, les procédures et les outils ont été étudiés de manière approfondie. Des jeux de rôle ont permis aux enquêteurs de se familiariser avec le protocole d'échantillonnage, mais aussi de définir des réponses types aux éventuelles difficultés sur le terrain. Lors des campagnes ultérieures de collecte de données, les cinq observateurs des prises du VFD bénéficieront d'une remise à niveau et, en retour, formeront leurs homologues issus des communautés.

Une fois les visites autorisées et les dates fixées, les équipes se sont rendues dans les communautés et y ont organisé des réunions pour expliquer la finalité du suivi des captures et la manière dont il s'articule avec les activités existantes de gestion communautaire des pêches. Lors des campagnes ultérieures, les équipes s'appuieront également sur cette première réunion dans les communautés pour présenter les résultats tirés de la campagne précédente. La collecte de données a duré – en fonction, notamment, des vols disponibles – jusqu'à 14 jours consécutifs (avec une cible minimum de 10 jours). Tous les « événements de capture » observés ont été enregistrés, y compris les sorties de ramassage. Les données ont été recueillies auprès de femmes, d'hommes et de jeunes. En cas de débarquements simultanés, la priorité a été accordée aux captures ayant eu lieu dans la zone définie dans le plan de gestion communautaire des pêches.

Une fois les données recueillies, l'équipe de suivi a procédé à un débriefing avec les responsables locaux pour revenir sur les activités et recueillir les réactions. De retour du terrain, l'équipe de coordination basée à Port-Vila a retranscrit les données et archivé les photographies avant de les transmettre pour traitement à l'Université de Wollongong. Des modèles permettant de proposer aux communautés et au VFD un retour d'informations plus détaillé ont été élaborés et utilisés pour normaliser la communication des résultats.

Sélection des sites et échantillonnage

Cinq sites ont été sélectionnés : ils sont répartis de manière relativement équilibrée sur le plan géographique et présentent des communautés pratiquant activement la pêche avec lesquelles le VFD collabore au titre du projet Pathways. Ces communautés se situent, du sud vers le nord, dans les provinces de Tafea (à Aniwa et au sud de Tanna), de Shefa (au nord d'Efate), de Malampa (au sud-est de Malekula) et de Sanma (au nord-est de Santo). Il s'agit de lieux plus ou moins reculés, les sites des îles périphériques étant les plus isolés sur le plan des télécommunications et/ou

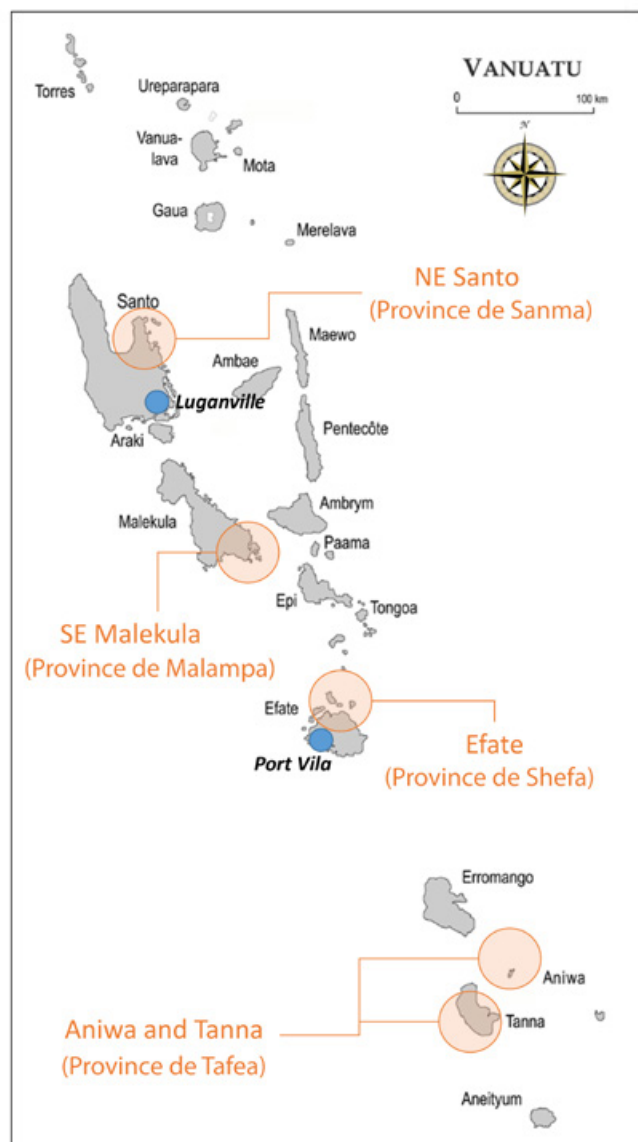


Figure 1. Les sites de suivi des captures à Vanuatu.

par rapport aux marchés ou aux centres administratifs. Les communautés des grandes îles où se trouvent les capitales (Santo et Efate) sont les moins isolées (fig. 1). Les activités de pêche varient d'un site à l'autre, certaines obéissant à une logique de marché, d'autres à une logique vivrière. Différents types d'engins sont ainsi utilisés et divers habitats ciblés.

Assurer l'ancrage institutionnel

Dans un souci d'intégration dans le programme national, la mise en œuvre a été pilotée par la division des pêches côtières du VFD. La co-conception du plan de mise en œuvre a permis d'assurer : 1) sa complémentarité avec d'autres initiatives de suivi des données, 2) la mise en place de modalités d'accès et d'échanges de données, et 3) la rationalisation des activités de façon à permettre une exploitation optimale des ressources partagées (p. ex., en confiant la direction des équipes d'enquêteurs aux observateurs des pêches du VFD).

Résultats préliminaires et discussion

Caractérisation des pêches

Au total, 132 personnes – 33 femmes, 98 hommes et une personne dont le genre n'a pas été noté – ont été interrogées au moyen de formulaires d'enquête qualitative (chaque formulaire étant rempli une seule fois) ; 194 et 42 prises débarquées ont été attribuées respectivement à des hommes et à des femmes. Les photos des captures réunies sur le terrain ont permis d'identifier et de mesurer 3 497 poissons de 262 espèces appartenant à 116 genres et à 45 familles (tableau 1). Ces données permettent d'amorcer la caractérisation des différentes ressources halieutiques des communautés.

Les prises relevées dans chaque communauté diffèrent sur le plan de la quantité, de la diversité et des espèces les plus communément exploitées. Cependant, pour que les données collectées rendent compte de la variabilité saisonnière et des anomalies contextuelles, plusieurs campagnes seront nécessaires. À Aniwa, par exemple, la collecte de données a en partie coïncidé avec la période annuelle de pêche coutumière de l'île, pendant laquelle les activités de pêche obéissent à de strictes règles coutumières. Les femmes consacrent tout leur temps aux cultures d'ignames, et ne pratiquent ni la pêche ni le ramassage. En conséquence, les prises comptaient peu d'espèces récifales et étaient principalement composées de poissons de grand fond et d'espèces pélagiques, car les hommes continuent de pêcher⁵. Le site d'Aniwa est également le seul sur lequel des prises de poissons volants (Exocoetidae) ont été observées, ce qui s'explique non seulement par les conditions océaniques, mais aussi par la pratique de la pêche nocturne coutumière pendant cette période.

À l'inverse, les pêcheurs du site au sud-est de Malekula, qui fournissent d'importantes quantités de poissons de récif aux marchés locaux et urbains, exploitent davantage les récifs côtiers et frangeants, comme en témoigne l'extrême diversité des prises (tableau 1 et fig. 2). Les captures enregistrées à Tanna, de petite taille et provenant des zones côtières attenantes, sont révélatrices de la nature essentiellement vivrière de la pêche pratiquée sur ce site (fig. 3). Tanna est le seul site sur lequel les éperviers (Cirrhitidae) et les demoiselles (Pomacentridae) représentent une proportion importante des débarquements (tableau 1). Il sera intéressant d'observer si la nouvelle route bitumée qui doit prochainement être mise en service se traduira par une plus grande part d'espèces destinées aux marchés.

Les enquêtes ont mis en évidence des méthodes de pêche inhabituelles qui, bien qu'essentielles pour éclairer la gestion locale, sont rarement prises en compte dans les programmes standard de suivi des captures. Sur le site de Tanna, la collecte de données a eu lieu à une période de mortes-eaux, pendant laquelle les pêcheurs tuent au harpon et au sabre d'abattis les poissons retenus dans des bassins rocheux la nuit (fig. 4). D'autres plongent en apnée de nuit pour pêcher les poissons et les invertébrés à la main.

L'utilisation contextualisée des données, en faisant prendre conscience aux pêcheurs et agents des pêches de la diversité des espèces exploitées et des méthodes employées, permet d'identifier les principales espèces nécessitant une gestion spécifique. Le programme de suivi peut ainsi contribuer à renforcer la gestion pilotée par les communautés en facilitant l'établissement de données de référence locales, en recensant les questions à approfondir et en évaluant l'efficacité des activités de gestion.

Tableau 1. Composition des captures observées sur les cinq sites pendant la première campagne.

	Îles sur lesquelles se trouvent les sites étudiés				
	Aniwa	Malekula (sud-est)	Efate	Tanna	Santo (nord-est)
Nombre de poissons	174	1 946	504	429	411
Nombre de familles	19	33	23	18	13
Nombre d'espèces	45	191	81	43	46
Trois familles les plus courantes	Poissons volants (Exocoetidae ; n = 40)	Empereurs (Lethrinidae ; n = 410)	Rougets (Mullidae ; n = 94)	Labres (Labridae ; n = 277)	Harengs, aloses, sardines (Clupeidae ; n = 223)
	Poissons-soldats/ marignons (Holocentridae ; n = 32)	Poissons-soldats/ marignons (Holocentridae ; n = 309)	Empereurs (Lethrinidae ; n = 83)	Éperviers (Cirrhitidae ; n = 62)	Perroquets (Scaridae ; n = 72)
	Beauclaires (Priacanthidae ; n = 14)	Labres (Labridae ; n = 302)	Demi-becs (Hemiramphidae ; n = 75)	Demoiselles (Pomacentridae ; n = 27)	Chirurgiens (Acanthuridae ; n = 49)

⁵ Dans le cadre de la pêche coutumière à Aniwa, les hommes pêchent des espèces pélagiques de nuit. Certains pratiquent également la pêche profonde pendant la journée.



Figure 2. Prises réalisées sur le site au sud-est de Malekula, comprenant neuf espèces de cinq familles : cinq espèces de poissons-soldats/marignons (Holocentridae), une espèce d'empereurs (Lethrinidae), une espèce de rougets (Mullidae), une espèce de perroquets (Scaridae) et une espèce de mérus (Serranidae).



Figure 3. Prises réalisées sur le site de Tanna, où la pêche répond en premier lieu à la demande vivrière. Les poissons sont de petite taille (les carrés mesurent 10 cm sur 10 cm) et seules quatre espèces de deux familles sont présentes : une espèce d'éperviers (Cirrhitidae) et trois espèces de labres (Labridae).

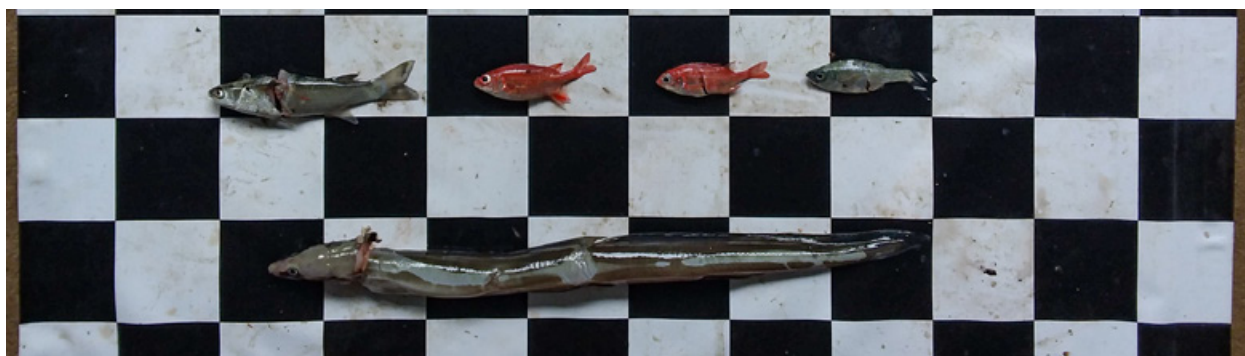


Figure 4. Prises réalisées sur le site de Tanna par mortes-eaux ; tous les poissons présentent des entailles.

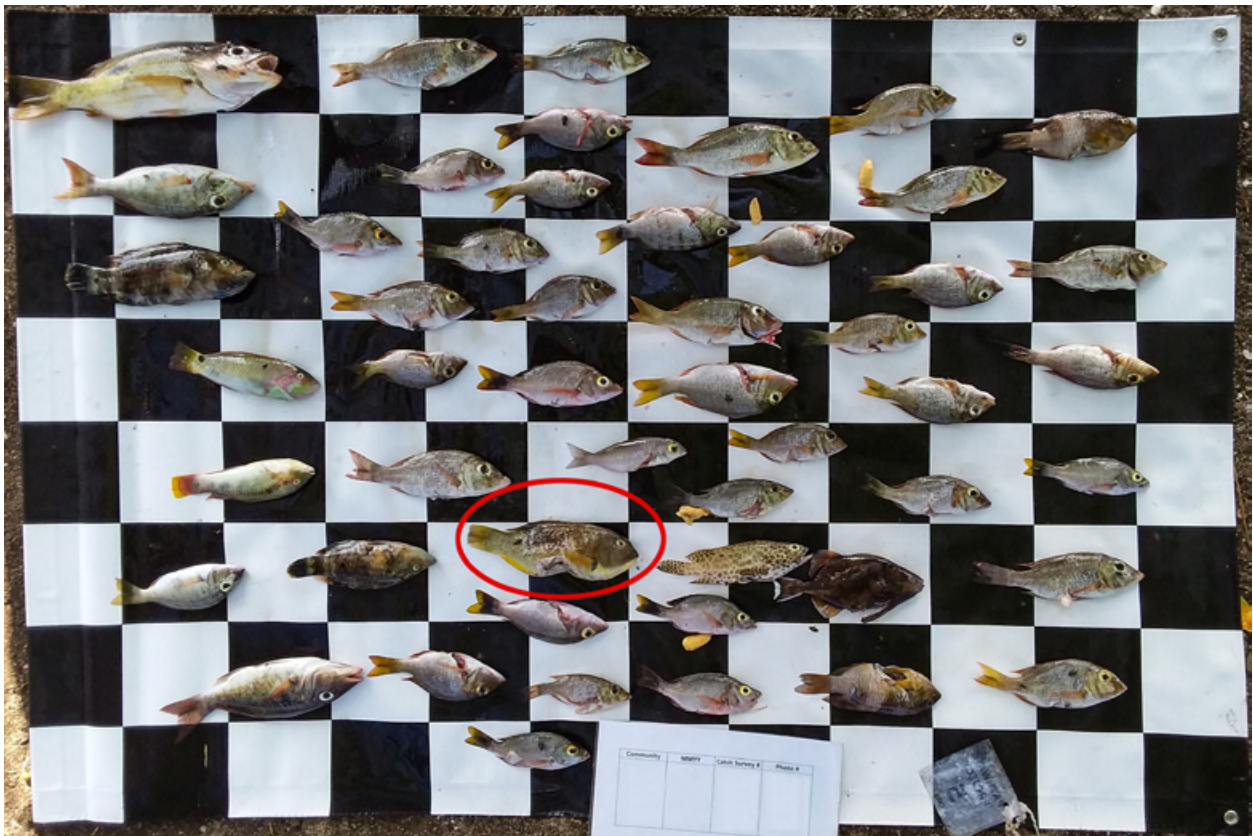


Figure 5. Prises réalisées sur le site au sud-est de Malekula présentant le seul poisson-arlequin (*Choerodon* sp.) identifié lors de la première campagne de collecte de données (n = 1 946). D'après les pêcheurs, la réapparition de ce poisson après une décennie d'absence pourrait être le résultat de la zone taboue instaurée trois ans auparavant.

Renforcer la mobilisation des communautés

La participation a été élevée, comme en témoignent les discussions ciblées et éclairées sur les pratiques et la gestion des pêches avant, pendant et après la collecte de données. Les équipes ont constaté que la formation au suivi des captures était indispensable pour que les enquêteurs relaient avec assurance des informations méthodologiques importantes, mais souvent techniques, aux pêcheurs et aux responsables locaux. Les notions scientifiques et le jargon de la gestion des pêches étant souvent étrangers aux membres des communautés, l'étroite collaboration des enquêteurs avec les associations locales de pêcheurs, des remises à niveau régulières et la communication des résultats ont aidé les populations à percevoir les bénéfices d'un tel travail de suivi.

Les habitants ont porté un grand intérêt aux résultats, rappelant que le partage des données constitue un motif essentiel de participation. Les photos des captures, en particulier, ont suscité de nombreux échanges sur les changements que les populations ont notés dans leurs ressources halieutiques et sur les mesures à prendre. Une photo prise au sud-est de Malekula fait notamment apparaître une espèce de poisson-arlequin (*Choerodon* sp.) que les pêcheurs n'avaient pas observée depuis 10 ans (fig. 5). Grâce aux photographies montrées lors des discussions, les pêcheurs ont pris note de la présence de ce poisson, et ont réfléchi à l'amélioration de l'état du récif et au rôle joué par les mesures de gestion à cet égard. Les photos ont été rendues anonymes afin qu'elles puissent être diffusées parmi des pêcheurs autrement peu enclins à s'impliquer.

La participation accrue des habitants permet également de répondre ouvertement aux remarques critiques et au scepticisme des communautés. Ainsi, lors de la présentation des premiers résultats à l'association de pêcheurs au sud-est de Malekula, certaines personnes ont exprimé des inquiétudes quant à l'utilisation ultérieure des données : « Certains d'entre nous se demandent si les données que vous recueillez vont inciter les autorités à fixer des quotas pour nos pêches ». Les discussions qui ont suivi ont permis d'établir que, pour que la gestion des pêches, et à plus forte raison la législation, puissent assurer la productivité à long terme, toute mesure potentiellement restrictive doit être fondée sur des éléments factuels, équitable et adaptée au contexte local. Des données fiables, indispensables pour justifier de telles mesures. À la suite de ce débat, il a été convenu que les données ne pourraient être utilisées par des parties externes qu'avec l'autorisation expresse de la communauté.

