

La théorie de la récolte optimale, outil d'évaluation des stratégies de pêche artisanale dans les îles du Pacifique : un bilan méthodologique

Shankar Aswani¹

Cet article présente une théorie de la récolte et sa méthodologie en tant que nouveau canevas d'étude de la pêche artisanale dans le Pacifique insulaire, qui devrait permettre de définir un modèle anthropologique plus clair et à même de décrire la relation entre la récolte par l'être humain et la gestion des ressources halieutiques.

Introduction

La pêche artisanale joue un rôle primordial dans la vie sociale, culturelle et économique de la plupart des Océaniens, notamment au sein des communautés rurales où les activités de subsistance et les échanges commerciaux dépendent largement des ressources marines. Pourtant, ces dernières subissent la pression de l'explosion démographique et de la commercialisation croissante des activités de pêche, une situation qui contraint les chercheurs à innover dans leur travail d'analyse des problèmes de gestion du patrimoine littoral et de conservation des ressources. En matière de gestion côtière, l'étude parallèle des processus écologiques marins et des habitats du littoral terrestre et de ceux des zones plus élevées qui le jouxtent est une des approches les plus récentes, connue sous le terme de "gestion intégrée de la zone côtière".

En matière d'ethnologie maritime, toute étude détaillée de l'intégration des composantes biotiques marines et terrestres appelle une prise en compte parallèle des activités humaines, s'agissant notamment des régimes fonciers en place, des règles d'accès et de distribution de la ressource, et des stratégies d'exploitation. Nombre de chercheurs ont certes concentré leurs efforts sur les aspects sociaux de la pêche artisanale dans les îles du Pacifique (par exemple, Johannes en 1981, Hviding en 1996 et Lieber en 1994), mais peu d'entre eux ont abordé de façon explicite la micro-écologie des interactions quotidiennes entre l'humain et le marin (voir Aswani en 1997, et Bird et Bird en 1997 également). Cet oubli

a nuit aux tentatives de pleine intégration de l'étude des processus écologiques côtiers et de celle des activités humaines.

Cet article se propose d'examiner l'utilité de la théorie de la récolte optimale et sa méthodologie, telle qu'appliquée aux pêcheurs artisanaux du Pacifique insulaire. Prendre en compte la théorie de la récolte, c'est contribuer à construire un modèle anthropologique plus clair, susceptible de décrire la relation entre la récolte par l'être humain et la gestion des ressources halieutiques.

Le point sur la théorie

Depuis le milieu des années 1970, un nombre croissant d'ethnologues ont recours à la théorie de la récolte optimale mise au point dans le contexte de l'écologie de l'évolution pour étudier les pratiques de subsistance des peuples autochtones. L'écologie de l'évolution vise à expliquer les adaptations du comportement humain dans le contexte écologique en faisant appel à la théorie de la sélection naturelle. En bref, on peut rappeler que le génotype des individus présente une série de variations qui affectent leur capacité à survivre et à se reproduire. Certains traits caractéristiques d'adaptation deviennent dominants au fil du temps et finissent par prévaloir dans une population donnée.

Le but de l'écologie de l'évolution est d'étudier le phénotype d'un organisme (c'est à dire ses traits biologiques et comportementaux) et d'expliquer *pourquoi* certaines caractéristiques phénotypiques (les

1 Adresse : 3093 Pualei Cr. (309 - Honolulu - Hawaii 96815 (E.-U.). L'auteur est attaché de recherche (externe) dans le cadre du projet du *Pelagic Fisheries Research Program (WPRFMC)* intitulé "The Hawaii Troll and Handline Fishery : Fishermen's Motivations and Fishing Action".

stratégies de récolte, par exemple) évoluent dans un contexte écologique donné (Smith et Winterhalder, 1992).

La théorie de l'évolution est trop abstraite pour pouvoir expliquer la présence de caractères humains spécifiques, et il convient de faire appel à une "théorie médiane" pour rapprocher le comportement observé de la théorie globale (Smith, 1991). À cet égard, la théorie de la récolte optimale représente un lien conceptuel entre la réalité empirique et la théorie. Elle vise à formuler des prévisions pouvant être mises à l'épreuve et à même de justifier les décisions du sujet (ses choix) concernant le type et la quantité de nourriture qu'il consomme (envergure du régime alimentaire), les zones qu'il exploite (choix du secteur) et le temps passé à la récolte dans ces zones (utilisation du secteur). Les modèles de récolte optimale supposent que les décisions prises par le sujet *pendant la récolte* le sont pour maximiser les gains d'énergie à court terme (Stephens et Krebs, 1986).

