

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

Nicholas Hill¹, Tuikolongahau Halafih², Ashley Williams³,
Tom Peatman¹, Simon Nicol⁴ et Neville Smith¹

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

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

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

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

Si la mise en œuvre de stratégies d'exploitation s'est révélée bénéfique pour de nombreuses pêcheries, elle s'est heurtée à quelques difficultés lorsque les ressources étaient insuffisantes.

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

La pêche des vivaneaux profonds aux Tonga

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

¹ Programme pêche hauturière, Communauté du Pacifique, Nouméa, Nouvelle-Calédonie. Courriel : nicholas.hill@myjcu.edu.au

² Tonga Fisheries Division, Ministry of Agriculture and Food, Forests and Fisheries, Tonga

³ Centre for Sustainable Tropical Fisheries and Aquaculture, College of Marine and Environmental Sciences, James Cook University, Townsville, QLD 4811, Australie

⁴ Institute for Applied Ecology, University of Canberra, Bruce 2617, ACT, Australie

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

Cette pêcherie fait appel à des palangrottes, principalement à des profondeurs situées entre 100 et 400 m, et cible des vivaneaux (*Lutjanidae*), des mérus (*Epinephelidae*) et des empereurs (*Lethrinidae*). Un grand nombre de ces espèces profondes se caractérise par une croissance lente, une longue

durée de vie et une maturité tardive. Elles sont donc sensibles à la surexploitation. Depuis la mise en place de cette pêcherie, de nombreuses évaluations ont été effectuées : des organismes externes ont réalisé des modèles dynamiques de la biomasse afin d'estimer le rendement maximal durable (RMD) de la pêcherie. Ces estimations se sont cependant révélées extrêmement volatiles, variant entre 60 et 400 tonnes ; une telle incertitude compromet donc leur utilité. De plus, l'absence de recueil de données au lancement de la pêcherie, associée aux irrégularités de ce recueil par la suite, limite la possibilité d'estimer de façon fiable sa situation actuelle. Or, compte tenu des craintes de surexploitation, il est indispensable de mieux cerner l'état de la pêcherie.

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

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

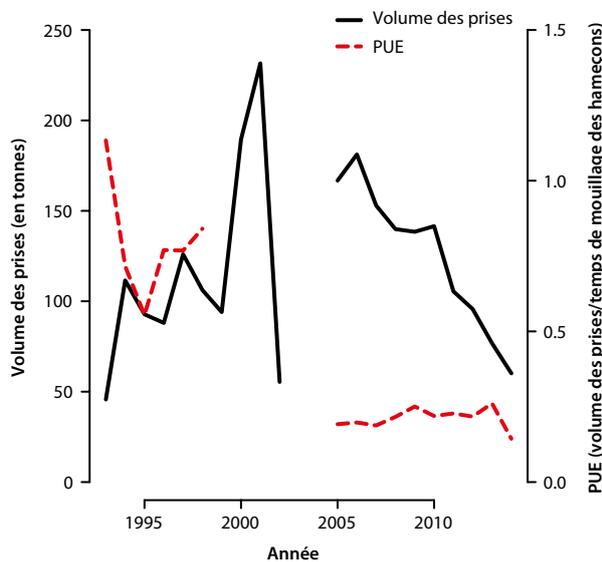


Figure 1. Volume total des prises de vivaneaux profonds aux Tonga (en tonnes) et PUE correspondant sur la période 1993-2014.