Difficultés

Il a été difficile d'assurer une représentation équilibrée des genres lors de la première campagne de collecte de données. Les équipes de suivi des captures étaient composées de deux hommes sur chaque site, ce qui a considérablement réduit la disposition des femmes à participer. Les contributions des femmes à la pêche sont souvent négligées, alors que les poissons et les invertébrés qu'elles rapportent sont plus fréquemment consommés au sein des communautés que les poissons de récif et pélagiques de plus grande taille pêchés par les hommes.

lors de sorties en bateau et souvent vendus sur les marchés (voir Andrew *et al.* 2020 pour des informations détaillées sur les difficultés liées au relevé et à la mesure des invertébrés). Il est donc impératif de prendre en compte les captures des femmes, sous l'angle tant de la sécurité alimentaire et nutritionnelle que de la gestion des pêches. Les mesures de gestion telles que les zones taboues, généralement prises dans les espaces côtiers jouxtant le village, limitent les activités de ramassage et de pêche des femmes de manière disproportionnée par rapport à la pêche au large pratiquée par les hommes. Dans un souci d'équité, il est nécessaire de mieux comprendre la manière dont les femmes utilisent les zones côtières et l'importance de ces activités sur le plan de l'alimentation, de la culture et des moyens de subsistance de la communauté. À cette fin, une observatrice des prises sera recrutée pour les prochaines campagnes.

S'agissant du recrutement des membres des communautés dans les équipes de collecte de données, le rang social de la personne, sa fonction officielle et ses liens avec la communauté déterminent sa capacité à jouer un rôle d'enquêteur objectif. L'expérience en a été faite sur un site où, après discussion avec les responsables, il avait été décidé de recruter l'agent des pêches agréé de la communauté, qui, dans l'exercice de cette fonction officielle, est responsable du suivi et de l'application des réglementations nationales à l'échelon local. Sans surprise, les pêcheurs n'ont pas traité l'observateur des prises autrement que dans le cadre de son rôle officiel : ils ont dissimulé leurs prises par crainte d'une action répressive. Cela montre que, de manière générale, la manière dont les populations interagissent avec l'observateur local des prises est déterminée par sa fonction habituelle dans la communauté, bien plus que par son nouveau titre. À la suite de discussions avec la communauté, la personne en question a été remplacée.

Incidences de la pandémie de COVID-19 et réponse du programme

Bien que le programme ne soit pas totalement épargné par la pandémie, le recours à du personnel national pour les activités de collecte de données a permis d'assurer une résilience relative. La mise en œuvre de la deuxième campagne de collecte de données en avril 2020 a accusé un retard initial lorsque le Gouvernement de Vanuatu a déclaré l'état d'urgence. Une fois que les mesures relatives aux déplacements intérieurs ont été assouplies, le programme a toutefois pu reprendre et fonctionner sans intervention extérieure. La gestion, l'analyse et l'échange de données en collaboration avec les partenaires internationaux du programme bilatéral restent possibles par Internet et téléphone.

Le programme offre la possibilité d'institutionnaliser les capacités communautaires de suivi, ce qui peut entraîner une transition complète, à long terme, vers une collecte de données locale requérant une participation minimale des agents des pêches sur le terrain. L'intégration de technologies innovantes pourrait, avec le temps, permettre aux enquêteurs des communautés de rassembler les données en toute autonomie et de les transmettre par voie numérique. Un programme de suivi tel que celui-ci pourrait alors se poursuivre sans interruption majeure, même lors de confinements totaux.

Conclusion

Il reste difficile de faire participer les pêcheurs à la gestion et au suivi des pêches côtières à Vanuatu (Tavue *et al.* 2016 ; Raubani *et al.* 2019). Les pêcheurs demandent souvent des preuves attestant que, et comment, leurs mesures de gestion profitent aux pêcheries locales. Les premières étapes définies à l'instauration du programme de suivi communautaire des captures ont contribué à instaurer un dialogue continu entre le VFD et les communautés, ce qui devrait favoriser la collaboration et des échanges fréquents et, partant, renforcer la compréhension des populations et leur participation à la gestion des pêches. Les données tirées de la première campagne de collecte sont d'ores et déjà prometteuses pour ce qui est de la détermination des interventions qui contribuent à améliorer la productivité.

La méthode a été conçue pour renforcer l'efficacité, l'inclusivité et la participation, et permet de travailler aux côtés des capacités nationales et de les renforcer. Elle ne requiert pas la présence de spécialistes internationaux de la taxonomie des poissons et des invertébrés. La collecte de données est en outre beaucoup plus rapide, la charge (temps et ressources) généralement associée au suivi des captures ayant été déplacée des communautés et des pêcheurs vers des parties prenantes mieux équipées telles que le VFD. La vitesse à laquelle les données sont recueillies permet aux observateurs de passer plus rapidement au pêcheur suivant, ce qui améliore le taux de réponse et la couverture de l'enquête. Enfin, la manipulation minimale du poisson permet de ne pas compromettre la fraîcheur des captures, un point important pour les pêcheurs participants.

La force de ce programme de suivi réside dans le fait qu'il accorde une place centrale à la participation locale. Son efficacité en fait un outil idéal pour caractériser les ressources halieutiques des communautés et évaluer l'impact des activités de gestion. Les données profiteront aux communautés dans lesquelles elles ont été recueillies, mais seront aussi prises en compte dans la stratégie nationale sur les pêches côtières. Les données d'identification d'espèces extrêmement diverses, par exemple, pourraient aider à déterminer les espèces pour lesquelles s'imposeraient une réglementation, des évaluations régulières des stocks ou d'autres mesures. Ce programme de suivi des captures apporte des innovations et des informations utiles que le VFD pourra incorporer dans les programmes relatifs aux données existants.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier le Directeur, le Directeur adjoint responsable des pêches côtières et d'autres cadres du VFD pour leur soutien et leur contribution à l'amélioration du suivi des captures dans le secteur des pêches côtières à Vanuatu. Ils remercient également les équipes de gestion communautaire des pêches du projet Pathways à Kiribati et aux Îles Salomon pour leur participation à la conception et à l'exécution du programme. L'élaboration et la mise en œuvre du programme de suivi ont été financées par l'Australie, via le Centre australien pour la recherche agricole internationale (ACIAR, projet FIS/2016/300), et par le VFD.

Bibliographie

- Andrew N., Campbell B., Delisle A., Li O., Neihapi P., Nikiari B., Sami A., Steenbergen D. and Uriam T. 2020. Élaboration d'un suivi participatif des pêches communautaires à Kiribati et à Vanuatu. Lettre d'information sur les pêches de la CPS 162:34–40.
- Day J., Forster T., Himmelsbach J., Korte L., Mucke P., Radtke K., Thielbörger P. and Weller D. 2019. World risk report 2019. Berlin, Germany: Bündnis Entwicklung Hilft and Ruhr University Bochum – Institute for International Law of Peace and Armed Conflict.
- Eriksson H., Albert J., Albert S., Warren R., Pakoa K. and Andrew N. 2017. The role of fish and fisheries in recovering from natural hazards: Lessons learned from Vanuatu. *Environmental Science and Policy* 76:50–58.
- Hickey F.R. 2008. Pêche côtière et développement humain à Vanuatu et dans d'autres régions de Mélanésie. Ressources marines et traditions, Bulletin de la CPS 24:9–18. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/z2xgu>
- Raubani J., Eriksson H., Neihapi P.T., Baereleo R.T., Amos M., Pakoa K., Gereva S., Nimoho G. and Andrew N. 2017. Expériences passées et perfectionnement du modèle d'appui à la gestion communautaire des ressources halieutiques de Vanuatu. Ressources marines et traditions, Bulletin de la CPS 38:3–13. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/ixv86>
- Raubani J., Steenbergen D. J. and Naviti W. 2019. Gestion des pêches côtières à Vanuatu : une feuille de route pour l'avenir. Lettre d'information sur les pêches de la CPS 158:25–26. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/pmid6>
- Steenbergen D.J., Neihapi P.T., Koran D., Sami A., Malverus V., Ephraim R. and Andrew N. 2020. COVID-19 restrictions amidst cyclones and volcanoes: a rapid assessment of early impacts on livelihoods and food security in coastal communities in Vanuatu. *Marine Policy* : 104199.
- Tavue R.B., Neihapi P., Cohen P.J., Raubani J. and Bertram I. 2016. Facteurs influant sur les modes de gestion communautaire des pêches mis en place à Vanuatu. Ressources marines et traditions, Bulletin de la CPS 37:22–34. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/9okiz>
- Vanuatu Fisheries Department. 2019. Vanuatu National Roadmap for Coastal Fisheries: 2019–2030. Port Vila, Vanuatu, Ministry of Agriculture, Livestock, Forestry, Fisheries and Biosecurity. Available at: <http://purl.org/spc/digilib/doc/bhawm>

Génétique des populations : notions de base et futures applications aux sciences halieutiques dans le Pacifique

Giulia Anderson¹, Jed Macdonald², Joe Scutt Phillips³ et Simon Nicol⁴

La génétique et la génomique quantitatives offrent des ressources encore sous-exploitées dans le suivi de la pêche de capture. Alors que la plupart des outils d'évaluation des ressources halieutiques utilisent des observations réalisées à grande échelle comme indicateurs indirects de la santé, de la répartition et de la délimitation des stocks de poissons, la génétique permet de mesurer directement l'empreinte moléculaire in situ de la santé et de la structure des populations. Si elle n'a pas vocation à se substituer à d'autres méthodes de suivi des ressources halieutiques, la génétique permet de clarifier et de quantifier des observations jusqu'alors qualitatives. À l'heure où la génétique des populations trouve de plus en plus sa place parmi les outils de recherche employés en Océanie, il paraît opportun de passer brièvement en revue les méthodes d'analyse disponibles et leurs applications possibles dans les travaux de recherche consacrés aux ressources halieutiques par les pays membres de la Communauté du Pacifique.

Introduction

L'ADN d'un individu⁵ renferme des instructions génétiques héréditaires qui régissent son développement, son fonctionnement, sa croissance et sa reproduction. Phénomène très rare, l'ADN peut subir des mutations qui génèrent des variations dans ces instructions. Chaque variation contribue à la diversité génétique des individus et des populations. C'est cette diversité génétique qui sert de base à la plupart des inférences génétiques. Certains types de variations induisent une modification des caractéristiques physiques ou de la valeur sélective d'un individu, tandis que d'autres ne produisent pas d'effets mesurables. Certaines variations, telles que la substitution

d'un seul nucléotide (élément constitutif de l'ADN) dans le code génétique, sont mineures. D'autres sont complexes, telles que l'inversion d'une séquence d'ADN ou la duplication (ou délétion) de segments entiers du code génétique. Les variations de l'ADN peuvent prendre des formes si nombreuses qu'elles confèrent à chaque individu un code génétique unique. En outre, une cellule contient deux génomes distincts, l'un nucléaire et l'autre mitochondrial, dont les modes de variation diffèrent. Les analyses génétiques exploitent l'ensemble de ces caractéristiques. De plus, les processus qui génèrent et propagent de nouvelles mutations de l'ADN permettent de mieux comprendre l'évolution des espèces, ainsi que la variabilité de traits au sein de populations et leur adaptation à de nouveaux environnements et facteurs de stress.

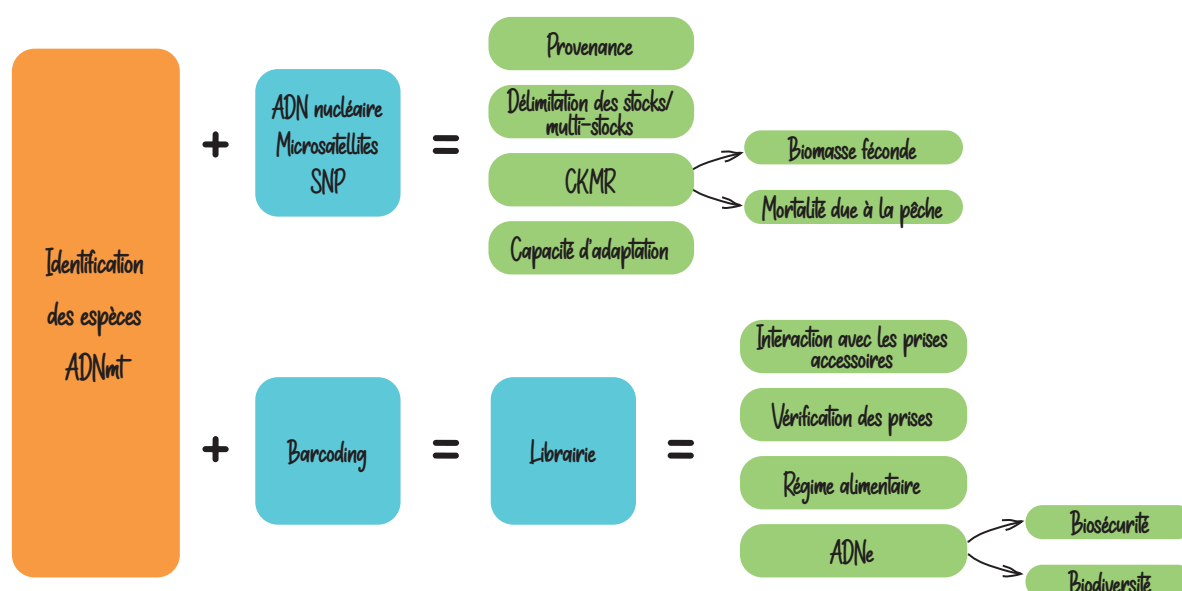


Figure 1. Représentation schématique des principales applications de la génétique.

¹ Généticienne moléculaire (pêches), CPS. Auteur à contacter : GiuliaS@spc.int

² Chargé de recherche halieutique principal (écologie et biologie des thonidés), CPS

³ Chargé de recherche halieutique principal (modélisation statistique), CPS

⁴ Directeur de recherche halieutique (suivi et analyse des pêcheries et de l'écosystème), CPS

⁵ On trouvera la définition d'ADN et d'autres termes ou sigles propres à la génétique dans le glossaire qui figure à la fin du présent article.

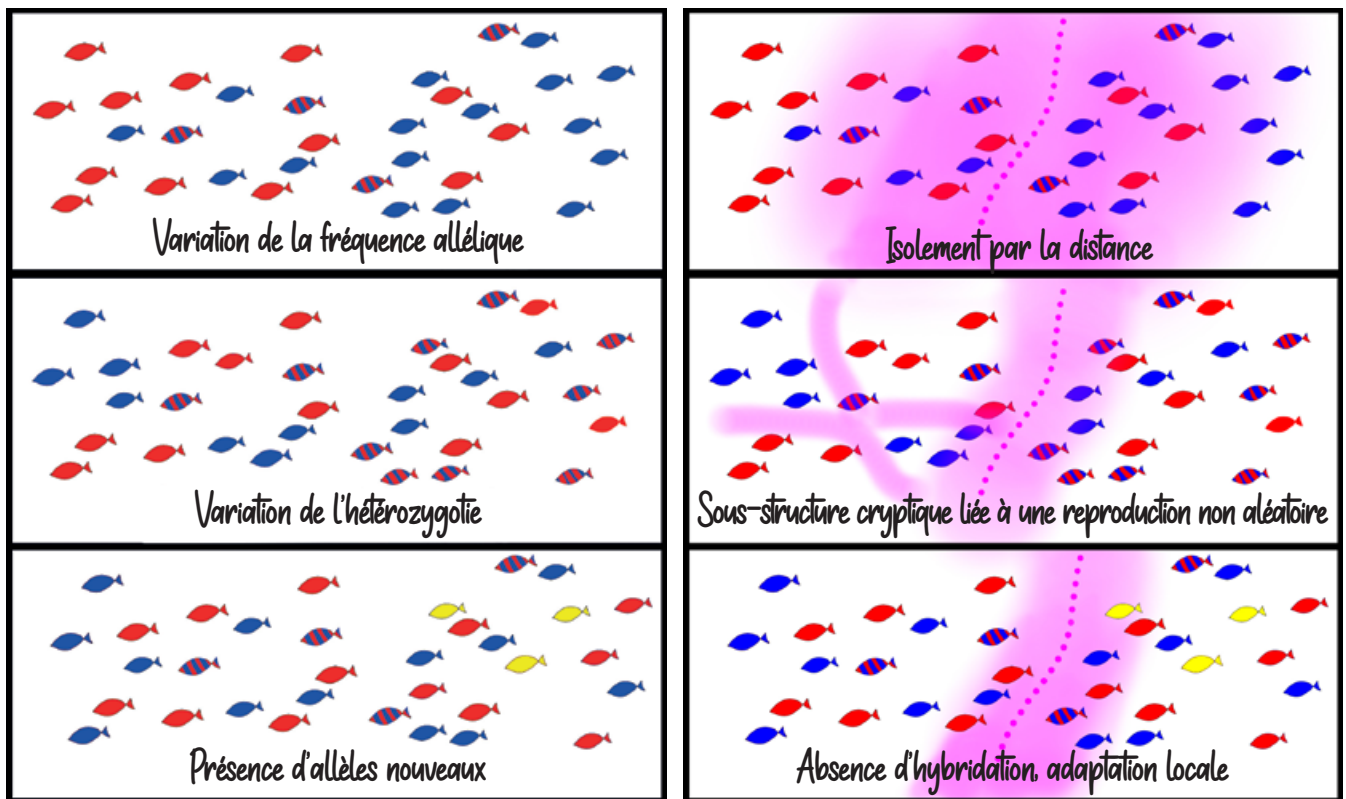


Figure 2. Exemples de profils génétiques indiquant la présence de structures de population (colonne de gauche), et la manière dont elles peuvent être interprétées (colonne de droite). Des poissons de différentes couleurs représentent l'expression de différents allèles. La ligne rose en pointillés indique la délimitation proposée à l'intérieur du stock. Le dégradé de rose représente le degré d'incertitude quant à l'emplacement véritable de la ligne de partage.

À tout le moins, le diagnostic génétique permet d'identifier précisément l'espèce à laquelle appartient un spécimen, ce qui est utile en l'absence d'autres caractères taxonomiques (fig. 1). Dans des applications plus complexes, l'information génétique peut servir à analyser les différences entre individus d'une même espèce (fig. 2) et contribuer à déterminer les frontières et le degré de connectivité entre les populations. Au mieux, la génétique des populations favorise une compréhension approfondie des liens de parenté entre individus et peut fournir une estimation directe de la taille et de la mortalité d'une population (fig. 1).

Grâce aux technologies de séquençage de l'ADN « à haut débit » récemment mises au point et commercialisées, l'application de la génétique au suivi des ressources halieutiques est simplifiée. La capacité accrue de traitement de l'ADN, la réduction des coûts, et l'augmentation du volume de données obtenues grâce à ces technologies rendent l'évaluation génétique accessible, pratique et instructive. L'intégration d'approches moléculaires dans la recherche halieutique présente notamment l'avantage de permettre de sauter certaines étapes dans le recueil et l'analyse de données imposées par d'autres approches qui, bien souvent, introduisent un biais ou affaiblissent l'inférence. Toutefois, les méthodes d'analyse moléculaire ne sont efficaces que si elles sont appliquées correctement et assorties d'attentes réalistes quant à la manière dont les résultats peuvent être interprétés.

Le présent article donne un aperçu des applications de l'analyse génétique à la gestion des ressources halieutiques.

Les différentes étapes de l'analyse génétique

Il existe de nombreux protocoles à la disposition des chercheurs souhaitant intégrer des analyses d'ADN dans leurs études. Ces protocoles se subdivisent en deux grandes catégories selon la méthode employée pour recueillir l'information. Les méthodes *classiques* reposent sur les variations de taille observées entre les principaux segments d'ADN qui indiquent des différences dans le code génétique. Les méthodes de *séquençage* (en particulier le séquençage nouvelle génération, ou NGS) permettent une analyse directe du code génétique. Certaines étapes et modalités de base sont communes aux deux types de méthodes (voir aussi fig. 3).