Il s'agit là d'un point de vue évolutionniste, car si le sujet s'adapte avec succès à une stratégie de récolte sur le long terme, à même de maximiser le rendement alimentaire et de minimiser le temps passé à la récolte, son aptitude (*fitness*), au sens darwinien, s'en trouvera peut-être améliorée. Pour le lecteur ayant quelques difficultés vis à vis du postulat darwinien de la valeur adaptative, la théorie de la récolte, une fois séparée de ses implications évolutionnistes, nous laisse tout de même une série de modèles coût-avantages définis de façon opérationnelle et capables de mesurer empiriquement des choix de récolte donnés.

Les modèles de récolte comportent quatre éléments distincts (Stephens et Krebs, 1986) :

- les intervenants
- une série de choix arrêtés par le sujet
- une "devise"
- une série de contraintes intrinsèques et extrinsèques auxquelles le sujet doit faire face.

Tous les intervenants arrêtent une série de décisions ou de choix pendant la récolte. Habituellement, les modèles de théorie de récolte prennent en compte les deux décisions suivantes :

- le choix de la proie ou du secteur à exploiter
- le choix du moment où il convient d'abandonner un secteur.

Le premier choix est analysé selon des modèles fondés sur l'envergure du régime alimentaire et sur le choix du secteur (Charnov et Orians, 1973; MacArthur et Pianka, 1996; Stephen et Krebs, 1986) qui résolvent la composante "décision" dans la récolte de nourriture, ou la probabilité selon laquelle le sujet choisira une proie ou un secteur lorsqu'il viendra à les rencontrer. Les deux composantes principales du modèle sont *le temps de recherche*, ou temps passé à rechercher une proie ou un secteur adéquats, et *le temps de traitement*, ou temps passé à suivre, capturer et "traiter" la proie.

Le second choix, c'est à dire le temps passé dans un secteur, fait l'objet du modèle d'affectation temporelle à un secteur (Charnov, 1976) qui analyse la variable de la décision ayant trait à la durée de la récolte. Les deux composantes principales de ce modèle sont *le temps de déplacement*, ou temps passé à rechercher des secteurs adéquats, et *le temps de séjour*, ou temps passé sur un secteur donné (Stephens et Krebs, 1986).

Un autre axiome important de la théorie de la récolte optimale, et le plus controversé peut-être, est son hypothèse en matière de "devise". Pour déterminer le choix optimal auquel le sujet est confronté, une devise, ou variable de décision coûts-avantages doit être sélectionnée pour le modèle.

En général, une devise peut-être exprimée en unités de maximisation (à savoir, kilocalorie par heure de récolte), unité de minimisation (à savoir temps ou risque), ou unité de stabilisation (à savoir l'énergie par rapport au risque). La plupart des scientifiques ayant recours à la théorie de la récolte utilisent le critère de maximisation afin d'évaluer les décisions de récolte (Stephens et Krebs, 1986).

Si le critère retenu est celui de la maximisation, qu'est-ce donc que le sujet cherche à maximiser ? Sa capacité de survie, sa fécondité, l'apport en énergie ou en protéines, ou encore un revenu monétaire ? Les ethnologues utilisent souvent l'optimisation énergétique comme méthode de calcul par approximation de l'aptitude à la reproduction (comme le firent Alvard en 1995, Hames et Vickers en 1982). L'optimisation énergétique peut s'exprimer par "le coefficient net d'acquisition d'énergie", "le coefficient de rendement" ou "l'efficacité de la récolte" (Smith, 1991 : 46). Comme chez Smith (1991), ce concept est traduit au mieux par "le coefficient de rendement net" par individu, équivalent à l'énergie acquise pendant la récolte (la valeur énergétique des captures) moins l'intrant travail (coût du travail encouru pendant la récolte y compris pendant les temps de déplacement, de recherche et de traitement) divisé par la durée totale du séjour dans un secteur. Le recours aux calories en tant qu'unités de maximisation de l'énergie permet de mettre en œuvre le modèle de récolte sans

dépendre de notions aussi nébuleuses telles que "l'utilité" et "l'aptitude" (Smith et Winterhalder, 1992).