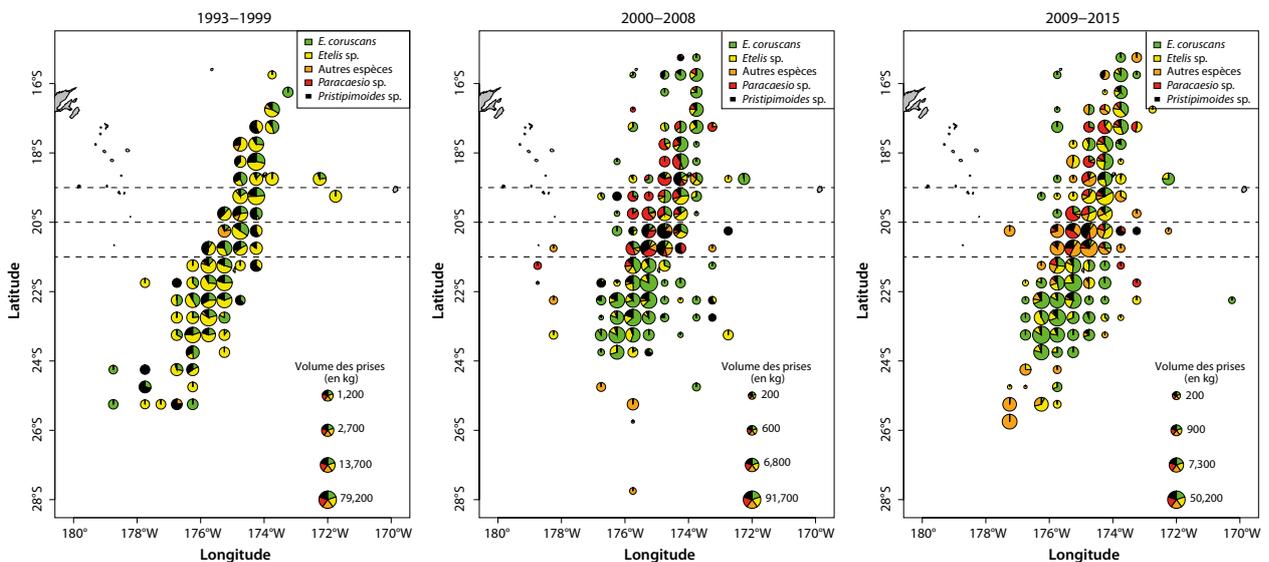


Figure 2. Variation de la composition spécifique et extension de la zone de pêche de vivaneaux profonds aux Tonga (résolution de 0,5°). Le rayon de chaque cercle est fonction du poids total capturé (en kg) de chaque subdivision de grille sur trois périodes (1993-1999, 2000-2008, 2009-2015). La composition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

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

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

Les résultats de cette évaluation montrent que la pêcherie de vivaneaux profonds aux Tonga est surexploitée (figure 4). La biomasse de vivaneaux la flamme est tombée en dessous du niveau de RMD ($B_{RMD} = 0,5 B_0$) en 2000 et s'est maintenue sous ce seuil depuis cette date. Les populations de vivaneaux la flamme ne représentent actuellement plus que 26 à 36 % du niveau de 1993 (tableau 1). Toutefois, la pression de la pêche s'est allégée au cours des dernières années ; par conséquent, la biomasse a enregistré une croissance de 25 à 30 %, ce qui permet de conclure que les stocks de vivaneaux la flamme sont en train de se reconstituer. Il faut souligner que, du fait de l'absence de recueil de données au début de la pêcherie, ces résultats sont exprimés par rapport aux stocks de 1993, et non par rapport à une biomasse vierge. Cette absence de données initiales, ainsi que les irrégularités du recueil de données au fil des années, limitent la précision de l'évaluation. Le programme de suivi doit devenir plus systématique et couvrir une aire plus importante pour pouvoir perdurer.

2. Indicateurs fondés sur la taille

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

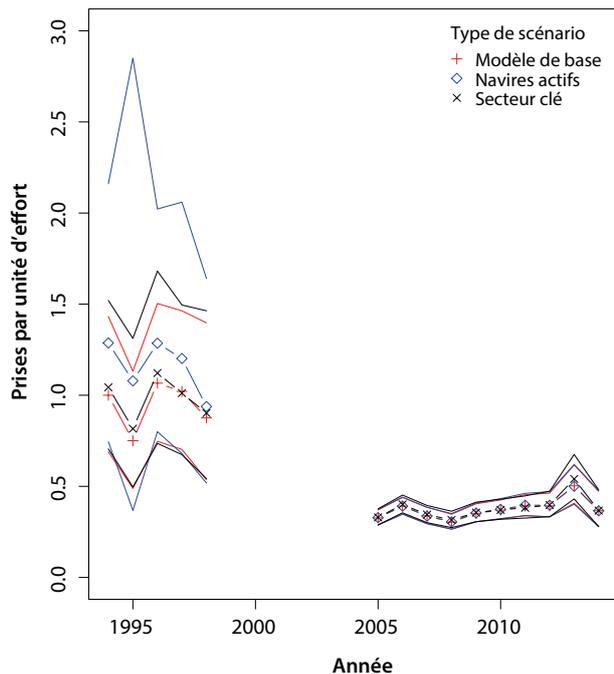


Figure 3. Estimations du taux normalisé de prises par unité d'effort du vivaneau la flamme, calculées à partir du poids capturé, dans trois scénarios différents.