- **Étape commune 1.** Extraire un échantillon de tissu non contaminé par de l'ADN exogène. Dans la mesure où les analyses génétiques portent sur la diversité génétique, et que l'introduction d'ADN exogène introduit des variations génétiques, l'utilisation d'échantillons contaminés compromet gravement les analyses. La contamination peut aisément se produire lorsque des échantillons de tissu d'un organisme sont manipulés à l'aide de matériel préalablement placé au contact d'autres individus de la même espèce ou d'une espèce semblable, ou avec d'autres surfaces non stériles.
- **Étape commune 2.** Extraire l'ADN. L'extraction de l'ADN peut s'effectuer à l'aide de kits disponibles dans le commerce et de quelques instruments spécialisés, ou être externalisée auprès d'établissements spécialisés dans le traitement d'échantillons automatisé et à haut débit.

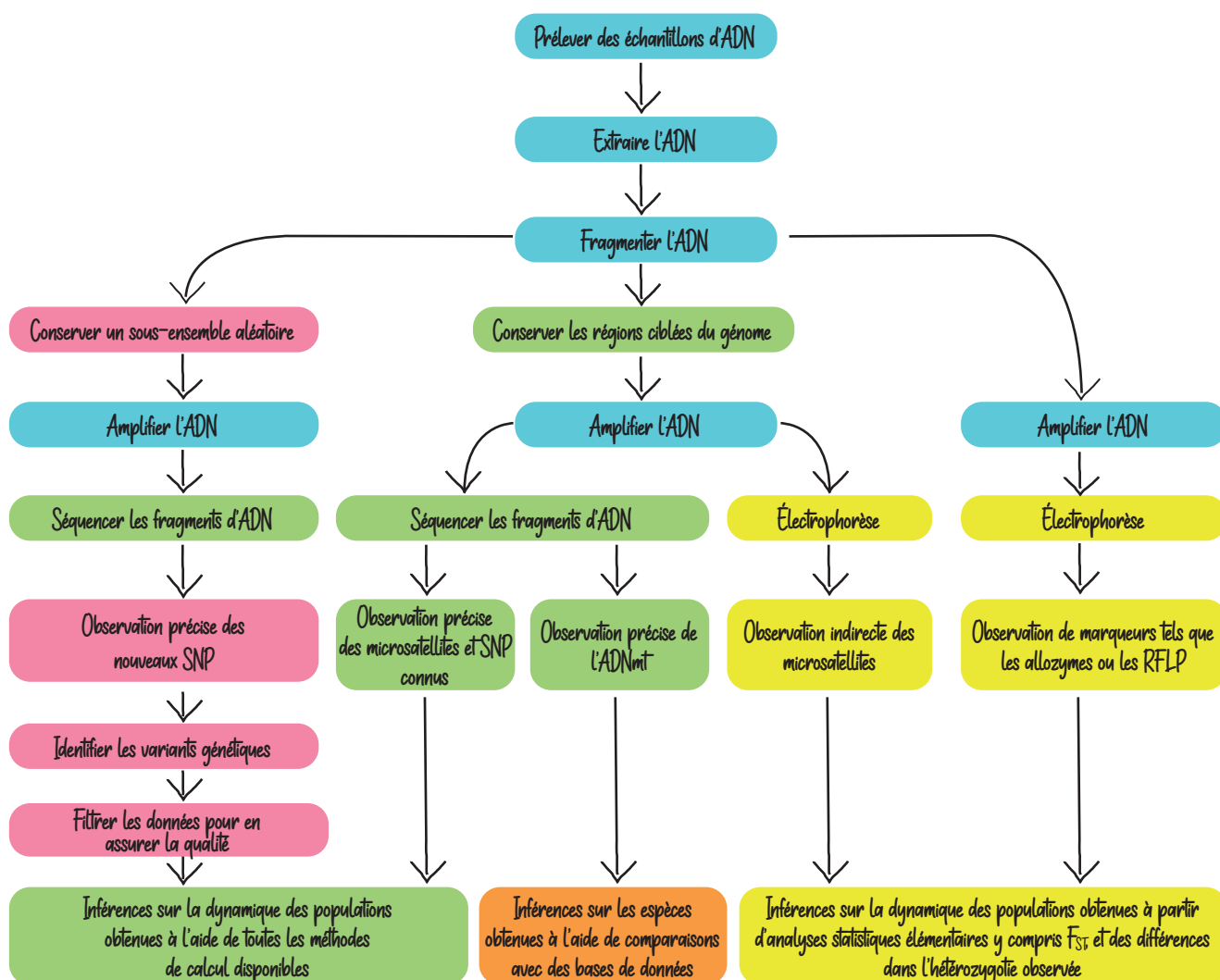


Figure 3. Principales étapes de l'analyse génétique.

- Bleu = étapes communes
- Jaune = types de marqueurs/études classiques
- Vert = types de marqueurs/études de séquençage
- Rose = séquençage NGS *de novo* (méthode la plus indiquée pour produire le maximum d'inférences avec des informations existantes/un investissement initial limité.)
- Orange = analyses spécifiques aux données de séquençage de l'ADN mitochondrial (ADNmt)

- ◆ **Étape commune 3.** Fragmenter l'ADN. Les protocoles classiques et NGS emploient les mêmes techniques de fragmentation de l'ADN, mais pour des raisons différentes. Les méthodes classiques visent à inférer la présence de variations génétiques à partir des fragments produits à cette étape ; les technologies nouvelle génération présentent des limites physiques quant à la longueur des brins d'ADN séquençables, et imposent donc de fractionner l'ADN en segments de longueur particulière. Dans les deux méthodes, la fragmentation peut également être utilisée de manière stratégique pour cibler (en les coupant ou non) des régions génétiques particulières.
- ◆ **Étape 3b (facultative).** Sélectionner un sous-ensemble d'ADN pour affiner l'analyse. Cette opération peut être réalisée soit en ciblant les principales régions d'intérêt (dans le même temps, notamment, qu'une fragmentation

ciblée), soit en filtrant des fragments d'ADN selon des paramètres aléatoires (par ex., une longueur particulière). Une telle sélection permet notamment de rejeter les fragments d'ADN de mauvaise qualité ou dépourvus d'information qui introduiraient du « bruit » dans les données, et de rationaliser les ressources, le travail et les moyens financiers nécessaires au traitement de l'ADN.

- ◆ **Étape commune 4.** Amplifier l'ADN. Tous les protocoles font appel à une forme ou à une autre de polymérisation en chaîne (PCR) pour reproduire chaque fragment d'ADN en de nombreux exemplaires. Si, dans de nombreux protocoles classiques, cette étape n'est pas essentielle, elle facilite néanmoins l'identification des bandes d'ADN à un stade ultérieur de l'analyse. La PCR est indispensable pour les NGS. Dans tous les cas, l'amplification réduit la nécessité de prélever de grandes quantités de tissu.

C'est à ce stade que les protocoles classiques et NGS commencent à bifurquer.

- **Étape classique 5.** Visualiser les fragments d'ADN par électrophorèse sur gel. Les fragments d'ADN se séparent en plusieurs bandes distinctes sur la surface du gel en fonction de leur taille et de leur charge électrique.
- **Étape classique 6.** Déterminer les génotypes (le verbe « génotyper » est souvent utilisé pour faire plus court, par exemple « génotyper après soumission des données brutes »). Les variations génétiques entre spécimens peuvent être inférées des différences observées dans la répartition des fragments d'ADN sur la surface du gel. Chaque fragment variable d'ADN sur le gel est interprété comme une version du segment génétique correspondant (un variant ou allèle à ce locus). C'est également à cette étape que l'on observe le nombre de versions par segment de chaque spécimen, ce qui détermine s'il est homozygote (un allèle) ou hétérozygote (deux allèles) à ce locus.

- **Étape classique 7.** Analyser les données.

Les types de marqueurs associés aux méthodes classiques produisant des données limitées, ils ne peuvent être analysés qu'à l'aide de statistiques simples qui produisent des inférences de faible résolution. En revanche, les méthodes NGS permettent un séquençage, un génotypage et une interprétation des données beaucoup plus complexes.

- **Étape NGS 5.** Séquencer des fragments choisis d'ADN, nucléotide par nucléotide. Cette étape consiste à lire les éléments constitutifs du code génétique, « brique par brique ». À l'heure actuelle, le protocole le plus utilisé est le génotypage par séquençage. La technologie employée à cette étape est au cœur de la révolution du séquençage à haut débit. Pour plus de facilité, il est d'usage d'externaliser le séquençage NGS auprès de laboratoires industriels.
- **Étape NGS 6.** Recenser les régions présentant des variations génétiques et déterminer les génotypes à l'aide d'un logiciel automatisé. Le processus exige une puissance de calcul considérable et s'effectue généralement à l'aide de « super ordinateurs » dans le cadre des services habituellement fournis par les laboratoires de séquençage.
- **Étape NGS 7.** Vérifier la qualité et filtrer les données sur les variants. Les jeux de données sont soumis à une série de tests assortis de seuils qui dépendent de la qualité des données disponibles et des analyses à effectuer.
- **Étape NGS 8.** Analyser les données.

Le séquençage à haut débit produit d'importants volumes de données qui permettent d'améliorer l'efficacité statistique et d'analyser en profondeur les schémas complexes qui interviennent dans la variation de l'ADN. Parmi les analyses qui bénéficient ou dépendent d'une puissance de calcul accrue figurent les algorithmes de groupement, les analyses en composantes principales, les analyses multivariées, les analyses de variance moléculaire (AMOVA), les estimations de migrations et de goulots d'étranglement, l'assignation aux populations et l'identification des espèces.

Les différents types de marqueurs et d'analyses

La variation génomique se produit à de multiples niveaux mesurés à l'aide de différents outils ou types de marqueurs. À titre d'exemple, les allozymes sont des marqueurs de la variation génétique sur la structure finale des protéines produites. Les microsatellites permettent d'observer les motifs constitués par des séquences nucléotidiques répétées et les variations de leur longueur physique. Les polymorphismes à nucléotide unique (SNP) permettent de détecter les substitutions nucléotidiques dans le code génétique lui-même. Chaque type de variation, et le type de marqueur qui lui est associé, présentent des caractéristiques distinctes telles que le taux de mutation, la pression sélective de l'évolution, et le nombre de variants possibles par locus. Ces différences déterminent le type de marqueur utile pour répondre à une question scientifique. Ainsi, les microsatellites possèdent un taux de mutation plus élevé que les SNP et sont donc intéressants pour mettre en évidence des changements démographiques récents tandis que les SNP servent davantage à étudier les tendances historiques. Autre exemple : De nombreux loci de l'ADNmt présentent un taux de mutation si élevé que, lorsqu'ils font l'objet de tests au sein de populations très importantes (comme celles des thonidés), ils font apparaître de façon prévisible un nombre considérable de variations génétiques dont il est impossible de dégager des tendances significatives. Toutefois, la variabilité extrême de l'ADNmt, associée à son taux de mutation élevé, le rend très utile dans l'élaboration d'arbres phylogénétiques au niveau de l'espèce. La figure 4 décrit les applications concrètes des marqueurs classiques et NGS les plus prisés, l'investissement relatif que requiert leur utilisation et les informations qu'ils procurent.

Le coût est toujours le facteur limitant dans la recherche génétique. Les protocoles utilisés pour obtenir chaque type de marqueur exigent des équipements spécialisés, un travail humain et des compétences, qui font grimper la facture. Le nombre de loci à génotyper par prélèvement, le nombre de prélèvements à traiter, et le nombre de prélèvements tissulaires à effectuer ont tous une incidence sur le coût final. Autrement dit, le manque de moyens limite le volume de données susceptibles d'être générées.

La valeur inférentielle par locus est corrélée au nombre de variants génétiques possibles. Un seul microsatellite doté de 20 variants (allèles) possibles fournit à peu près autant d'informations que 10 SNP bi-alléliques. Des études utilisant des marqueurs peu informatifs peuvent néanmoins être efficaces sur le plan statistique si un nombre suffisant de loci est observé, comme dans le cas des protocoles NGS qui produisent des milliers, voire des millions de SNP. En définitive, c'est le volume total des données produites par une étude qui détermine le type d'analyses qu'il convient de réaliser (fig. 5).

Pour chaque type d'analyse, il existe de multiples algorithmes plus ou moins applicables en fonction de l'espèce et du type d'étude. Cependant, de manière générale, les études qui font appel à des marqueurs plus nombreux et plus informatifs permettent des analyses plus exigeantes en données qui produisent également des observations plus fiables et plus précises. Les évaluations de l'hétérozygotie échappent à cette tendance car, malgré leur faible degré de nuance, les informations qu'elles génèrent servent de base à la quasi-totalité des autres analyses et déterminent en grande part s'il y a lieu de poursuivre l'examen des données.

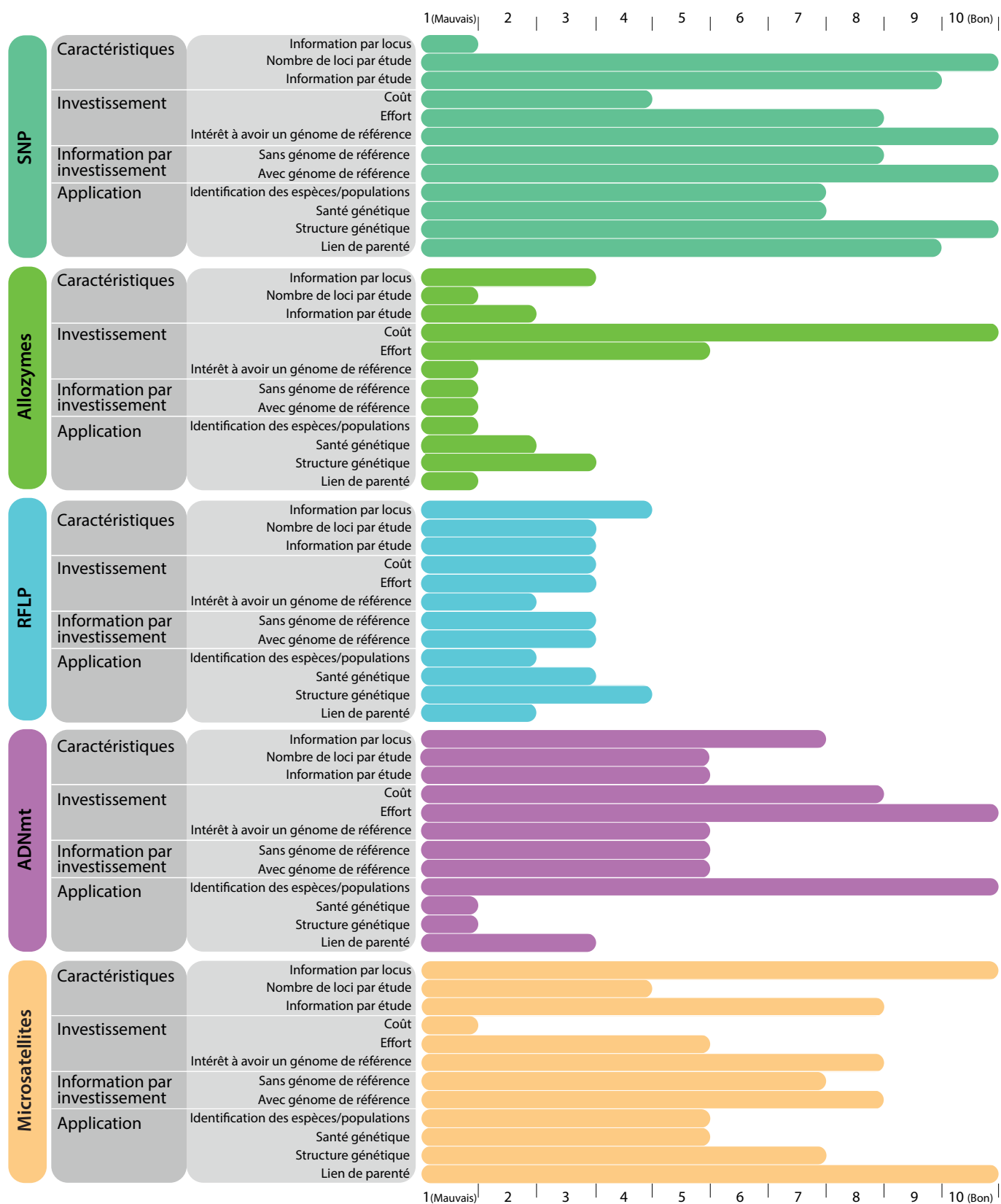


Figure 4. Performances comparées des cinq types de marqueurs les plus utilisés à l'aune de plusieurs paramètres qui guident souvent le choix de marqueur opéré par les chercheurs aux fins d'une étude donnée.

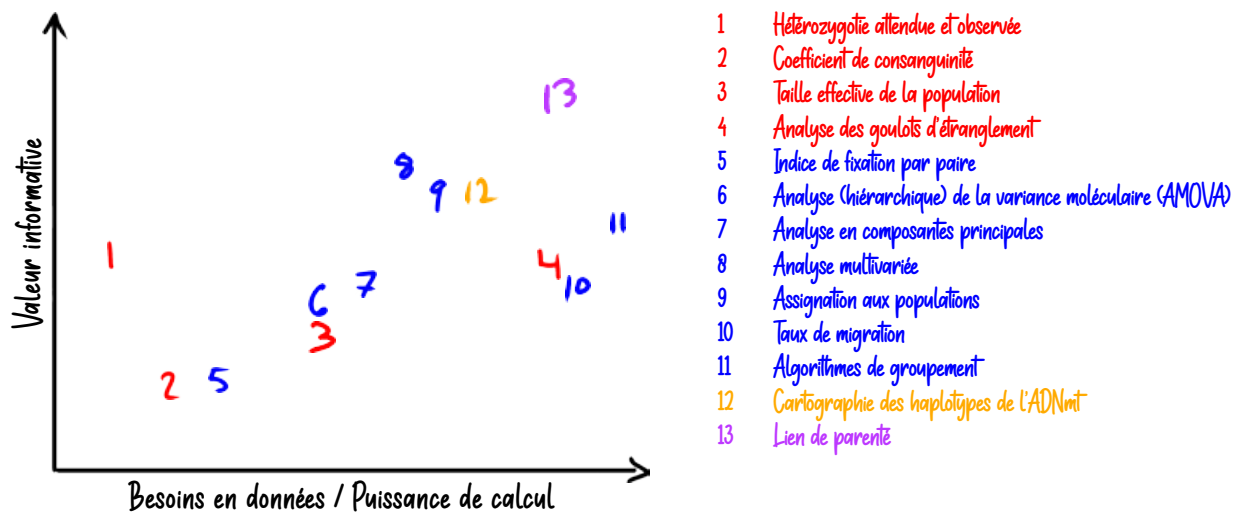


Figure 5. Valeur informative de diverses analyses de données génétiques au regard de la puissance de calcul requise. Les analyses figurées en rouge visent à évaluer la diversité génétique ; celles en bleu portent sur la structure des populations et celles en orange concernent les questions situées au niveau de l'espèce. Le lien de parenté est une passerelle unique entre la diversité (envisagée au niveau individuel) et la structure (étendue à l'échelle de la population).