Malgré la valeur conceptuelle de l'énergie en tant qu'unité de maximisation, nombre de socio-ethnologues se sont opposés avec véhémence à l'idée de réduire les choix alimentaires de l'être humain à de simples valeurs caloriques. Le principal grief est que les modèles de récolte ne prennent en compte ni les penchants culturels ni les préférences idéologiques en matière de nourriture (les goûts, les aliments de prestige) (Smith, 1991). Les modèles de récolte n'ont pas pour objectif de déterminer les décisions humaines **immédiates** (par exemple, un choix alimentaire fondé sur l'idéologie), mais d'élucider la structure causale sous-jacente de telles décisions. En fait, le concept des calories en tant qu'unités de maximisation n'est pas si éloignée du concept autochtone de la valeur d'une proie. Par exemple, les pêcheurs océaniques estiment généralement que plus une proie contient de matière grasse, plus elle est intéressante.

Un problème plus ardu se pose, celui du choix d'une unité de maximisation dans une économie monétaire. Les modèles traditionnels de récolte font de l'énergie un moyen de calcul par approximation de l'aptitude à la reproduction et n'incluent pas dans leur prévisions l'utilité mesurée en devise monétaire. Il paraît pourtant peu réaliste de ne tenir compte que de l'énergie lorsque l'on évalue les pratiques de récolte au sein d'une économie mondiale toujours plus monétisée. Le temps passé à la récolte de la nourriture pourrait être utilisé à gagner un revenu.

Il faut donc se poser la question de savoir quelle est en réalité la devise que les sujets cherchent à maximiser lors de la récolte ? Un revenu monétisé (par unité d'effort) ou les calories ? Si la population étudiée (comme c'est le cas pour certains pêcheurs océaniques) participe essentiellement à une activité de subsistance, les calories sont alors la devise appropriée. Par contre, si elle participe à parts égales à des activités de pêche de subsistance et de pêche commerciale (mais artisanale), une devise commune peut être définie en convertissant tous les intrants et extrants (y compris les recettes monétaires) de la récolte en une devise unique, par exemple l'acquisition d'énergie nette par heure de travail (voir l'analyse plus détaillée de Smith, 1991, 357-397).

L'ultime principe des modèles d'optimisation concerne les hypothèses de contraintes. En bref, les contraintes sont "ces facteurs qui limitent et définissent la relation entre la devise et la ou les variable(s) de décision" (Smith et Krebs, 1986:9). Les contraintes peuvent être intrinsèques ou extrinsèques à un organisme. Parmi les facteurs extrinsèques qui limitent la capacité à la récolte d'un pêcheur, on compte les fluctuations de productivité d'un secteur, les variations

climatiques et même les contraintes d'ordre social comme l'interdiction religieuse du labeur dominical. Les contraintes intrinsèques sont celles qui limitent, d'un point de vue physiologique, la capacité d'un organisme à interagir ou à tolérer des variables écologiques.

Deux exemples de modèles de récolte

L'utilité analytique de la théorie de la récolte est évaluée ici grâce à deux modèles complémentaires d'affectation temporelle à un secteur, à savoir le modèle du choix du secteur (MacArthur-Pianka, 1966; Charnov et Orians, 1973) et le théorème de la valeur marginale (Charnov, 1976).

Ces modèles, appliqués au contexte marin, ont pour objectifs théoriques généraux de comprendre les mouvements quotidiens et saisonniers des sujets. Le premier vise à prévoir la sélection d'un habitat par le sujet, et le second vient compléter le premier en prédisant le temps que le sujet devrait passer à récolter une proie sur un ou plusieurs lieux de pêche. Ces modèles, quoique similaires en plusieurs points, diffèrent en ce qu'ils analysent des décisions distinctes relatives d'une part au lieu de la récolte, et d'autre part à sa durée.

Le modèle du choix du secteur prévoit qu'un secteur (un habitat, par exemple) sera choisi par un sujet en vertu de sa productivité moyenne. Des secteurs viennent s'ajouter au rayon de récolte jusqu'à ce que l'accroissement du temps de déplacement (c'est à dire un des coûts) vienne réduire le coefficient moyen de rendement des activités de récolte dans ce secteur (Winterhalder, 1981).

Le théorème de la valeur marginale prévoit que si un pêcheur opère de façon optimale, un secteur (un lieu de pêche, par exemple) devrait être abandonné lorsque le coefficient marginal de rendement de la pêche dans ce secteur atteint le rendement moyen de l'ensemble de l'habitat ou de la série de secteurs visités.

Ce modèle prévoit en outre que si la productivité de l'habitat diminue sans affecter le rendement d'un secteur donné (dans cet habitat), le sujet devrait alors passer moins de temps dans ce secteur, et que si la productivité augmente, il devrait consacrer moins de temps à chaque lieu de pêche (Smith, 1991).