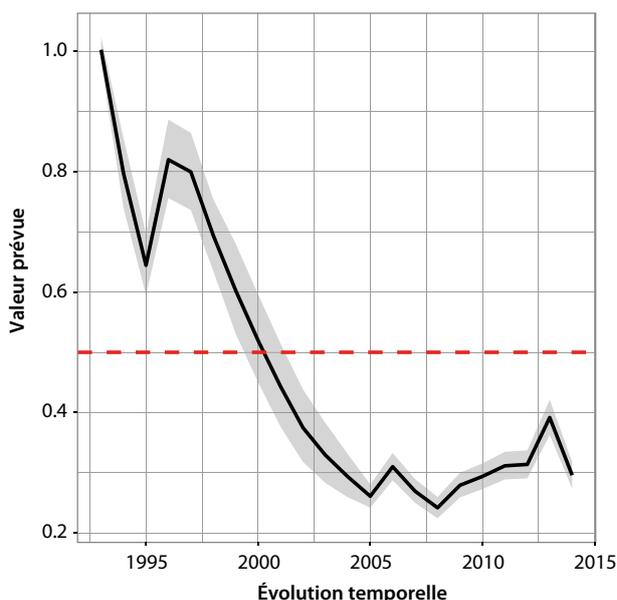


Figure 4. Niveaux prévus des stocks de vivaneaux la flamme (*E. coruscans*) entre 1993 et 2014, calculés à partir du modèle dynamique de la biomasse pour le scénario de base. Les pointillés rouges indiquent le B_{RMD} pour le vivaneau la flamme.

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

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

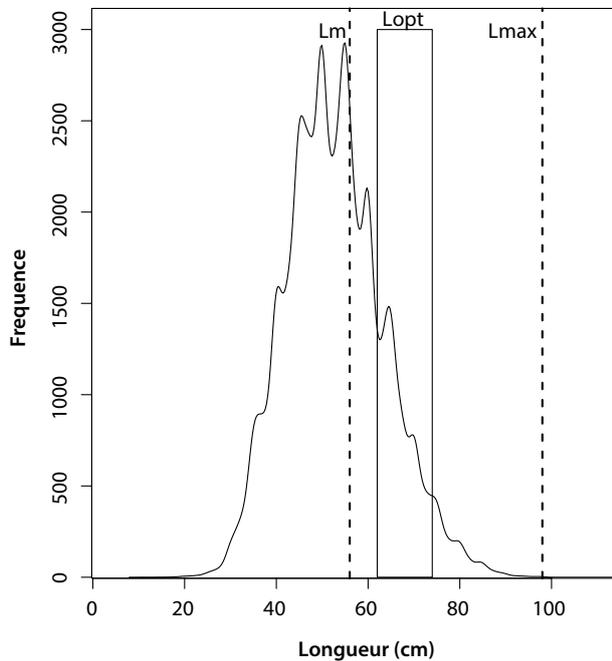


Figure 5. Graphique de distribution des fréquences de taille montrant la position des indicateurs reposant sur la taille définis par Froese (2004) pour un échantillon théorique de population.

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

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

À l'instar du modèle dynamique de la biomasse, l'évaluation se heurte à l'absence de recueil de données au lancement de la pêche ainsi qu'aux irrégularités de ce recueil. Pour un meilleur suivi des tendances à l'avenir, les pêcheries devront s'efforcer d'intégrer un certain nombre d'espèces indicatrices.