L'analyse des données issues d'études sur la génétique des populations a évolué avec les protocoles de génotypage. À l'origine, les études portant sur une poignée d'allozymes ayant chacune plusieurs allèles faisaient appel à un test statistique simple qui consistait à quantifier la proportion de chaque allèle et d'hétérozygotes par marqueur et par population. Des analyses plus informatives comparaient les proportions d'hétérozygotes et d'homozygotes (à l'aide de statistiques telles que le coefficient de consanguinité FIS, et l'indice de fixation FST). L'amélioration des protocoles de séquençage de l'ADN a permis d'augmenter de manière considérable le nombre de points de données produits par les études, et il est devenu possible, pour ne pas dire essentiel, de synthétiser les données à la lumière de la variance entre loci, des tendances moyennées, et des probabilités d'assignation, entre autres, afin de détecter des motifs utiles.

Bien que les jeux de données volumineux n'enlèvent rien à l'utilité de statistiques de base telles que FIS et FST, ils offrent un degré de nuance supérieur grâce à des méthodes d'analyse à plus forte intensité de calcul telles que les algorithmes de groupement, qui partitionnent les spécimens en groupes possibles lors de milliers d'itérations successives en vue de recommander le réseau le plus parcimonieux parmi les individus observés.

On peut dire, pour résumer les liens génériques qui orientent la conception des études, que le type de marqueur génétique et le(s) type(s) d'analyse retenu(s) s'influencent mutuellement. Le choix du type de marqueur prédit la quantité de données qui seront produites, laquelle influencera à son tour les types d'analyses qui pourront être réalisées. L'efficacité statistique nécessaire pour déceler les schémas biologiques d'intérêt détermine le type d'analyses qui devraient être réalisées et le type de marqueurs susceptibles de fournir le volume de données requis. Des considérations extérieures, telles que le coût du traitement de l'ADN pour les différents types de marqueurs, imposent souvent de trouver un compromis entre les méthodes les plus informatives et celles les plus économiques.

Les caractéristiques uniques de chaque type de marqueur, qui vont au-delà de la quantité d'informations génétiques qu'il produit, influent sur la contribution qu'il peut apporter à la résolution de questions scientifiques particulières. En bref :

- l'interprétation de la séquence d'ADNmt est plus indiquée pour identifier les espèces ;
- les microsatellites sont un marqueur adéquat pour évaluer la parenté et la structure récente des populations ;
- les SNP sont les rois des marqueurs, et égalent ou surpassent tous les autres types de marqueurs dans la plupart des analyses (hormis celles visant à identifier les espèces), pour peu qu'ils soient utilisés en nombre suffisant ; et
- les allozymes et les RFLP demeurent des options valables lorsque le séquençage nouvelle génération n'est pas réalisable.

Application aux sciences halieutiques

Les analyses génétiques peuvent être appliquées à un vaste éventail de questions en lien avec les ressources halieutiques (tableau 1). Certaines règles élémentaires peuvent aider à s'orienter dans le dédale de la terminologie génétique appliquée à ces questions. Des études consacrées à la santé génétique des populations peuvent apporter des réponses aux préoccupations liées à la viabilité des populations, y compris la surpêche, l'établissement de quotas de pêche appropriés et la robustesse des stocks face aux changements climatiques. Les analyses de la structure génétique des populations peuvent quant à elles répondre à des questions relatives à la répartition et aux déplacements des poissons, et au mélange et à la dynamique des populations.

En réalité, la frontière est ténue entre les analyses consacrées à la santé génétique et celles portant sur la structure génétique.

Tableau 1. Récapitulatif des thèmes usuels relatifs aux ressources halieutiques et des informations connexes fournies par les études génétiques

	Thèmes relatifs aux ressources halieutiques	Inférences possibles	Facteurs limitants
Diversité/Santé génétique	Abondance absolue des stocks	Estimation quantitative du nombre d'adultes au sein d'une population	Dépend du marquage-recapture d'individus apparentés, une nouvelle technique testée sur un nombre restreint d'espèces et un nombre limité d'adultes reproducteurs.
	Viabilité des ressources halieutiques Niveau de surpêche et de rétablissement Nécessité d'ajuster les quotas de pêche	Déclin passé ou actuel de la taille des populations, lié à la surpêche ou à des causes naturelles Présence et degré de consanguinité et perte de diversité génétique à l'échelle de la population	La capacité à détecter des épisodes de recul des populations survenus dans le passé varie en fonction du type de marqueur génétique. Présence possible de facteurs parasites reproduisant les tendances associées à la surpêche. Impossibilité d'isoler la mortalité liée à la pêche de la mortalité due à des causes naturelles.
	Capacité d'adaptation Viabilité à long terme	Probabilité que les populations restent stables malgré les changements climatiques et d'autres facteurs de variabilité environnementale	La capacité d'adaptation du génome est assez simple à quantifier, mais la capacité d'adaptation dans son ensemble doit être évaluée à l'aune de l'influence exercée par l'environnement, du comportement, de la plasticité phénotypique, etc.
Structure des populations	Taille et délimitation des stocks	Présence et robustesse de la structure des populations, et incidences sur l'identification de facteurs sous-jacents	Dépend de la capacité de l'échantillonnage à mettre en évidence une différenciation spatiale et temporelle ; impossible de tirer des inférences fiables sur les lieux et les périodes non échantillonnés.
	Détermination de sous-structures à l'intérieur du stock	Présence et robustesse d'une structure de population plus subtile, dynamique, ou de petite échelle Différents types de profils possibles parmi lesquels l'isolement par la distance, la présence de métapopulations, une variabilité temporelle de la structure due à la migration, etc. Parmi les facteurs possibles figurent une fidélité modérée au site, d'autres entraves à la mobilité, une reproduction non aléatoire, une sélection environnementale, le comportement, etc.	Il existe des méthodes de calcul très diverses, caractérisées par des différences subtiles dans leurs hypothèses de départ ; le choix d'équations/de modèles inadaptés peut fausser les résultats. À mesure que la structure gagne en subtilité, il devient plus difficile et plus subjectif d'établir une distinction entre des tendances importantes sur le plan biologique et du bruit dans les données.
	Mobilité, connectivité	Degré de mélange reproductif entre les groupes Risque de sous-estimation de la séparation des stocks établie au moyen d'autres outils génétiques, en raison des effets modérateurs disproportionnés qu'un petit nombre de migrants peut exercer sur la structure génétique	Des algorithmes très divers sont utilisés pour inférer les taux de migration ; ils introduisent souvent des hypothèses sur la structure des stocks. Le choix d'un modèle inadapté peut avoir une forte incidence sur les résultats.
	Provenance des spécimens	Degré de mélange génétique entre les différents stocks Mobilité individuelle lorsqu'elle est associée au lieu de capture	Le niveau de confiance de l'assignation aux populations dépend du degré de différenciation entre les populations.
Conservation/Gestion	Identification des espèces	Confirmation d'espèces difficiles à identifier du point de vue morphologique Hybridation entre espèces	Impose la préexistence de données dans des bases mondiales à des fins de comparaison ; peut être limitée pour les espèces non modèles.
	Prise en compte des enjeux de conservation	Intensité des mesures à prendre face à la baisse de la capacité d'adaptation, la présence de consanguinité, la faible diversité génétique, la fragmentation de la population, etc.	L'acquisition d'un nombre suffisant de spécimens peut être difficile lorsque l'espèce est rare.
	Recommandations sur les mesures à prendre	Bonnes pratiques visant à éviter une dépression hybride ou d'autres effets négatifs liés aux initiatives de conservation	Les analyses génétiques permettent aisément de déterminer s'il existe ou non une différenciation au sein d'une population, mais requièrent un investissement plus important pour prédire si le mélange de deux groupes différenciés produira ou non des descendants génétiquement inadaptés.
	Efficacité des politiques de conservation et de gestion en vigueur	Évolution dans le temps du degré de diversité génétique, de l'hétérozygotie et autres mesures de la capacité d'adaptation	Les populations appauvries échappent souvent aux hypothèses sur lesquelles reposent les algorithmes d'évaluation génétique, introduisant des biais et une certaine subjectivité dans les résultats.
Comportement	Schémas migratoires	Permet de confirmer si des poissons échantillonnés à différents intervalles, le long d'un parcours migratoire attendu, appartiennent au stock étudié.	La génétique ne fournit pas d'indication sur les déplacements antérieurs. Le marquage et la chimie des otolithes se prêtent davantage à un tel exercice ; les résultats peuvent être confirmés génétiquement, le cas échéant.
	Lieux de frai Périodes de frai	Présence et nombre de sites de reproduction distincts chez les espèces dont on sait qu'elles migrent en période de reproduction Reproduction non aléatoire sur les sites de frai de stocks mixtes	La génétique permet seulement d'obtenir des inférences à partir de la structure des populations ; le marquage, les données sur les prises et d'autres méthodes sont plus indiquées pour déterminer les lieux et périodes de frai.
	Réactions futures face à des facteurs de stress sans précédent (en particulier les changements climatiques)	Capacité d'adaptation génétique Présence de variations génétiques potentiellement avantageuses qui permettraient aux individus de résister à de nouvelles formes de stress	Les caractéristiques génétiques ne permettent pas de prédire les comportements individuels chez des organismes complexes tels que les téléostéens ; mieux vaut recourir à la modélisation.

Niveaux de confiance :	Vert	Évaluation effectuée à l'aide d'outils essentiellement génétiques et offrant un niveau de confiance élevé.
	Jaune	Évaluations génétiques offrant un niveau de confiance modéré ; d'autres outils de recherche devraient être utilisés lorsque les décisions à prendre présentent des enjeux importants. Toutefois, les inférences génétiques suffisent à fournir un niveau de compréhension élémentaire.
	Gris	Évaluations génétiques offrant un niveau de confiance très faible ; il est vivement recommandé de faire appel à d'autres techniques avant de tirer des conclusions.

Compte tenu de la règle admise selon laquelle les populations de grande taille et fortement connectées sont en général plus robustes sur le plan génétique, des études de santé génétique peuvent valider des résultats des analyses au regard de la structure connue de la population. À l'inverse, des observations faisant état d'une diversité (et, partant, d'une santé) génétique exceptionnellement faible au sein d'une grande population peuvent révéler la présence en son sein de sous-structures jusqu'alors non identifiées. Dans le cas notamment d'un sujet de recherche qui présente des enjeux de taille (par exemple, qui sous-tend la conservation d'une espèce vulnérable ou des recommandations sur la modification du régime de gestion d'une pêcherie importante), il est courant de chercher à recourir au plus grand nombre possible de méthodes d'analyse pour générer une confiance optimale dans les résultats.

Les inférences fondées sur des données génétiques suscitent généralement un niveau de confiance élevé, mais pas absolu. La santé génétique dépend directement de la diversité génétique, laquelle est directement quantifiée au moyen d'outils génétiques ; la confiance dans ces types d'analyses peut donc être très élevée. Toutefois, les analyses de structure donnent lieu à des évaluations plus complexes des mêmes données, et sont utilisées pour tirer des conclusions sur un ensemble plus vaste de questions. Ainsi, il incombe souvent à l'interprète des données de déterminer si l'hétérozygotie au sein d'un échantillon d'individus est plus faible que prévue en raison d'une structure de population cryptique, d'un épisode brutal d'isolement dans un lointain passé, des schémas migratoires, ou de biais fortuits dans l'échantillonnage d'un stock mixte, entre autres possibilités. Le contexte fournit souvent des indices qui permettent de privilégier une explication, mais il peut aussi conduire à une mauvaise interprétation. En bref, les analyses de structure se prêtent davantage à une erreur de représentation que les évaluations de base de la santé génétique. Il importe toutefois de souligner que toutes les analyses génétiques dépendent du recueil d'échantillons qui sont, d'une part, représentatifs de la population étudiée et, d'autre part, non contaminés.

Le facteur déterminant dans le succès des travaux de recherche génétique menés à l'échelle d'une population est le recueil approprié d'échantillons. Les analyses génétiques offrent une vision instantanée de paramètres démographiques qui dépendent du lieu et du moment où les individus sont échantillonnés. Même lorsque les échantillons sont représentatifs de la population dont ils proviennent, les résultats ne seront pas concluants si les échantillons ne sont pas prélevés d'une manière qui rende compte des phénomènes d'intérêt. Ce constat vaut particulièrement pour les espèces pélagiques très mobiles. À titre d'exemple, ces espèces pourraient englober différentes populations qui utilisent les mêmes zones de frai de manière asynchrone, occupant le même lieu à différentes périodes de l'année. Si les échantillons sont prélevés sur une base annuelle, et non saisonnière, ils ne fourniront aucune indication d'une occupation séquentielle. De même, les inférences obtenues à partir d'un jeu d'échantillons donné pourraient ne pas s'appliquer à des lieux, périodes, stades biologiques ou parties du génome qui n'ont pas été observés. Des échantillons d'adultes matures ne représentent qu'une infime fraction de multiples cohortes qui ont survécu jusqu'ici, alors que des échantillons de juvéniles recèlent davantage d'individus issus d'un nombre limité de cohortes qui n'ont pas encore subi tout l'éventail de

pressions liées à l'environnement. L'application à un groupe de modèles établis pour un autre débouchera sans doute sur des interprétations erronées. Il appartient à l'équipe de chercheurs de recueillir des échantillons d'une manière qui permette de formuler des conclusions informatives et précises sur la question à laquelle elle souhaite répondre.

Il existe également certains « angles morts » dans les types d'inférences qu'il est raisonnablement possible de tirer de la génétique. Contrairement à la chimie des otolithes ou à d'autres biomarqueurs, l'ADN d'un individu reste stable tout au long de sa vie et ne renferme donc aucune information sur l'évolution dans le temps de ses comportements et déplacements. Toutefois, il est possible de faire preuve de créativité dans les applications de la génétique. Ainsi, à l'échelle d'un groupe, on peut déduire à partir de l'ADN si des individus apparentés partagent les mêmes lieux de frai. La génétique permet donc de vérifier des hypothèses préexistantes concernant le comportement et les schémas migratoires.

Lorsque les choses se compliquent . . .

Le principal obstacle au succès des études génétiques réside dans le manque de capacités ou de financements nécessaires pour effectuer le bon nombre de prélèvements, selon une répartition appropriée, et en extraire suffisamment de matériel génétique pour répondre avec confiance aux questions posées. Toutefois, d'autres difficultés risquent également de compromettre l'intégrité et le succès d'une étude.

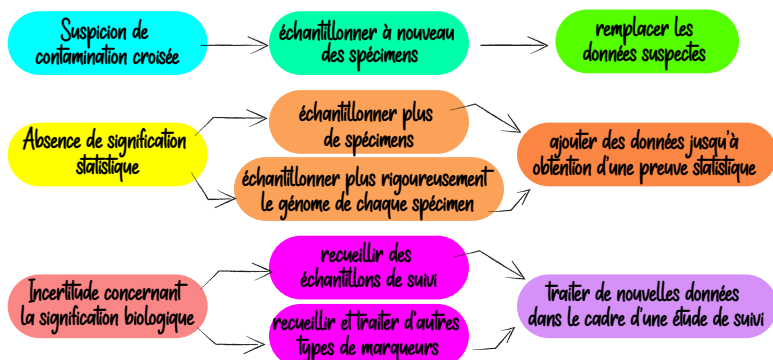
Entre autres exemples, on citera la conception d'une étude dont le protocole d'échantillonnage ne permet pas de saisir le véritable degré de variabilité génétique. Même lorsqu'une étude est conçue de manière appropriée, le prélèvement non aléatoire ou inadapté de spécimens peut aboutir à la constitution d'échantillons non représentatifs de l'ensemble de la population. En outre, des protocoles de recueil et de stockage des échantillons inadaptés, et une mauvaise manipulation durant le traitement de l'ADN, peuvent entraîner une dégradation et une contamination de ce dernier, et engendrer une perte d'information ou, en cas de contamination d'origine inconnue, un risque d'interférence avec des tendances biologiquement pertinentes dans les données. Même lorsqu'il est possible d'extraire avec succès des données génétiques, l'utilisation de méthodes d'analyse statistique inappropriées ou l'incapacité à en reconnaître les limites peuvent conduire à une interprétation et des conclusions erronées.

Heureusement, la plupart des problèmes peuvent être évités ou corrigés. La figure 6 propose des pistes permettant de contourner certaines des difficultés les plus courantes.

En gardant à l'esprit quelques éléments de base durant les phases de conception et de réalisation de l'étude, il est possible d'éviter de nombreux obstacles.

- Premièrement, la connaissance du cycle biologique de l'espèce génère des attentes réalistes quant aux résultats, en permettant aux chercheurs de prédire l'efficacité statistique (et, partant, le nombre de spécimens et la quantité de données génétiques par spécimen) nécessaire pour obtenir des résultats précis et concluants.

Résolution des problèmes avec un financement adéquat



Résolution des problèmes en l'absence d'un financement adéquat



Figure 6. Liste non exhaustive d'exemples de solutions aux problèmes fréquemment rencontrés dans les études. La solution la plus indiquée dépend des moyens disponibles. Toutes les méthodes n'ont pas la même efficacité pour relever le niveau de confiance des conclusions.

• Deuxièmement, le cycle biologique guide la stratégie de prélèvement des échantillons. Prenons l'exemple classique d'un échantillonnage non aléatoire : si une étude vise à élucider la dynamique d'une population à grande échelle mais que ses auteurs échantillonnent de manière fortuite des groupes apparentés ou d'autres sous-structures locales de cette population, ils obtiendront des inférences pertinentes pour le sous-groupe échantillonné mais faussées une fois transposées à une échelle de population plus vaste. Prévoir l'existence d'une telle sous-structure aide les chercheurs à choisir la bonne stratégie en matière de recueil d'échantillons et à éviter l'introduction de bruit dans les jeux de données axés sur une question spécifique.

• La connaissance du cycle biologique facilite également le choix des analyses les plus adaptées en aval du processus. Les méthodes d'analyse complexes, telles que les algorithmes de groupement, reposent sur des hypothèses concernant le modèle sous-jacent de structure des populations (par ex., métapopulation ou isolement par la distance) sur lesquelles sont bâties toutes les autres projections. Des hypothèses erronées produiront des résultats biaisés et des artéfacts, en dépit de la bonne qualité du jeu de données.

• La comparaison entre les données nouvelles et les données existantes est une pratique courante pour contextualiser les observations actuelles, et peut améliorer la valeur inférentielle en intégrant des informations compatibles et publiées

dans le nouveau jeu de données. Toutefois, mieux vaut planifier les principales comparaisons et élaborer des plans d'étude garantissant d'une telle compatibilité, car la probabilité que deux études indépendantes se prêtent d'elles-mêmes à une lecture parallèle est faible, voire nulle. Des incongruités dans le plan d'une étude peuvent fausser artificiellement les résultats et amoindrir le degré de confiance dans la signification biologique des observations.