La combinaison des prédictions de ces modèles donne à penser que lorsque la productivité saisonnière d'un type d'habitat (tombant externe du récif, par exemple) progresse, un pêcheur consacre plus de temps à l'ensemble de cet habitat, mais moins de temps à chacun des lieux de pêche qui le constituent. En se déplaçant fréquemment entre les lieux

accessibles de pêche, les pêcheurs continuent d'effectuer des prises importantes avant que les lieux visités ne souffrent d'un épuisement de la ressource. Inversement, lorsque la productivité saisonnière d'un habitat s'amenuise, le sujet consacre moins de temps à l'ensemble de cet habitat, et, lorsqu'il s'y rend, il passe plus de temps à chaque fois sur un lieu de pêche. Il ne sert à rien pour un pêcheur de se déplacer vers une autre partie de cet habitat si la récolte n'y est pas plus fructueuse. Sinon, les pêcheurs peuvent rechercher des types d'habitat plus productifs (comme les récifs à l'intérieur du lagon) pourvu que ces derniers soient accessibles et que le coût du déplacement ne soit pas trop élevé.

Les pêcheurs artisanaux du Pacifique insulaire : une étude de cas

Les paragraphes qui suivent décrivent la méthode employée pour tester les modèles de récolte présentés dans cet article. Cette étude de cas se fonde sur mes propres recherches conduites dans le lagon de Roviana et celui de Vonavona dans le sud-ouest de la Nouvelle-Géorgie, aux Îles Salomon, d'avril 1994 à décembre 1995 (cf. Aswani, 1997).

Ces travaux avaient, entre autres objectifs, de décrire le comportement des pêcheurs et de rendre compte de la variabilité temporelle de leurs activités. Pour cela, mes assistants et moi-même avons pris part à des sorties de pêche, ce qui nous a permis de cerner la complexité des choix quotidiens qui s'offrent aux pêcheurs, que de seules enquêtes n'auraient pu révéler.

Pour obtenir des autres pêcheurs, à des fins de comparaison, des données détaillées sur leur comportement, des journaux personnels ont été distribués aux hommes et femmes² des villages en bordure du lagon, un outil important pour comprendre les variations régionales des stratégies de récolte.

La participation directe de mes assistants et de moi-même aux sorties de pêche a permis de récolter des renseignements sur 372 sorties concernant 978 lieux de pêche, représentant un total de 751,40 heures de pêches. En y ajoutant les journaux personnels, des informations ont été rassemblées sur 2 203 sorties de pêche représentant 5 920,70 heures de pêche réparties en 4 445 visites sur des lieux de pêche. Les données enregistrées lors de sorties de pêche avaient trait aux catégories suivantes :

- nom, sexe et âge des participants
- date et village
- données d'affectation temporelle et de temps-mouvement pour toutes les catégories de comportement, sur chaque lieu
- nom du lieu exploité et caractéristiques du milieu
- nom des espèces capturées et quantité
- poids total des prises par espèce et par zone visitée
- méthode de pêche employée
- mode de déplacement
- dépenses encourues (telles que carburant dans le cas de bateaux à moteur, hameçons perdus, etc.)
- revenu, le cas échéant
- météorologie, dont marées, période lunaire, direction du vent, et toute autre variable écologique.

En outre, j'ai pu, au cours des sorties de pêche, obtenir d'autres informations concernant, entre autres, les caractéristiques ethno-historiques du milieu marin, les phénomènes locaux s'inscrivant dans un cadre temporel (agrégations de poissons, par exemple) et certaines données sur les espèces ciblées.

Les informations récoltées lors de l'analyse principale et grâce aux journaux de récolte servent de fondement aux modèles présentés ici. Les données concernant l'effort de récolte (ou intrant travail) et les extraits de récolte (ou prises) sont cruciales pour estimer l'efficacité de la récolte des pêcheurs de Roviana. Mesurer le produit des activités de pêche n'a pas présenté trop de difficultés, mais estimer l'intrant travail des pêcheurs s'est révélé beaucoup plus compliqué. C'est principalement l'analyse temps-mouvement qui a permis de calculer l'intrant travail (cf. Nydon et Thomas, 1989).