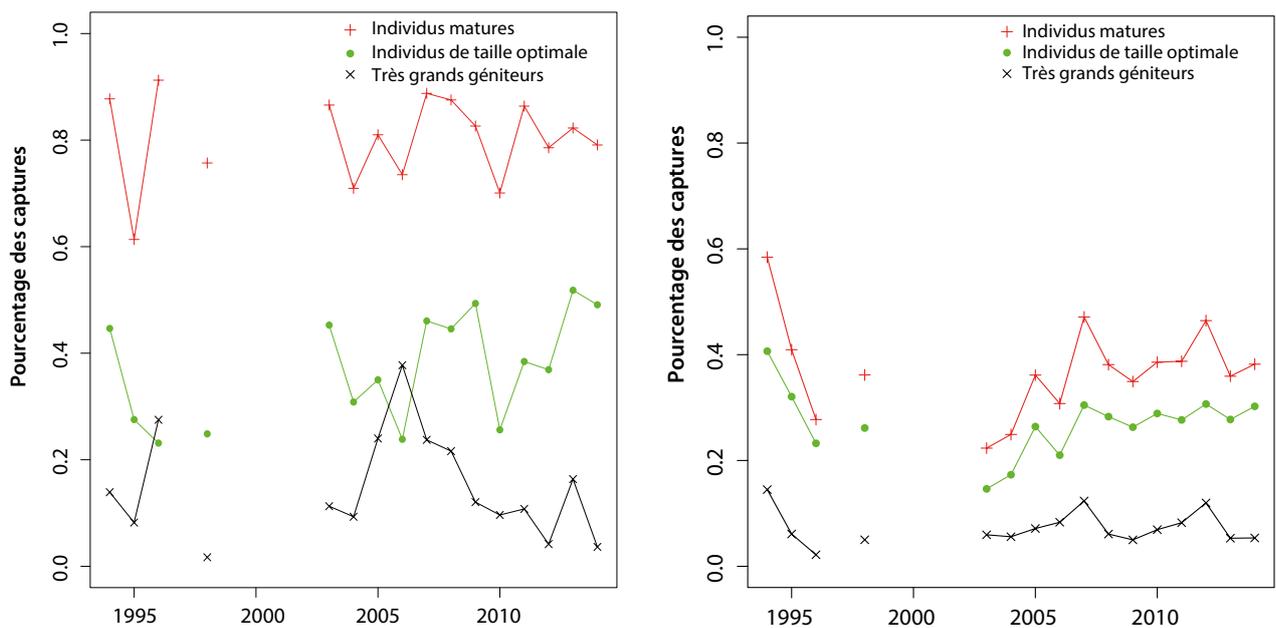


Figure 6. Indicateurs reposant sur la taille pour les espèces indicatrices entre 1994 et 2014. A) *E. coruscans*. B) *P. filamentosus*. Pas de données pour l'année 1997 ni pour la période 1999-2002.

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

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

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

Solutions de gestion

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

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

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

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

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

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

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

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

Discussion

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

Définir explicitement des programmes de suivi, des méthodes d'évaluation et en déduire des règles d'exploitation aidera les nations aux ressources

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

Recommandations

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

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

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

Remerciements

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

Bibliographie

- Costello C., Ovando D., Hilborn R., Gaines S.D., Deschenes O. and Lester S. 2012. Status and solutions for the world's unassessed fisheries. *Science* 338:517-520.
- Dowling N.A., Smith C.A. and Smith A.D.M. 2007. Finalisation of harvest strategies for AFMA's small fisheries. Australian Fisheries Management Authority. Final report for project 2007/834, Canberra.
- Edwards C.T.T., Hillary R.M., Levontin P., Blanchard J.L. and Lorenzon, K. 2012. Fisheries assessment and management: A synthesis of common approaches with special reference to deepwater and data-poor stocks. *Reviews in Fisheries Science* 20(3):136-153.
- Froese R. 2004. Keep it simple: Three indicators to deal with overfishing. *Fish and Fisheries* 5:86-91.
- Hill N.J., Williams A.J., Peatman T., Nicol S.J. and Halafih T. 2016. Development of a harvest strategy for resource-limited deepwater snapper fisheries. Technical Report, Secretariat of the Pacific Community, Noumea. DOI: 10.13140/RG.2.1.2861.5447.
- Hoening J.M. 1983. Empirical use of longevity data to estimate mortality-rates. *Fishery Bulletin* 81(4):898-903.
- Smith A.D.M., Smith D.C., Haddon M., Knuckey I.A., Sainsbury K.J. and Sloan S.R. 2014. Implementing harvest strategies in Australia: Five years on. *ICES Journal of Marine Science* 71(2):195-203.
- TDFMP. 2014. Tonga Deepwater Fisheries Management Plan 2014-2016. Fisheries Division, Ministry of Agriculture and Food, Forests and Fisheries, European Union ACP Fish II Project, Tonga.
- Williams A.J., Newman S.J., Wakefield C.B., Bunel M., Halafih T., Kaltavara J. and Nicol S.J. 2015. Evaluating the performance of otolith morphometrics in deriving age compositions and mortality rates for assessment of data-poor tropical fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, doi: 10.1093/icesjms/fsv042.