- L'accès à un génome de référence, composé de chaque séquence publiée de l'ensemble du génome, nucléotide par nucléotide, peut apporter une valeur considérable à une étude, car il permet de renforcer la confiance dans le choix des loci informatifs et de valider des hypothèses non étayées sur la pression sélective à un locus ou son association avec des traits fonctionnels. Faute de génome de référence, les conclusions dépendent exclusivement de l'exactitude de la théorie générale sur la génétique des populations, ce qui réduit considérablement le degré de confiance à l'égard des évaluations de l'adaptation locale.
- Un génome de référence contribue également à la bonne gestion des moyens disponibles. De même que les spécimens échantillonnés renseignent exclusivement sur les lieux et périodes où ils sont prélevés, les régions génomiques échantillonnées ne font ressortir que les caractéristiques observées aux loci concernés. Une fois déterminées les parties du génome instructives sur un sujet de recherche (un gène particulier peut-être, ou un chromosome sexuel), il est possible de cibler l'échantillonnage génétique et, ce faisant, de limiter les coûts liés à l'échantillonnage génétique exogène et de réduire le bruit dans les données.
- La contamination croisée des échantillons est une préoccupation constante en analyse génétique. Une fois qu'elle se produit, il est difficile de corriger le problème. Il est donc essentiel de faire preuve de vigilance dans la mise en œuvre des protocoles de stérilisation, du recueil d'échantillons au séquençage, afin d'éviter de devoir écarter par la suite des données difficilement acquises.

Ressources de la région du Pacifique

Compte tenu de la place importante occupée par la bio-informatique dans les évaluations génétiques modernes, la communauté mondiale des chercheurs en génétique a établi de solides réseaux de soutien issus ou inspirés de domaines liés aux sciences informatiques. De nombreux logiciels d'analyse génétique sont disponibles gratuitement sur des plateformes telles que R et GitHub. Sur des espaces de discussion en ligne tels que BioStar, Stacks et ResearchGate, on trouvera de nombreux forums visant à résoudre des problèmes d'utilisation d'un logiciel particulier ou d'interprétation de résultats. Les éditeurs de logiciels répondent souvent très volontiers aux courriels qui leur sont directement adressés sur les performances du code source.

Il est également d'usage d'externaliser le séquençage nouvelle génération de l'ADN à des laboratoires commerciaux spécialisés. L'expédition internationale de tissu et d'ADN pré-séquéncé est donc courante.

Toutefois, le fait de s'en tenir à la région simplifie généralement la logistique et peut réduire les coûts. Le MOANA Lab de l'Université du Pacifique Sud à Suva (Fidji) dispose de

capacités internes pour de petits projets utilisant des protocoles classiques d'extraction de l'ADN. New Zealand Genomics Limited, fruit d'une collaboration inter-universitaire soutenue par les pouvoirs publics, est certifié Illumina-Propel et met en œuvre des protocoles NGS sur le campus de l'Université d'Otago. En Australie, Diversity Arrays Technology a élaboré un protocole NGS indépendant qui rencontre un franc succès, baptisé DArTseq. Il existe de nombreux autres laboratoires dotés d'équipement similaire dans le Pacifique.

Gros plan sur la Communauté du Pacifique

La Communauté du Pacifique (CPS) appuie des initiatives menées en collaboration avec d'autres organisations océaniques telles que l'Université du Pacifique Sud et le Centre australien pour la recherche scientifique et industrielle (CSIRO) en vue d'effectuer des analyses préliminaires de la structure et de la santé génétiques des populations de germon, de thon obèse, de bonite et de thon jaune. Ces applications ont fait ressortir la nécessité d'approfondir les recherches pour étudier les sous-structures résultant d'un succès reproductif différentiel, de la présence d'individus apparentés dans les bancs, et de l'adaptation locale. D'autres collaborations se mettent en place et contribuent à diffuser de nouvelles applications de la bio-informatique aux données génétiques, telles que le marquage-recapture d'individus apparentés, qui permet d'inférer la taille absolue d'une population. Des techniques de metabarcoding ont également été appliquées pour déterminer le régime alimentaire des thonidés et des oiseaux de mer (en collaboration avec l'Université de Canberra et l'Institut de recherche pour le développement).

Pour veiller à l'avancement de ces projets, la CPS s'est récemment lancée dans la conception d'une étude visant à définir les outils d'analyse, la couverture de l'échantillonnage et les investissements nécessaires pour répondre à des interrogations de longue date sur l'écologie des espèces tropicales de thonidés présentes dans le Pacifique occidental et central. À l'appui de ces travaux, elle a aussi mis sur pied un groupe consultatif informel. Chargé dans un premier temps d'émettre des avis sur la structure des stocks de thonidés, ce groupe devrait voir son mandat étendu à l'octroi de conseils sur la mise en œuvre d'études de génétique moléculaire entreprises par la CPS. Parmi les membres du groupe figurent des spécialistes de la génétique moléculaire et de la collecte d'échantillons dans le Pacifique. Ce groupe consultatif, malgré sa structure informelle, constitue une première étape du processus engagé par la CPS pour garantir la qualité des travaux scientifiques et l'examen par les pairs des applications de génétique moléculaire dans la région.

Le présent article visait à démystifier certains aspects essentiels de l'analyse génétique dans le contexte des recherches halieutiques. En renforçant les capacités de recherche génétique de la région, y compris l'appui logistique à d'autres groupes de recherche océaniques et les compétences techniques de l'Organisation en matière d'évaluation et d'interprétation des données, la CPS espère stimuler les échanges de connaissances et promouvoir une application accrue des outils génétiques dans les cadres de gestion des ressources halieutiques océaniques.

Glossaire

allèle :	Forme variante d'un même gène. Autrement dit, c'est l'une des deux versions (ou plus) d'une mutation observée au même locus d'un chromosome. Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/All%C3%A8le
allozyme :	Forme variante d'une enzyme qui possède une structure différente mais une fonction identique aux autres allozymes codés par différents allèles à un même locus. Source : https://www.genome.gov/genetics-glossary/r#glossary
ADN :	Acide désoxyribonucléique. Molécule complexe dépositaire de toute l'information nécessaire à la construction et à l'entretien d'un organisme. Tous les êtres vivants possèdent de l'ADN dans leurs cellules. En réalité, presque chaque cellule d'un organisme multicellulaire renferme la totalité de l'ADN dont il a besoin. Source : https://www.nature.com/scitable/topicpage/introduction-what-is-dna-6579978/
ADNe :	ADN environnemental. ADN obtenu à partir d'échantillons prélevés dans l'environnement (par ex., le sol, l'eau de mer, l'air) plutôt que directement sur les organismes cibles. Lorsque les organismes interagissent avec leur milieu, l'ADN contenu, par exemple, dans les tissus morts ou les écailles (chez les poissons), le mucus corporel ou le sang, est libéré dans l'environnement, s'y accumule et peut y être mesuré par échantillonnage. Source(s) : https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320714004443?via%3Dihub https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/edn3.132
ADNmt :	ADN mitochondrial. ADN situé à l'intérieur des mitochondries, des organites intracellulaires eucaryotes qui convertissent l'énergie chimique tirée de l'alimentation en une forme utilisable par les cellules. Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9nome_mitochondrial
CKMR :	Marquage-recapture d'individus apparentés. Méthode de conception récente qui consiste à estimer l'abondance et les paramètres démographiques (par ex., évolutions des populations, survie) à partir des liens de parenté déterminés à l'aide d'échantillons génétiques. Source : http://afstws2019.org/sessions/
hétérozygotie :	Fait de posséder deux allèles différents au même locus. Elle joue un rôle fondamental dans l'étude des variations génétiques au sein des populations. Source : https://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199941728/obo-9780199941728-0039.xml
locus (loci) :	Localisation précise d'un gène ou d'une séquence d'ADN sur un chromosome, une sorte d'« adresse génétique ». Le pluriel de locus est « loci ». Source : https://www.genome.gov/genetics-glossary/r#glossary
microsatellite :	Séquence d'ADN constituée de motifs répétés, en général de 5 à 50 fois, et d'une longueur comprise entre une et six paires de bases, voire plus. Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Microsatellite_(biologie)
NGS :	Séquençage nouvelle génération (en anglais, <i>next generation sequencing</i>). Désigne plusieurs méthodes de séquençage à haut débit faisant appel au traitement massivement parallèle. Source : https://en.wikipedia.org/wiki/Massive_parallel_sequencing
RFLP :	Polymorphisme de longueur des fragments de restriction, ou polymorphisme de restriction (en anglais, <i>restriction fragment length polymorphism</i>). Type de polymorphisme qui résulte d'une variation de la séquence d'ADN reconnue par des enzymes de restriction, des enzymes bactériennes utilisées par les chercheurs pour couper les molécules d'ADN au niveau de sites connus. Source : https://www.genome.gov/genetics-glossary/r#glossary
SNP :	Polymorphisme à nucléotide unique (en anglais, <i>single-nucleotide polymorphism</i>). Variation d'un seul nucléotide présente en un point spécifique du génome et dans une proportion suffisamment importante de la population (par ex., plus de 1 %). Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Polymorphisme_nucl%C3%A9otidique

Annexe 1. Quelques publications consacrées à l'application de la génétique à la recherche halieutique

Thèmes relatifs aux ressources halieutiques		Exemples
Diversité/Santé génétique	Abondance absolue des stocks	Bravington M., Grewe P. and Davies C. 2016. Absolute abundance of southern bluefin tuna estimated by close-kin mark-recapture. <i>Nature Communications</i> 7:1–8. Hillary R. et al. 2018. Genetic relatedness reveals total population size of white sharks in eastern Australia and New Zealand. <i>Scientific Reports</i> 8:1–9.
	Viabilité des ressources halieutiques	Pinsky M.L. and Palumbi, S.R. 2014. Meta-analysis reveals lower genetic diversity in overfished populations. <i>Molecular Ecology</i> 23:29–39.
	Capacité d'adaptation	Ehlers A., Worm B. and Reusch T.B.H. 2008. Importance of genetic diversity in eelgrass <i>Zostera marina</i> for its resilience to global warming. <i>Marine Ecology Progress Series</i> 355:1–7. Nicotra A.B., Beever E.A., Robertson A.L., Hofmann G.E. and O'Leary J. 2015. Assessing the components of adaptive capacity to improve conservation and management efforts under global change. <i>Conservation Biology</i> 29:1268–1278.
	Viabilité à long terme	Foo S.A. and Byrne M. 2016. Acclimatization and adaptive capacity of marine species in a changing ocean. <i>Advances in Marine Biology</i> 74:69–116.
Structure des populations	Taille et délimitation des stocks	Pecoraro C. et al. 2018. The population genomics of yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>) at global geographic scale challenges current stock delineation. <i>Scientific Reports</i> 8:13890.
	Identification de sous-structures au sein des stocks	Knutsen H. et al. 2011. Are low but statistically significant levels of genetic differentiation in marine fishes 'biologically meaningful'? A case study of coastal Atlantic cod. <i>Molecular Ecology</i> 20:768–783. Selkoe K.A. et al. 2010. Taking the chaos out of genetic patchiness: seascape genetics reveals ecological and oceanographic drivers of genetic patterns in three temperate reef species. <i>Molecular Ecology</i> 19:3708–3726. Liu B.J., Zhang B.D., Xue D.X., Gao T.X. and Liu J.X. 2016. Population structure and adaptive divergence in a high gene flow marine fish: The small yellow croaker (<i>Larimichthys polyactis</i>). <i>PLoS One</i> 11:1–16. Eldon B., Riquet F., Yearsley J., Jollivet D. and Broquet T. 2016. Current hypotheses to explain genetic chaos under the sea. <i>Current Zoology</i> 62:551–566. Anderson G., Hampton J., Smith N. and Rico C. 2019. Indications of strong adaptive population genetic structure in albacore tuna (<i>Thunnus alalunga</i>) in the southwest and central Pacific Ocean. <i>Ecology Evolution</i> doi:10.1002/ece3.5554
		Hoey J.A. and Pinsky M.L. 2018. Genomic signatures of environmental selection despite near-panmixia in summer flounder. <i>Evolutionary Applications</i> 11: 1732–1747.
		Grewe, P. et al. 2015. Evidence of discrete yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>) populations demands rethink of management for this globally important resource. <i>Scientific Reports</i> 5:1–9.
		Hedgecock D., Barber P.H. and Edmands S. 2007. Genetic approaches to measuring connectivity. <i>Oceanography</i> 20:70–79.
	Mobilité, connectivité	Manel S. et al. 2007. A new individual-based spatial approach for identifying genetic discontinuities in natural populations. <i>Molecular Ecology</i> 16:2031–2043.
Conservation/Gestion	Provenance des spécimens	Benestan L. et al. 2015. RAD genotyping reveals fine-scale genetic structuring and provides powerful population assignment in a widely distributed marine species, the American lobster (<i>Homarus americanus</i>). <i>Molecular Ecology</i> 24:3299–3315. Kerr Q., Fuentes-Pardo A.P., Kho J., McDermid J.L. and Ruzzante D.E. 2019. Temporal stability and assignment power of adaptively divergent genomic regions between herring (<i>Clupea harengus</i>) seasonal spawning aggregations. <i>Ecology Evolution</i> 9: 500–510.
	Identification des espèces	Amaral C.R.L. et al. 2017. Tuna fish identification using mtDNA markers. <i>Forensic Science International: Genetics Supplement Series</i> 6, e471–e473.
	Prise en compte des enjeux de conservation	von der Heyden S. 2009. Why do we need to integrate population genetics into South African marine protected area planning? <i>African Journal of Marine Science</i> 31:263–269.
	Recommandations sur les mesures à prendre	Flanagan S. and Jones A.G. 2017. Constraints on the F ST – Heterozygosity Outlier Approach. <i>Journal of Heredity</i> 561–573. doi:10.1093/jhered/esx048
	Efficacité des politiques en vigueur	Flanagan S. and Jones A.G. 2017. Constraints on the F ST – Heterozygosity Outlier Approach. <i>Journal of Heredity</i> 561–573. doi:10.1093/jhered/esx048 Dann T.H., Habicht C., Baker T.T. and Seeb J.E. 2013. Exploiting genetic diversity to balance conservation and harvest of migratory salmon. <i>Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences</i> 79:785–793.
Comportement	Schémas migratoires	Arai T., Kotake A. and Kayama S. 2005. Movements and life history patterns of the skipjack tuna <i>Katsuwonus pelamis</i> in the western Pacific, as revealed by otolith Sr: Ca ratios. <i>Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom</i> 1211–1216. doi:10.1017/s0025315405012336
	Activité de frai	Richardson D.E. et al. 2016. Discovery of a spawning ground reveals diverse migration strategies in Atlantic bluefin tuna (<i>Thunnus thynnus</i>). <i>Proceedings of the National Academy of Sciences</i> 113:3299–3304.
	Réactions futures au stress	Beever E.A. et al. 2016. Improving Conservation Outcomes with a New Paradigm for Understanding Species' Fundamental and Realized Adaptive Capacity. <i>Conservation Letters</i> 9:131–137. Nicotra A.B., Beever E.A., Robertson A.L., Hofmann G.E. and O'Leary J. 2015. Assessing the components of adaptive capacity to improve conservation and management efforts under global change. <i>Conservation Biology</i> 29:1268–1278.

Évaluations du potentiel de reproduction dans la province occidentale des Îles Salomon

Jeremy Prince,¹ Andrew Smith,² Minnie Raffe,³ Shannon Seeto³ et Jim Higgs⁴

Résumé

Depuis 2014, le Fonds mondial pour la nature (WWF) collabore avec des communautés locales de pêcheurs de l'île de Ghizo, située dans la province occidentale des Îles Salomon, afin d'évaluer l'état des stocks de poissons de récif et de contribuer à leur gestion durable. Le présent article décrit les résultats du programme d'échantillonnage des prises et des évaluations menées à bien dans le cadre de cette collaboration. Un article à venir décrira comment ces données ont contribué à la conception d'un dispositif de quatre limites de taille susceptible de pérenniser la pêche récifale. Une méthode relativement nouvelle, qui repose sur l'évaluation du potentiel de reproduction basée sur la longueur, a permis d'estimer avec succès le potentiel de reproduction (SPR) des stocks et de renseigner sur la probabilité de déclin, d'accroissement ou de stabilité des populations. Avant cette étude, la taille à maturité n'avait été estimée que pour quatre espèces de poissons de récif aux Îles Salomon et aucune évaluation des stocks n'avait été réalisée. Entre février 2014 et juin 2018, 8 476 poissons appartenant à 290 espèces ont été mesurés dans le cadre du projet. Ces mesures ont permis d'estimer la taille à maturité de 63 espèces et d'évaluer 61 espèces, représentant ~84 % des prises échantillonnées, en nombre d'individus.

L'assemblage des poissons de récif de taille petite à moyenne évoluant autour de l'île de Ghizo semble moins appauvri que ceux estimés aux Fidji et à Palau dans le cadre d'études parallèles. Le SPR moyen actuel d'environ 35 % se situe dans la fourchette (30–40 %) retenue au niveau international comme indicateur indirect du niveau susceptible de produire un rendement maximal durable, même si nous avons constaté des signes d'épuisement localisé de certaines espèces dû à la pêche nocturne au harpon. Ces résultats doivent être interprétés en tenant compte du fait que les poissons de récif ne font l'objet d'aucune gestion efficace, et que nous n'avons pas été en mesure d'évaluer les grandes espèces plus prisées de serranidés, labridés et poissons-perroquets, leur présence parmi les prises ayant déjà diminué. L'inclusion de ces espèces de plus grande taille dans notre étude aurait sans doute abouti à une estimation plus faible des potentiels de reproduction. En l'absence de toute gestion, et dans la mesure où la surexploitation des stocks de poissons de récif se poursuit dans la région, il est probable que les niveaux actuels du SPR chez les espèces de petite et moyenne taille ne représenteront qu'une phase transitoire.

Introduction

Partout dans le monde, le manque d'informations biologiques et de données sur les prises de poissons de récif et d'autres petites pêcheries constitue un obstacle de longue date à leur évaluation et à leur gestion (Andrew *et al.* 2007 ; SPC 2015). Afin d'appuyer la gestion communautaire des ressources halieutiques dans le secteur de l'île de Ghizo, dans la province occidentale des Îles Salomon, le WWF collabore avec les communautés locales de pêcheurs depuis 2014 pour évaluer l'état des stocks de poissons de récif et faciliter l'élaboration de politiques et de pratiques de gestion durable. Le présent article décrit les résultats du programme d'échantillonnage des prises et des évaluations menées à bien dans le cadre de ce projet. Un article à venir décrira comment ces données ont été utilisées pour concevoir un dispositif simple de limite de taille susceptible de pérenniser la pêche récifale.

Dans la plupart des États et Territoires insulaires océaniques, les espèces de poissons de récif sont nombreuses, mais les données sur l'évolution des prises et la biologie sont trop limitées pour appliquer les méthodes classiques d'évaluation de la biomasse (poids total). Une technique relativement nouvelle, qui repose sur l'évaluation du potentiel de reproduction basée sur

la longueur, a été spécialement mise au point pour les stocks de poisson pour lesquels seule la collecte de données sur la taille et la composition des prises est faisable (Hordyk *et al.* 2015a, b ; Prince *et al.* 2015a). En comparant la composition par taille des prises à la taille à maturité, cette technique permet d'estimer le potentiel de reproduction (SPR) d'une population de poissons et renseigne donc sur le déclin, la stabilité ou l'accroissement de la population en question. En l'absence de toute pêche, les poissons accomplissent leur cycle de vie complet et atteignent 100 % de leur potentiel de reproduction (ou de frai) naturel. La pêche réduit la durée de vie moyenne des poissons, ce qui ramène leur potentiel de reproduction sous son niveau vierge de toute pêche (< 100 %). Le SPR correspond à la capacité résiduelle de reproduction d'une population pêchée par rapport à son potentiel de reproduction à l'état vierge.

Le SPR utilisé pour évaluer les stocks pêchés s'apparente à l'indice de reproduction humaine qui mesure le nombre moyen d'enfants nés d'un couple qui survivent jusqu'à l'âge adulte. Avec 2,1 enfants survivant jusqu'à l'âge adulte, un couple humain assure son propre renouvellement et celui d'autres personnes qui n'ont pas procréé et garantit ainsi la stabilité de la population. Au-dessus d'un indice de reproduction de 2,1 enfants, la population croît ; en dessous, elle diminue.

¹ Biospherics Pty Ltd, POB 168 South Fremantle, WA 6162 Australie. Courriel : biospherics@ozemail.com.au

² Communauté du Pacifique, BP D5, 98848 Nouméa Cedex, Nouvelle-Calédonie

³ WWF Solomon Islands Programme Office, Honiara Hotel Building, POBox 1373, Chinatown, Honiara, Guadalcanal, Îles Salomon.

⁴ WWF Australia, 17/1 Burnett Lane, Brisbane QLD 4000 Australie

D'après différentes études menées à travers le monde, un SPR de 20 % est aux populations marines ce que le seuil de renouvellement de 2,1 enfants atteignant l'âge adulte par couple est à la population humaine ; c'est à ces deux points de référence charnières que s'opère la bascule entre croissance et déclin démographique. Tant que le SPR se maintient au-dessus de 20 % environ, les populations de poissons pêchées restent capables de renouveler leurs effectifs, à un taux toutefois réduit (Mace and Sissenwine 1993). En dessous de 20 %, on peut s'attendre à une baisse de l'afflux de jeunes poissons au sein de la population au cours des années suivantes, tandis qu'un SPR à 10 %, généralement désigné par le terme « SPR crash », correspond au seuil en dessous duquel il faut anticiper une diminution rapide de la population vers une extinction localisée.

Méthodes

La méthode d'évaluation du SPR basée sur la longueur consiste à comparer la taille du poisson capturé à sa taille à maturité. Si tous les poissons sont pêchés avant d'atteindre la maturité sexuelle, les populations ont une capacité reproductive très limitée (SPR = environ 0 %). Par ailleurs, si la pression exercée par la pêche est faible, les poissons vivent jusqu'à un âge proche de la longévité à l'état vierge, ce qui leur permet de dépasser largement la taille à maturité et, pour nombre d'entre eux, d'atteindre la taille maximale moyenne (L_{∞}) de la population à l'état vierge. Dans ce cas de figure, le SPR est proche de 100 % du niveau vierge de toute pêche. Les algorithmes de ce modèle d'évaluation permettent de quantifier l'information relative à la composition par taille des prises, comparée à la taille à maturité, sous forme de SPR et de pression de pêche relative sur une population, selon le ratio F/M , où F désigne le taux de capture des poissons (« mortalité par pêche ») et M le taux de mortalité attribuable à des causes naturelles (« mortalité naturelle »).

Les données d'entrée du modèle sont les suivantes :

- Composition par taille des captures, qui renseigne sur la taille des adultes présents dans la population. Si le type de pêche considéré ne permet pas de capturer les classes de taille supérieures de l'espèce étudiée, le SPR pour cette espèce est alors sous-estimé.

Estimations de la taille à maturité, définies par L_{50} et L_{95} , soit les tailles respectives auxquelles 50 % et 95 % des individus d'une population parviennent à maturité.

- Les deux rapports entre les paramètres biologiques propres à chaque famille et espèce de poisson sont :
 - ⊗ L_m/L_{∞} , la valeur relative de la taille à maturité, calculée en divisant L_{50} par L_{∞} ; et
 - ⊗ M/K calculé en divisant le taux de mortalité naturelle de l'espèce (M) par le paramètre de croissance de von Bertalanffy K , qui mesure le rythme auquel chaque espèce croît jusqu'à atteindre sa taille maximale moyenne (L_{∞}).

Les deux premières catégories de données d'entrée doivent être mesurées localement pour chaque espèce de poisson, car elles varient en fonction du lieu. En revanche, les rapports entre paramètres biologiques, plus complexes sur le plan technique, peuvent être estimés de manière générique d'après la littérature scientifique disponible, car ils sont communs à chaque famille

et espèce dans l'ensemble de leur aire de répartition (Holt 1958 ; Prince et al. 2015a,b).

Pour les besoins de l'analyse, les algorithmes du modèle d'évaluation basé sur la longueur ont été obtenus sur le site en accès libre : <http://barefootecologist.com.au>

Données d'entrée

Rapports entre les paramètres biologiques

Les valeurs estimatives des rapports entre les paramètres biologiques utilisés dans l'évaluation (tableau 1) ont été calculées à partir d'une méta-analyse de toutes les études disponibles sur l'âge, la croissance et la maturité des espèces de poissons de récif de l'Indopacifique (Prince et al. en préparation).

Tableau 1. Valeurs estimées des rapports entre les paramètres biologiques pour plusieurs familles de poissons de récif.

Famille	M/k	L_m/L_{∞}
Acanthuridés	0,52	0,79
Caesionidés	1,28	0,61
Serranidés	0,64	0,64
Scaridés	0,94	0,65
Labridés	1,43	0,48
Lethrinidés	0,87	0,70
Lutjanidés	0,75	0,74
Mullidés	1,87	0,59
Carangidés	1,28	0,61
Siganidés	1,65	0,59
Sphyraenidés	1,47	0,48

Collecte des données de longueur et de maturité

La présente analyse repose sur des données collectées entre le 6 février 2014 et le 27 juin 2018. La majorité des spécimens a été échantillonnée dans la commune de Gizo où des pêcheurs locaux sont venus faire inspecter leurs prises avant d'aller les vendre au marché. En échange de l'aide apportée au WWF, les pêcheurs ont reçu 15 dollars salomonais (environ 2 dollars australiens) et un peu de glace pour chaque glacière de poissons mesurés. Les chercheurs ont également pu sélectionner un certain nombre de poissons, payés au prix du marché, qu'ils souhaitent disséquer pour en examiner les gonades. Les poissons ont été identifiés au niveau de l'espèce et mesurés en millimètres du museau à la marge extérieure du milieu de la queue. L'heure et la méthode de capture ont été consignées. Presque tous les poissons mesurés ont été photographiés afin d'illustrer les données saisies par la suite, et de confirmer l'identification des espèces. L'examen des gonades n'a été réalisé que sur un sous-échantillon des espèces les plus couramment pêchées.

Au moment de l'échantillonnage, le prix du carburant était élevé et les bateaux à moteur étaient relativement rares. Les pêcheurs se servaient surtout de pirogues à pagaie ou à voile, et les poissons mesurés dans la commune de Gizo provenaient

de sites relativement proches de l'île de Ghizo. La principale source d'échantillons était le village de pêcheurs de Saeraghi, situé à l'extrémité nord-ouest de l'île de Ghizo, où la pêche se pratique essentiellement à la ligne. La deuxième source d'échantillons mesurés à Gizo était Rarumana, une petite île située à l'est de l'île de Ghizo, dont la population pratique surtout la pêche nocturne au harpon.

La troisième source provenait des communautés environnant Nusatuva, sur l'île de Kolombangara, située à plusieurs heures en bateau à moteur de la côte est de l'île de Ghizo, trop loin pour permettre le transport de poisson jusqu'au marché de Gizo. Les pêcheurs de ces communautés ont été régulièrement invités à capturer des poissons pour les vendre au WWF à Nusatuva. Ces poissons ont été pêchés à la ligne ou, la nuit, au harpon. Quasiment tous les poissons achetés à Nusatuva par le WWF ont été disséqués pour en examiner les gonades.

Estimation de la taille à maturité

Dans la mesure du possible, les poissons ont été éviscérés et leurs gonades examinées afin de déterminer visuellement la maturité et le sexe des individus, et d'en estimer la taille à maturité. Nous avons appliqué un protocole simple élaboré pour l'ensemble des espèces récifales, et accessible aux pêcheurs artisanaux (Prince et al. 2015b). Les principales caractéristiques permettant de distinguer les gonades sont :

- leur forme distincte, tri-dimensionnelle ; une coupe transversale lobée et triangulaire pour les testicules, ou en forme de saucisse, de tube ou de sac pour les ovaires ; et
- la longueur de la gonade, supérieure à un tiers de la longueur de la cavité abdominale.

Lorsque cela a été possible, ces examens macroscopiques ont été mis à profit pour estimer la part d'individus matures dans chaque catégorie de taille, et une courbe logistique a été ajustée aux données pour estimer L_{50} et L_{95} . De nombreuses espèces récifales de l'Indopacifique effectuent une migration ontogénétique : les juvéniles grandissent dans des nourriceries peu profondes telles que les mangroves, les herbiers et les platiers constitués de débris coralliens et ne se déplacent vers les habitats récifaux coralliens qu'à l'âge adulte (Nakamura et al. 2008 ; Grol et al. 2011). Ce comportement peut signifier que les juvéniles sont rarement présents dans les captures provenant des habitats des récifs coralliens, ce qui rend difficile, voire impossible, la définition des tailles intermédiaires entre 0 et 100 % de maturité, et empêche donc d'estimer la taille à maturité (par ex., Williams et al. 2008 ; Currey et al. 2013 ; Moore et al. 2015 ; Taylor et al. 2018). Caillart et al. (1994) and Prince et al. (2008) proposent de transformer cette contrainte en atout en estimant la taille à maturité à partir de la taille du plus petit spécimen capturé dans l'habitat adulte. Une étude récente menée à Palau par Prince et al. (en préparation) indique la méthode à suivre, qui consiste à convertir la partie gauche de l'histogramme des fréquences de la longueur des prises en une courbe de fréquence cumulée, dont le 50^e centile correspond approximativement aux estimations histologiques de la taille à maturité. Selon ce principe, nous avons ajusté des courbes logistiques à la partie gauche du mode principal dans les histogrammes des fréquences de taille, et obtenu ainsi d'autres estimations de L_{50} et L_{95} . Lorsque l'examen des gonades d'une espèce a révélé la présence d'une part importante et sans tendance d'individus

matures dans chaque catégorie de taille, altérant partiellement ou totalement la définition de la courbe macroscopique de taille à maturité, nous avons privilégié les estimations de la taille à maturité basées sur la longueur.

Résultats

Collecte des données

La base de données que nous avons analysée contenait 8 476 poissons appartenant à 290 espèces, preuve de la diversité remarquable de la faune récifale dans la région. Cette diversité explique la taille relativement faible des échantillons pour la plupart des espèces, avec $n > 1\,000$ pour une seule espèce (*Lutjanus gibbus*). La taille des échantillons était $n = 300-1\,000$ pour 4 espèces, $n = 100-300$ pour 16 espèces, et $n = 30-100$ pour 40 espèces.

Composition des prises par méthode de pêche

Au total, les échantillons étaient composés de 4 071 poissons (appartenant à 197 espèces) capturés de nuit au harpon, et de 4 405 poissons (appartenant à 200 espèces) pêchés à la ligne.

Par nombre de poissons, l'essentiel des prises à la ligne (tableau 2) était composé de sept espèces représentant environ 52 % des captures : deux lutjans, *Lutjanus gibbus* (~27 %) et *L. bohar* (~3 %) et cinq espèces d'empereurs, *Lethrinus lentjan* (~7 %), *L. erythropterus* (~5 %), *L. obsoletus* (~4 %), *L. xanthurus* (~3 %) et *L. microdon* (~3 %).

En revanche, les prises au harpon (tableau 2) étaient plus hétérogènes, et la même proportion de prises (52 %) était composée de 12 espèces : rougets *Parupeneus barberinus* (~9 %) et *Mulloidichthys vanicolensis* (~2 %), chirurgiens *Acanthurus nigricauda* (~8 %) et *A. lineatus* (~7 %), perroquets *Hippocampus longiceps* (~4 %), *Scarus dimidiatus* (~3 %), *S. niger* (~2 %) et *S. psittacus* (~2 %), picots *Siganus doliatus* (~4 %) et *S. argenteus* (~3 %), ainsi que le fusilier *Caesio caerulea* (3,4 %), le lutjan *Lutjanus gibbus* (2,85 %) et l'empereur bossu *Monotaxis grandoculis* (2,38 %).

Variations régionales

La composition des prises ne présentait qu'une légère variation entre les deux principaux sites d'échantillonnage. Bien que relativement rares, les grandes espèces prédatrices de lutjans et de mérours telles que *Lutjanus malabaricus*, *L. argentimaculatus*, *Plectropomus aerolatus*, *Epinephelus coioides*, *E. fuscoguttatus* et *E. polyphkadion*, ont été plus fréquemment échantillonnées à Nusatuva, ce qui semble indiquer que le secteur, plus éloigné du marché, est un peu moins affecté par la pêche que les zones situées autour de l'île de Ghizo, plus proches du marché. Toutefois, on ne peut exclure la possibilité que des différences dans l'habitat contribuent également à cette légère variation.

Estimations de la taille à maturité

La taille à maturité a été évaluée pour les 61 espèces les plus fréquemment échantillonnées. Le tableau 3 indique les paramètres utilisés pour estimer la taille à maturité après examen macroscopique des gonades, lorsque possible, et selon l'approche basée

Tableau 2. Les 30 espèces de poissons de récif les plus échantillonnées, pêchées au harpon (gauche) et à la ligne (droite), et l'importance relative de chaque espèce (en pourcentage du nombre total d'individus capturés) pour chaque méthode de pêche.

Pêche au fusil harpon n = 4 071		Pêche à la ligne n = 4 405	
Espèces	% du nombre total de poissons pêchés	Espèces	% du nombre total de poissons pêchés
<i>Parupeneus barberinus</i>	9,24	<i>Lutjanus gibbus</i>	26,88
<i>Acanthurus nigricauda</i>	8,33	<i>Lethrinus lentjan</i>	6,72
<i>Acanthurus lineatus</i>	6,63	<i>Lethrinus erythropterus</i>	4,93
<i>Hipposcarus longiceps</i>	4,42	<i>Lethrinus obsoletus</i>	4,15
<i>Siganus doliatus</i>	3,76	<i>Lethrinus xanthochilus</i>	3,75
<i>Caesio caerulea</i>	3,39	<i>Lutjanus bohar</i>	3,13
<i>Scarus dimidiatus</i>	3,37	<i>Lethrinus microdon</i>	2,57
<i>Siganus argenteus</i>	3,02	<i>Caesio cuning</i>	2,29
<i>Lutjanus gibbus</i>	2,85	<i>Selar boops</i>	2,11
<i>Monotaxis heterodon</i>	2,38	<i>Sphyræna forsteri</i>	2,11
<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>	1,87	<i>Lethrinus atkinsoni</i>	1,98
<i>Scarus niger</i>	1,74	<i>Lutjanus monostigma</i>	1,88
<i>Scarus psittacus</i>	1,72	<i>Lutjanus rufolineatus</i>	1,75
<i>Monotaxis grandoculis</i>	1,67	<i>Lutjanus semicinctus</i>	1,50
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	1,65	<i>Lethrinus olivaceus</i>	1,43
<i>Scarus quoyi</i>	1,65	<i>Lethrinus erythracanthus</i>	1,34
<i>Scarus rivulatus</i>	1,60	<i>Lutjanus malabaricus</i>	1,32
<i>Parupeneus crassilabris</i>	1,25	<i>Myripristis pralinia</i>	1,23
<i>Lethrinus erythropterus</i>	1,23	<i>Lutjanus kasmira</i>	1,20
<i>Naso vlamingii</i>	1,13	<i>Monotaxis grandoculis</i>	1,04
<i>Naso lituratus</i>	1,11	<i>Lethrinus ornatus</i>	1,02
<i>Scarus ghobban</i>	1,11	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>	0,77
<i>Siganus punctatus</i>	1,06	<i>Lutjanus fulvus</i>	0,75
<i>Choerodon anchorago</i>	1,03	<i>Lethrinus rubrioperculatus</i>	0,73
<i>Siganus puellus</i>	1,03	<i>Myripristis berndti</i>	0,68
<i>Parupeneus cyclostomus</i>	1,01	<i>Pristipomoides multidens</i>	0,68
<i>Caesio lunaris</i>	0,98	<i>Epinephelus fasciatus</i>	0,64
<i>Lethrinus obsoletus</i>	0,96	<i>Lethrinus harak</i>	0,64
<i>Chlorurus bleekeri</i>	0,86	<i>Lethrinus semicinctus</i>	0,61
<i>Cephalopholis cyanostigma</i>	0,84	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	0,61

sur la longueur. Les estimations que nous avons privilégiées aux fins de l'évaluation du SPR basée sur la longueur sont indiquées en caractères gras. Pour de nombreuses espèces, les deux techniques ont produit des estimations proches, ce qui renforce notre confiance dans les valeurs obtenues.

Il semble que, jusqu'à présent, la taille à maturité n'avait été estimée que pour quatre espèces récifales aux Îles Salomon : 1) *Bolbometopon muricatum* par Hamilton et al. (2008), 2)

Hipposcarus longiceps (Brett Taylor, B.M. Institut australien des sciences de la mer, comm. pers.), 3) *Thalassoma lunare* par Ackerman (2004) et 4) *Scarus ghobban* par Sabetian (2010). Deux de ces estimations concernent des espèces dont nous avons estimé la taille à maturité et ont été calculées à l'aide d'échantillons prélevés autour de l'île de Ghizo, permettant ainsi une comparaison directe. L'estimation de la taille à maturité à 260 mm pour *H. longiceps* établie à l'aide de techniques microscopiques par Taylor (non publiée) est très proche de la

valeur basée sur la longueur que nous avons retenue, à savoir 249 mm. En revanche, notre estimation basée sur la longueur de 217 mm pour *S. ghobban*, établie à partir d'un échantillon de seulement 55 individus, est très inférieure à la valeur de 260 mm obtenue à l'aide de méthodes microscopiques par Sabetian (2010). Nous avons retenu l'estimation de Sabetian aux fins de l'évaluation du SPR basée sur la longueur.

Évaluations du SPR basée sur la longueur

La multiplicité des échantillons de petite taille présente un défi dans l'application de la méthode d'évaluation du SPR basée sur la longueur. Dans l'idéal, les échantillons disponibles devraient toujours compter plus de 1 000 spécimens afin que les plus grands individus de chaque population soient pleinement représentés dans l'analyse (Hordyk et al. 2015b). L'évaluation du SPR basée sur la longueur est fortement influencée par la taille du plus grand poisson de l'échantillon et le rapport entre cette dernière et la taille maximale moyenne estimée à partir de la taille à maturité et du ratio L_m/L_∞ . Les plus grands individus d'une population sont toujours les plus rares. Il est donc fort probable qu'ils ne soient pas pleinement représentés dans les échantillons de petite taille. Les études statistiques montrent qu'il faut utiliser des échantillons de 1 000 individus pour garantir la pleine représentation des spécimens les plus grands (Erzini 1990). La sous-représentation des classes de taille supérieure tire à la baisse les estimations du SPR et introduit un biais à la hausse dans les estimations de F/M . Dans les programmes d'évaluation des poissons de récif, la réalité du terrain veut que les échantillons de plus de 1 000 individus soient extrêmement difficiles à constituer, et impose donc d'utiliser toutes les données disponibles. Lors de l'élaboration de la méthode d'évaluation du SPR basée sur la longueur, les tests de simulation effectués sur des échantillons beaucoup plus petits ($n > 30$) ont démontré qu'il était souvent possible de réaliser des évaluations indicatives (ressource soumise à une pêche intensive, modérée ou faible) à partir d'échantillons de petite taille (Hordyk et al. 2015b). Notre expérience précédente de l'application de la méthodologie aux poissons de récif (Prince et al. 2015b, 2018) a montré que des échantillons d'environ 100 individus, qui décrivent de manière cohérente le mode des poissons adultes, produisent des résultats indicatifs solides. Mais Babcock et al. (2018) et Hommik et al. (2020) ont montré que la méthodologie pouvait être utilisée avec des échantillons de poissons de récif aussi petits que ~60 individus. Il est probable, toutefois, que les estimations du SPR augmenteront légèrement, et que le F/M diminuera un peu, si la taille des échantillons peut être augmentée par la suite (Hordyk et al. 2015b).

Dans ce contexte, et face à la multiplicité d'échantillons de petite taille, nous avons appliqué la méthode d'évaluation du SPR basée sur la longueur à toutes les espèces, parfois représentées par une trentaine d'individus seulement, et des échantillons aussi petits que $n = 23$ ont été analysés. Des critères de contrôle de la qualité ont ensuite été appliqués aux résultats obtenus afin d'écarter les évaluations les moins fiables. Dans les autres études où nous avons appliqué la méthode d'évaluation du SPR basée sur la longueur à des assemblages de poissons de récif (Prince et al. 2015b, 2019), nous avons vu des tendances cohérentes se dégager de l'ensemble constitué par les multiples évaluations. Nous espérons ici que, malgré le manque possible de précision ou de fiabilité des évaluations basées sur de petits échantillons, elles contribueraient dans leur ensemble à brosser

un tableau cohérent de l'état de la ressource récifale dans la province occidentale des Îles Salomon.

Variation entre les sites dans les évaluations du SPR basées sur la longueur

Pour trois espèces seulement, la taille des échantillons a été jugée suffisante pour tenter d'évaluer séparément les deux sites d'échantillonnage – Gizo et Nusatuva – et de déterminer si des différences pouvaient être détectées (*Acanthurus nigricauda* $n = 340$ et 150, *Lethrinus erythropterus* $n = 83$ et 175, *Lutjanus gibbus* $n = 970$ et 330). Seul chez *Lutjanus gibbus*, dont les échantillons étaient les plus étoffés, a été détectée une différence proche de la signification statistique, avec chevauchement des intervalles de confiance estimés mais pas des moyennes estimées. Comme prévu, l'échantillon de Nusatuva a révélé la pression de pêche la plus faible, et produit une estimation du SPR plus élevée (0,86 contre 0,62) et une estimation plus faible de F/M (0,15 contre 0,50).

Combinaison des évaluations du SPR basées sur la longueur

Dans la mesure où il n'a pas été possible de déceler de différence significative entre les lieux d'échantillonnage, et compte tenu du nombre élevé d'échantillons de petite taille, les échantillons prélevés sur les deux sites pour chaque espèce ont été combinés aux fins de l'évaluation. Les données de longueur et les estimations de la taille à maturité (tableau 3), ainsi que les estimations des rapports entre les paramètres biologiques (tableau 1) ont été utilisés pour procéder à l'évaluation du SPR basée sur la longueur de 61 espèces (fig. 1).

Toutes les évaluations ont produit un SPR moyen estimé de 0,41 (écart-type [ET] = 0,24, $n = 61$, intervalle = 0,03–1,0) et une mortalité relative moyenne due à la pêche de 2,32 (ET = 1,49, $n = 43$, intervalle = 0,32–5,0). Les intervalles de confiance calculés autour de nombreuses estimations étaient très larges. Cela signifie que beaucoup sont imprécises et relativement peu éclairées par les données, comme on pouvait s'y attendre avec un si grand nombre d'échantillons de petite taille.

Deux méthodes de contrôle de la qualité ont été utilisées pour déterminer les évaluations les plus fiables et écarter celles qui l'étaient le moins :

1. Les évaluations de qualité moyenne ont été sélectionnées sur la base d'intervalles de confiance à 95 % inférieurs à 0,5 autour du SPR estimé.
2. Les évaluations de qualité optimale ont été sélectionnées sur la base d'intervalles de confiance à 95 % inférieurs à 0,5 autour du SPR estimé, et d'un échantillon de plus de 100 individus.

L'application du premier critère a généré un sous-échantillon de 43 espèces dont l'évaluation présentait une qualité moyenne ou optimale, pour un SPR moyen estimé de 0,33 (ET = 0,16, $n = 43$, intervalle = 0,03–0,77 ; trait continu dans la fig. 1) et un F/M moyen = 2,32 (ET = 1,49, $n = 43$, intervalle = 0,32–5,0). L'application du second critère a ramené la taille du sous-échantillon à 16 espèces dont l'évaluation présentait la meilleure qualité (tableau 4), pour un SPR moyen = 0,41 (ET = 0,19, $n = 16$, intervalle = 0,15–0,76 ; trait continu épais dans la fig. 1) et un F/M moyen = 2,08 (ET = 1,64, $n = 16$, intervalle = 0,32–5,0).

Tableau 3. Paramètres de la taille à maturité (r = coefficient de pente ; L_{50} = classe de taille dans laquelle 50 % des individus sont parvenus à maturité ; L_{95} = classe de taille dans laquelle 95 % des individus sont parvenus à maturité ; n = nombre d'espèces dont la maturité a été évaluée) estimés par dissection et examen macroscopique et/ou analyse de la partie gauche du mode principal dans l'histogramme des fréquences de taille. Les estimations retenues aux fins de l'évaluation de chaque espèce sont indiquées en caractères gras.

Espèce	Méthode macroscopique				Méthode basée sur la longueur				Espèce	Méthode macroscopique				Méthode basée sur la longueur			
	r	L_{50}	L_{95}	n	r	L_{50}	L_{95}	n		r	L_{50}	L_{95}	n	r	L_{50}	L_{95}	n
<i>Acanthurus lineatus</i>	0,26	172	185	59	0,19	162	178	270	<i>Lutjanus kasmira</i>					0,13	174	195	58
<i>Acanthurus nigricauda</i>	0,14	180	200	244	0,10	184	215	313	<i>Lutjanus malabaricus</i>	0,04	325	410	55	0,09	462	500	58
<i>Acanthurus xanthopterus</i>	0,03	322	450	27	0,06	245	300	67	<i>Lutjanus monostigma</i>					0,08	234	275	97
<i>Caesio caerulea</i>					0,22	166	180	156	<i>Lutjanus quinquelineatus</i>					0,42	181	188	34
<i>Caesio cuning</i>	0,10	165	195	94	0,30	158	168	112	<i>Lutjanus rufolineatus</i>	0,05	174	235	38	0,16	175	195	74
<i>Caesio lunaris</i>					0,12	188	215	40	<i>Lutjanus semicinctus</i>	0,10	216	247	24	0,82	205	209	87
<i>Carangoides plagiotaenia</i>	0,013	217	450	21	0,03	208	300	28	<i>Monotaxis grandoculis</i>	0,17	201	220	41	0,10	165	195	114
<i>Cephalopholis cyanostigma</i>					0,25	216	228	40	<i>Monotaxis heterodon</i>					0,10	161	194	103
<i>Chlorurus bleekeri</i>	0,10	207	237	45	0,33	200	209	51	<i>Mulloidichthys vanicolensis</i>	0,49	189	195	22	0,12	178	202	76
<i>Choerodon anchorago</i>	0,11	247	275	13	0,05	204	260	48	<i>Naso lituratus</i>	0,04	198	275	13	0,08	171	210	46
<i>Epinephelus corallicola</i>					0,06	267	315	24	<i>Naso vlamingii</i>					0,11	177	230	47
<i>Epinephelus fasciatus</i>					0,48	180	186	28	<i>Parupeneus barberinus</i>	0,90	250	290	78	0,15	176	195	386
<i>Epinephelus ongus</i>	0,02	300	450	27	0,15	215	235	39	<i>Parupeneus crassilabris</i>					0,22	162	175	51
<i>Epinephelus polyphekadion</i>					0,03	329	420	22	<i>Parupeneus cyclostomus</i>	0,35	197	260	19	0,12	194	220	43
<i>Hipposcarus longiceps</i>	0,04	260	340	95	0,05	250	310	180	<i>Parupeneus multifasciatus</i>					0,42	162	169	31
<i>Lethrinus atkinsoni</i>					0,07	206	250	115	<i>Plectropomus aeoratus</i>	0,17	341	360	21	0,45	303	310	31
<i>Lethrinus erythracanthus</i>	0,03	287	380	30	0,07	218	260	67	<i>Scarus dimidiatus</i>					0,11	190	218	140
<i>Lethrinus erythropterus</i>	0,08	171	238	213	0,09	206	238	267	<i>Scarus ghobban</i>	1,47	187	190	51	0,08	217	255	55
<i>Lethrinus harak</i>					0,15	193	215	36	<i>Scarus niger</i>	0,55	160	166	11	0,20	206	220	71
<i>Lethrinus lentjan</i>	0,12	223	250	121	0,12	220	280	317	<i>Scarus oviceps</i>					0,16	190	210	31
<i>Lethrinus microdon</i>	0,08	237	275	99	0,06	288	340	127	<i>Scarus psittacus</i>	0,12	186	195	52	0,12	186	210	71
<i>Lethrinus obsoletus</i>	0,21	224	238	99	0,29	232	242	222	<i>Scarus quoyi</i>	0,05	201	260	59	0,19	185	200	67
<i>Lethrinus olivaceus</i>	0,02	373	510	52	0,03	404	510	65	<i>Scarus rivulatus</i>					0,07	208	250	80
<i>Lethrinus ornatus</i>					0,13	195	220	57	<i>Selar boops</i>					0,26	183	195	93
<i>Lethrinus rubrioperculatus</i>	0,03	222	275	15	0,09	195	230	48	<i>Siganus argenteus</i>	0,05	193	210	87	0,12	174	200	123
<i>Lethrinus semicinctus</i>	0,71	176	180	5	0,79	180	184	27	<i>Siganus canaliculatus</i>					0,07	197	240	26
<i>Lethrinus xanthochilus</i>	0,02	358	500	134	0,03	252	375	183	<i>Siganus doliatus</i>	0,12	158	182	79	0,14	166	188	157
<i>Lutjanus biguttatus</i>					0,47	155	161	22	<i>Siganus lineatus</i>	0,08	213	325	13	0,07	214	260	29
<i>Lutjanus bohar</i>	0,02	267	390	67	0,05	186	245	147	<i>Siganus puellus</i>	0,05	220	275	21	0,11	173	200	47
<i>Lutjanus ehrenbergii</i>	0,08	213	238	17	0,47	211	217	27	<i>Siganus punctatus</i>	0,06	236	290	29	0,18	204	220	49
<i>Lutjanus fulvus</i>					0,27	182	194	60	<i>Sphyræna forsteri</i>					0,06	386	438	101
<i>Lutjanus gibbus</i>	0,06	198	245	520	0,07	209	250	1 294									

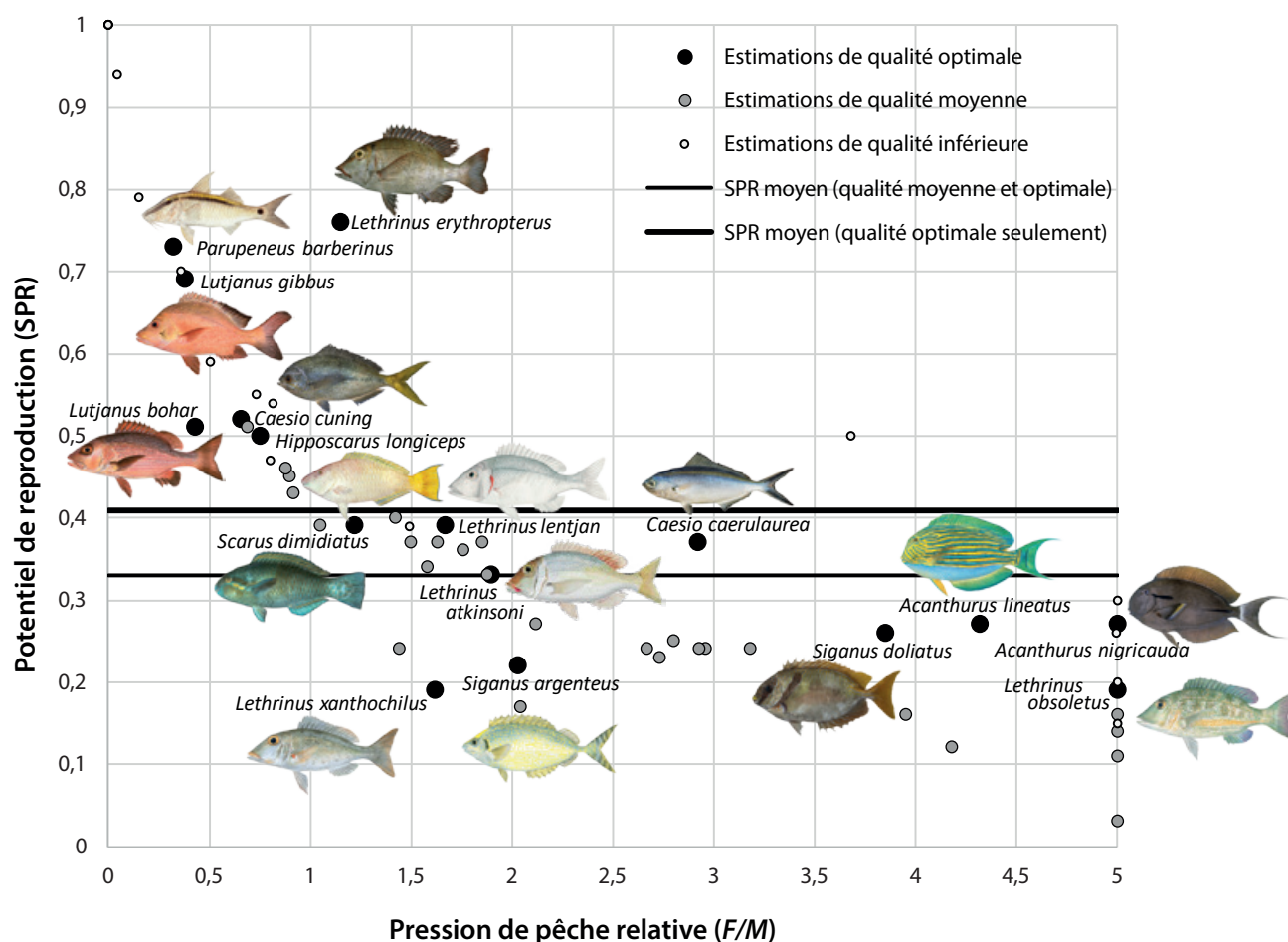


Figure 1. Résultats des 61 évaluations avec, en abscisse, les estimations de la pression de pêche relative (F/M) et, en ordonnée, le potentiel de reproduction (SPR). Les évaluations de qualité optimale sont représentées par de gros points noirs complétés par le nom de l'espèce ; les évaluations de qualité moyenne sont représentées par des points gris de taille moyenne (noms non indiqués) ; les évaluations de qualité faible sont représentées par des petits points (noms non indiqués). Le trait continu épais matérialise le SPR moyen tiré des estimations de qualité optimale. L'autre trait continu matérialise le SPR moyen tiré des évaluations de qualité optimale et moyenne. Remarque : la pression de pêche relative (F/M) a été contrainte à une valeur de 5.

Une comparaison entre le SPR moyen des espèces pêchées à la ligne (SPR = 0,35 ET = 0,20, $n = 17$) et celui des espèces capturées de nuit au harpon (SPR = 0,32 ET = 0,14, $n = 30$) a révélé peu de différence dans l'état des deux sous-groupes d'espèces.

Discussion

La stabilité et l'homogénéité des estimations du SPR moyen entre les différents sous-échantillons permet d'affirmer avec une certaine confiance que, prises conjointement, les estimations produites offrent une image cohérente de l'assemblage des poissons de récif que nous avons pu étudier. Le SPR moyen d'environ 35 % se situe dans la fourchette (30–40 %) retenue au niveau international comme indicateur indirect du niveau de pêche susceptible de produire un rendement maximal durable (RMD). Cette valeur est considérablement plus élevée que celle obtenue pour des assemblages similaires d'espèces de récif dans des études parallèles (Prince et al. 2015b et 2019) menées aux Fidji (SPR de 19 % sur 29 espèces) et à Palau (SPR de 12 % sur 12 espèces). C'est un fait important, même si la pression de pêche relative moyenne estimée ($F/M > 2$) est près de deux

fois supérieure au niveau établi dans les normes internationales pour garantir un RMD. Ces moyennes estimées présentent également des variations intéressantes.

Plusieurs groupes d'espèces de petite taille corporelle semblent particulièrement exposés à un appauvrissement localisé dû à la pêche nocturne au harpon. Les échantillons de ces espèces dont nous disposions provenaient essentiellement de prises nocturnes effectuées par des pêcheurs au harpon opérant très localement autour de la petite île de Rarumana, à l'est de Gizo. Le représentant de ces pêcheurs, qui nous a apporté leurs prises en vue de leur échantillonnage, a exprimé très ouvertement sa préoccupation devant l'épuisement localisé de leur zone de pêche et le fait que ses plongeurs étendaient en conséquence leur activité aux zones environnantes, ce qui engendrait des conflits avec les autres communautés concernées. Les six espèces de picot évaluées (*Siganus argenteus*, *S. canaliculatus*, *S. doliatus*, *S. lineatus*, *S. puellus*, *S. punctatus*) présentaient toutes des SPR estimés faibles (SPR = 0,22–0,26). On sait depuis longtemps que les picots sont particulièrement vulnérables à l'épuisement malgré leur petite taille, une caractéristique qui évite normalement aux espèces concernées d'être ciblées en premier lorsque

Tableau 4. Résultats des 16 évaluations considérées comme offrant une qualité optimale, classées par ordre décroissant de la valeur estimée du potentiel de reproduction (SPR) ; intervalles de confiance (IC) à 95 % estimés < 0,5 et taille des échantillons $n > 100$. Résultats présentés sous forme de SPR et de pression de pêche relative (F/M), avec estimations des intervalles de confiance à 95 % autour de ces valeurs estimées. Remarque : l'estimation maximale de F/M a été contrainte à une valeur de 5.

Espèce	L_{50}	L_{95}	L_{∞}	n - composition par taille	n - L_{50}	SPR	IC SPR	F/M	IC F/M
<i>Parupeneus barberinus</i>	176	195	298	386	386	0,73	0,6–0,86	0,32	0,09–0,55
<i>Lutjanus gibbus</i>	209	250	282	1 300	1 300	0,69	0,61–0,77	0,38	0,23–0,53
<i>Lutjanus bohar</i>	300	320	405	151	67	0,51	0,3–0,73	0,43	0,12–0,74
<i>Caesio cuning</i>	165	195	270	113	113	0,52	0,31–0,73	0,66	0,09–1,23
<i>Hipposcarus longiceps</i>	249	320	383	181	181	0,5	0,35–0,65	0,75	0,29–1,21
<i>Lethrinus erythropterus</i>	170	238	243	267	213	0,76	0,64–0,87	1,15	0,23–2,07
<i>Scarus dimidiatus</i>	190	218	292	140	140	0,39	0,28–0,49	1,22	0,66–1,78
<i>Lethrinus xanthochilus</i>	358	500	512	183	134	0,19	0,09–0,29	1,62	0,78–2,46
<i>Lethrinus lentjan</i>	220	280	314	314	314	0,39	0,31–0,48	1,67	0,95–2,39
<i>Lethrinus atkinsoni</i>	206	250	294	115	115	0,33	0,19–0,48	1,9	0,48–3,32
<i>Siganus argenteus</i>	193	200	327	123	86	0,22	0,13–0,32	2,03	0,98–3,08
<i>Caesio caerulea</i>	166	180	272	156	156	0,37	0,12–0,62	2,92	0–6,33
<i>Siganus doliatus</i>	158	182	268	157	73	0,26	0,20–0,33	3,85	2,08–5,62
<i>Acanthurus lineatus</i>	162	178	205	270	270	0,27	0,19–0,34	4,32	2,47–6,17
<i>Acanthurus nigricauda</i>	180	220	228	342	244	0,27	0,14–0,4	5	2,04–9,44
<i>Lethrinus obsoletus</i>	224	242	320	222	99	0,19	0,13–0,25	5	4,47–11,37

l'effort de pêche se déplace vers les réseaux trophiques inférieurs (Pauly et al. 1998). Johannes (1978) a décrit la disparition successive de concentrations localisées de picots à Palau dans les années 70, attribuée au fait que ces espèces de faible profondeur forment de manière prévisible des concentrations en période de frai, facilement et fortement ciblées. Selon nos évaluations, un groupe de chirurgiens de petite taille évoluant à faible profondeur (*Acanthurus lineatus*, *A. nigricauda*, *A. xanthopterus*) ciblés par la pêche nocturne au harpon affiche lui aussi des SPR estimés relativement faibles (0,17–0,27), de même qu'un groupe de petits perroquets (*Scarus ghobban*, *S. niger*, *S. oviceps*, *S. quoyi*) (SPR = 0,24–0,27) ; toutefois, les estimations du SPR de plusieurs autres espèces de perroquets étaient plus élevées : *S. dimidiatus* (0,39), *Chlorurus bleekeri* (0,39), *S. psittacus* (0,46) et *Hipposcarus longiceps* (0,5). Malgré ces exceptions, les résultats de notre étude mettent en évidence un impact localisé important de la pêche nocturne au harpon autour de Rarumana.

En revanche, il ressort des estimations relatives à certaines des espèces les plus abondantes dans nos échantillons et, par conséquent, les mieux évaluées, que l'exploitation dont elles font l'objet est encore relativement faible (tableau 4 et fig. 1) ; il s'agit notamment de l'empereur grandes nageoires (*Lethrinus erythropterus* SPR = 0,77 ; F/M = 1,15), du rouget-barbet barberin (*Parupeneus barberinus* SPR = 0,74 ; F/M = 0,32) et du vivaneau pagaie (*Lutjanus gibbus* SPR = 0,69 ; F/M = 0,38). Ces espèces semblent moins vulnérables à la forte pression

exercée de manière localisée par la pêche nocturne au harpon, car elles sont essentiellement capturées à la ligne (par ex. *L. erythropterus* et *L. gibbus*) et/ou occupent des profondeurs très diverses (par ex. *L. gibbus* et *P. barberinus*).

Le présent tableau d'ensemble qui fait état d'une exploitation modérée des petites et moyennes espèces est à nuancer au regard de l'absence quasi-complète de tous les serranidés, labridés et perroquets de grande taille dans nos échantillons, des espèces qui auraient jadis constitué l'essentiel des prises débarquées. Hamilton et al. (2016) ont décrit l'épuisement des populations du perroquet *Bolbometopon muricatum*, une espèce de grande taille, dans toute cette région. Quant à Hamilton et Matawai (2006), ils ont décrit l'épuisement du mero queue carrée, *Plectropomus aerolatus*, autour de la Papouasie-Nouvelle-Guinée, dû au commerce des poissons vivants, sans aucun doute responsable de l'appauvrissement de toutes les autres espèces les plus recherchées de mérous de grande taille dans la province occidentale. La rareté de ces espèces dans nos échantillons nous a empêché d'en évaluer l'état. Il ne fait guère de doute que, si nous avions pu collecter des échantillons suffisants de ces espèces de grande taille fortement appauvries, nos estimations moyennes du SPR auraient été beaucoup plus basses, et celles du ratio F/M encore plus élevées.

Faute de mesures de gestion visant à réduire la pression exercée par la pêche dans toute la région, il est certain que ces espèces de grande taille très prisées, appauvries et non évaluées

continueront à être surexploitées. À mesure que les espèces de grande taille, plus recherchées, se raréfieront davantage, la pression de pêche auparavant subie quasi-exclusivement par ces dernières se déplacera vers l'assemblage des petites et moyennes espèces que nous avons pu évaluer. À mesure que la région se développe, la croissance démographique, la recherche accrue de revenus issus de la pêche pour acheter des biens de consommation, et l'accès croissant à de meilleurs équipements de pêche et aux marchés aux poissons viennent s'ajouter au processus de réorientation de l'effort de pêche vers les réseaux trophiques inférieurs. Nous pouvons donc être certains que la pression exercée par la pêche sur l'assemblage d'espèces que nous avons évalué continuera à s'intensifier. Il est peu probable que les niveaux relativement élevés de SPR que nous avons estimés restent stables. Ils traduisent plus probablement un état transitoire appelé à évoluer à mesure que l'assemblage étudié continuera à être pêché. Cette interprétation de nos résultats concorde avec le niveau moyen élevé de la pression de pêche relative qui, d'après nos estimations, est plus de deux fois supérieure au niveau susceptible de produire des rendements durables élevés. Elle concorde également avec les SPR beaucoup plus faibles que nous avons observés pour cet assemblage d'espèces aux Fidji et à Palau, où, depuis un certain temps, les pêcheurs ont davantage accès à de grands marchés aux poissons (Prince et al. 2015b et 2019). Dans ce contexte, et faute d'une meilleure gestion, on peut s'attendre à ce que, dans cinq ans, la même étude révèle une diminution du SPR des espèces évaluées, et à ce que certaines d'entre elles s'ajoutent à la liste croissante d'espèces qu'il n'est plus possible d'évaluer en raison de la taille trop limitée des échantillons.

Conclusion

Comme celles de Prince et al. (2015b et 2019) et de Babcock et al. (2018), cette étude illustre le bon rapport coût-efficacité de la méthode d'estimation du SPR basée sur la longueur pour évaluer les stocks de poissons de récif et étayer l'élaboration de directives en matière de gestion. Avant cette étude, la taille à maturité avait été évaluée pour seulement quatre espèces de poissons de récif aux Îles Salomon et il n'existait aucune estimation quantitative de l'état des stocks et de la pression exercée par la pêche. Le projet a permis d'estimer la taille à maturité de 63 espèces de poissons de récif et d'évaluer l'état de 61 espèces, représentant environ 84 % des prises échantillonnées en nombre d'individus.

Cette étude fournit un instantané de la surpêche dont sont victimes les poissons de récif dans la province occidentale des Îles Salomon et fait écho aux observations signalées dans d'autres pays du Pacifique insulaire (par ex., Newton et al. 2007 ; Sadovy 2005 ; Sadovy de Mitcheson et al. 2013) et même dans toute la région de l'Indopacifique tropical (McClanahan 2011). Il ressort de nos évaluations que les niveaux d'exploitation et d'appauvrissement des stocks de poissons de récif situés aux abords de l'île de Ghizo sont moins élevés que ceux avancés dans des études parallèles (Prince et al. 2015b et 2019) pour les Fidji et Palau. Le SPR moyen d'environ 35 % se situe dans la fourchette (30–40 %) souvent retenue au niveau international comme indicateur indirect du niveau de pêche susceptible de produire un rendement maximal durable. Toutefois, nos estimations font état d'une pression de pêche deux fois supérieure au niveau susceptible d'assurer la pérennité de la ressource, et nous avons relevé des signes d'épuisement localisé de certaines espèces dû

à la pêche nocturne au harpon. Ces résultats sont à interpréter dans le contexte actuel marqué par l'absence de toute gestion efficace de la pêcherie qui a déjà conduit à l'épuisement de tous les serranidés, labridés et perroquets de grande taille les plus prisés, ce qui nous a empêché de collecter des échantillons suffisamment importants pour permettre une évaluation. Si nous avions été en mesure d'évaluer ces espèces de grande taille, les valeurs estimées du SPR auraient inévitablement été bien inférieures, et la pression de pêche relative supérieure, aux moyennes que nous avons produites. Il est peu probable que les SPR relativement élevés que nous avons estimés pour l'assemblage étudié de petites et moyennes espèces se maintiennent dans la durée compte tenu du contexte et de la forte pression de pêche qui ressort de nos estimations. Faute d'une gestion efficace, il faut s'attendre à ce que se poursuive la réorientation de l'effort de pêche vers les niveaux inférieurs du réseau trophique des poissons de récif dans la région.

Remerciements

Nous adressons nos plus sincères remerciements à tout le personnel dévoué du WWF, ancien ou actuel, qui ont contribué à la réalisation de ce projet : Zeldalyn Hilly, Richard Makini, Salome Topo, Dudley Marau, Dafisha Aleziru, Piokera Holland, Tingo Leve, Sara Martin et Jessica Rutherford. Les évaluations du potentiel de reproduction aux Îles Salomon ont bénéficié du concours financier du Gouvernement australien par l'intermédiaire du Programme australien de coopération avec les ONG (ANCP), de Simplot Australia via sa marque de produits de la mer John West, et de donateurs de WWF Australie et WWF Pays-Bas.

Bibliographie

- Ackerman J. 2004. Geographic variation in size and age of the coral reef fish *Thalassoma lunare* (Family: Labridae) a contribution to life history theory. PhD Thesis, James Cook University. 166 p.
- Andrew N.L., Béné C., Hall S.J., Allison E.H., Heck S. and Ratner B.D. 2007. Diagnosis and management of small-scale fisheries in developing countries. *Fish and Fisheries* 8:227–240. doi:10.1111/j.1467-2679.2007.00252.x
- Babcock E.A., Tewfik A. and Burns-Perez V. 2018. Fish community and single-species indicators provide evidence of unsustainable practices in a multi-gear reef fishery. *Fisheries Research* 208:70–85.
- Caillart B., Harmelin-Vivien M.L., Galzin René and Morize E. 1994. Reef fish communities and fishery yields of Tikehau Atoll (Tuamotu Archipelago French Polynesia) Part III. Atoll Research Bulletin, The Smithsonian Institution, Washington DC (415-PART 3):38 p. Available at: <https://doi.org/10.5479/si.00775630.415>
- Currey L.M., Williams A.J., Mapstone B.D., Davies C.R., Carlos G., Welch D.J., Simpfendorfer C.A., Ballagh A.C., Penny A.L., Grandcourt E.M., Maplestone A., Wiebken A.S. and Bean K. 2013. Comparative biology of tropical *Lethrinus* species (Lethrinidae): Challenges for multi-species management. *Journal of Fish Biology* 82:764–788.

- Erzini K. 1990. Sample size and grouping of data for length-frequency analysis. *Fisheries Research* 9:355–366.
- Grol M.G.G., Nagelkerken I., Rypel A.L. and Layman C.A. 2011. Simple ecological trade-offs give rise to emergent cross-ecosystem distributions of a coral reef fish. *Oecologia* 165:79–88.
- Hamilton R.J., Adams S. and Choat J.H. 2008. Sexual development and reproductive demography of the green humphead parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) in the Solomon Islands. *Coral Reefs* 27:153–163.
- Hamilton R.J., Almany G.R., Stevens D., Bode M., Pita J., Peterson N.A. and Choat J.H. 2016. Hyperstability masks declines in humphead parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) populations. *Coral Reefs*. DOI 10.1007/s00338-016-1441-0
- Hamilton R.J. and Matawai M. 2006. Le commerce de poissons de récifs vivants destinés à la restauration précipite la diminution des mérous queue carrée (*Plectropomus areolatus*) sur un site de concentration de reproducteurs à Manus (Papouasie-Nouvelle-Guinée). *Ressources marines et commercialisation – Bulletin de la CPS* n° 16, pp. 13–18.
- Holt S.J. 1958. The evaluation of fisheries resources by the dynamic analysis of stocks, and notes on the time factors involved. ICNAF (International Commission on North Atlantic Fisheries) Special Publication 1:77–95.
- Hommik K., Fitzgerald C.J., Kelly F. and Shephard S. 2020. Dome-shaped selectivity in LB-SPR: Length-based assessment of data-limited inland fish stocks sampled with gillnets. *Fisheries Research* 229. doi:10.1016/j.fishres.2020.105574
- Hordyk A., Ono K., Sainsbury K., Loneragan N. and Prince J.D. 2015a. Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning-per-recruit, and the spawning potential ratio. *ICES Journal of Marine Science* doi:10.1093/icesjms/fst235
- Hordyk A., Ono K., Valencia S.V., Loneragan N. and Prince J.D. 2015b. A novel length-based estimation method of spawning potential ratio (SPR), and tests of its performance, for small-scale, data-poor fisheries. *ICES Journal of Marine Science* doi:10.1093/icesjms/fsu004
- Johannes R.E. 1978. Words of the lagoon: Fishing and marine lore in the Palau District of Micronesia. Berkeley, CA: University of California Press, Berkeley.
- Mace P. and Sissenwine M. 1993. How much spawning per recruit is necessary? p. 101–118. In: Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. Smith S., Hunt J. and Rivard D. (eds). Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Science 120. 222 p.
- McClanahan T.R. 2011. Human and coral reef use interactions: From impacts to solutions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 408:3–10. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2011.07.021>
- Moore B., Rechelluul P. and Victor S. 2015. Creel survey and demographic assessments of coastal finfish fisheries of southern Palau, September 2014. Noumea, New Caledonia: Secretariat of the Pacific Community.
- Nakamura Y., Horinouchi M., Shibuno T., Tanaka Y., Miyajima T., Koike I., Kurokura H. and Sano M. 2008. Evidence of ontogenetic migration from mangroves to coral reefs by black-tail snapper *Lutjanus fulvus*: Stable isotope approach. *Marine Ecology Progress Series* 355:257–266.
- Newton K., Cote I.M., Pilling G.M., Jennings S. and Dulvy N.K. 2007. Current and future sustainability of island coral reef fisheries. *Current Biology* 17:656–658.
- Pauly D., Christensen V., Dalsgaard J., Froese R. and Torres F. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279:860–863. doi:10.1126/science.279.5352.860
- Prince J.D., Peeters H., Gorfine H. and Day R.W. 2008. The novel use of harvest policies and rapid visual assessment to manage spatially complex abalone resources (Genus *Haliotis*). *Fisheries Research* 94:330–338.
- Prince J.D., Lindfield S.J. and Harford W.J. (in prep). Using size frequency data to estimate size of maturity in fish reveals a potential mismatch between biological and functional definitions of maturity. 17 p.
- Prince J.D., Lalavanua W., Tamanitoakula J., Loganimoce E., Vodivodi T., Marama K., Waqainabete P., Jeremiah, Nalasi D., Tamata L., Naleba M., Naisilisili W., Kaloudra U., Lagi L., Logatabua K., Dautei R., Tikaram R. and Mangubhai S. 2019. Gestion des pêches : des évaluations du potentiel de reproduction révèlent l'urgence de la situation. Lettre d'information sur les pêches de la CPS n° 158, pp. 28-36. Disponible à l'adresse suivante : <http://purl.org/spc/digilib/doc/cqacq>
- Prince J.D., Hordyk A., Valencia S.V., Loneragan N. and Sainsbury K. 2015a. Revisiting the concept of Beverton-Holt Life History Invariants with the aim of informing data-poor fisheries assessment. *ICES Journal of Marine Science* 72(1):194–203. doi:10.1093/icesjms/fsu011
- Prince J.D., Kloulchad V.S. and Hordyk A. 2015b. Length-based SPR assessments of eleven Indo-Pacific coral reef fish populations in Palau. *Fisheries Research* 171: 42–58.

- Sabetian A. 2010. Parrotfish fisheries and population dynamics: A case study from Solomon Islands. PhD Thesis, James Cook University. 227 p.
- Sadovy Y. 2005. Trouble on the reef: The imperative for managing vulnerable and valuable fisheries. *Fish and Fisheries* 6:167–185. doi:10.1111/j.1467-2979.2005.00186.x
- Sadovy de Mitcheson Y., Craig M.T., Bertoni A.A., Carpenter K.E., Cheung W.W., 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 Sanciang J. 2013. Fishing groupers towards extinction: A global assessment of threats and extinction risks in a billion dollar fishery. *Fish and Fisheries* 14:119–136. doi:10.1111/j.1467-2979.2011.00455.x
- CPS (Secrétariat de la Communauté du Pacifique). 2015. Relevé de conclusions. Une nouvelle partition pour les pêches côtières : les trajectoires de changement. Atelier sur l'avenir de la gestion des pêches côtières. Nouméa (Nouvelle-Calédonie), 3–6 mars 2015.
- Taylor B.M., Oyafuso Z.S., Pardee C.B., Ochavillo D. and Newman S.J. 2018. Comparative demography of commercially harvested snappers and an emperor from American Samoa. *PeerJ* 6:e5069; doi 10.7717/peerj.5069
- Williams A.J., Currey L.M., Begg G.A., Murchie C.D. and Ballagh A.C. 2008. Population biology of coral trout species in eastern Torres Strait: Implications for fishery management. *Continental Shelf Research* 28:2129–2142.