L'analyse temps-mouvement

L'analyse temps-mouvement est un outil de recherche qu'emploient les spécialistes de l'écologie et certains ethnologues pour déterminer le temps et l'énergie qu'un organisme consacre à une activité donnée. La première partie de l'analyse consiste à séparer les schémas de comportement observés en catégories de travail (utilisation de la pagaie, marche,

2 Seules neuf femmes ont rédigé des journaux personnels, mais mes assistants et moi-même avons enregistré les données afférentes aux activités de plus de cent femmes dans la région.

etc.) et à mesurer les comportements en question en chronométrant les individus pendant exécution (par exemple, temps passé assis dans une pirogue). Pour calculer le coefficient de dépense de l'intrant travail, les durées enregistrées par catégorie de comportement sont multipliées par une mesure calorimétrique indirecte normalisée. Au cours de l'analyse des sorties de pêche, les catégories de travail ont été réparties en deux rubriques pour chaque individu, à savoir déplacement et activités sur zone, séparées à leur tour en catégories de comportement. Plusieurs chronomètres ont été utilisés simultanément pour calculer la durée des comportements observés.

Ces mesures détaillées ont certes permis d'enregistrer le comportement des pêcheurs observés, mais elles sont en outre un moyen de calculer le ratio de comportement pour chaque méthode de pêche, chiffre ensuite utilisé comme moyen de calcul par approximation pour estimer le comportement des pêcheurs lors des sorties n'ayant été observées ni par mes assistants, ni par moi-même (c'est à dire celles décrites dans les journaux personnels).

Par exemple, environ 27 % du temps passé sur secteur par les pêcheurs à la ligne est consacré à quelque activité de traitement (lancement de la ligne, appâtage, décrochage du poisson, etc.) et 73 % à l'attente. Ces pourcentages ont été appliqués aux informations contenues aux journaux personnels, moins détaillés que les rapports d'analyse principale. Sur 50 minutes passé par un pêcheur dans un secteur, on a calculé que 13 minutes et demi avaient été consacrées aux activités de traitement, et 36 minutes et demi à l'attente (temps de recherche).

La méthode des journaux

Pour compléter mes propres observations et disposer, à des fins de comparaison, de données comportementales détaillées concernant les autres pêcheurs dans diverses zones des lagons de Roviana et de Vonavona, on a eu recours à des journaux personnels, outils indispensables pour obtenir des informations sur les variations régionales s'agissant du choix d'habitat, des méthodes utilisées, de l'influence des saisons sur la stratégie de pêche, et des "antécédents de récolte" de certains pêcheurs.

Mais au premier chef, cette méthode a permis d'étudier l'affectation temporelle saisonnière dans l'ensemble de la région en faveur de divers types d'habitat, et la corrélation entre l'affectation temporelle et l'abondance relative de la ressource (mesurée selon le volume de production enregistré).

Dans le cas des journaux personnels, il s'est agi de sélectionner au hasard des sujets devant tenir un journal de leurs activités de récolte. Dans cette étude, un choix aléatoire n'a pas toujours été possible car de

nombreux pêcheurs n'étaient pas disposés à tenir un journal ou encore n'étaient pas en mesure d'utiliser les accessoires fournis. Par ailleurs, nombre d'entre eux ne s'intéressaient qu'au matériel qui leur était remis, et non pas au projet en cours.

Les pêcheurs prêts à collaborer ont reçu une montre, une balance, un stylo et une série de formulaires normalisés. Environ cent montres et balances ont été distribuées dans les hameaux autour des lagons de Roviana et de Vonavona. Tout sujet a pu par la suite conserver ce matériel pourvu qu'il ait fourni des informations de façon adéquate sur au moins 25 événements de pêche. Pour éviter que les journaux ne soient falsifiés, les pêcheurs n'en ont cependant pas été informés à l'avance.

Les journaux susceptibles d'avoir été falsifiés ont été rejetés (par exemple, un mois comportant dix périodes de pleine lune !). Malgré la possibilité d'un biais d'échantillonnage, mes propres observations des schémas de pêche portent à croire que les pêcheurs sélectionnés (hommes et femmes) constituaient un échantillon représentatif de la population de pêcheurs.

En dépit des difficultés rencontrées, la plupart des pêcheurs se sont montrés intéressés par ce projet et disposés à collaborer. En 20 mois, 1 915 journaux de récolte ont été obtenus auprès de plus de cent participants. Pour m'assurer que les pêcheurs de mon village rapportaient avec précision dans leur journal les informations voulues, j'ai fréquemment noté leurs déplacements lors de sorties de pêche, pour vérifier les horaires enregistrés.

Estimation de "l'efficacité de récolte" des pêcheurs

La maximisation énergétique en tant qu'unité d'efficacité de la récolte est exprimée de façon optimale en tant que coefficient de rendement net par individu. Ce coefficient ® équivaut à l'énergie acquise au cours des activités de pêche (E_a), ou valeur énergétique des captures, moins l'intrant travail (E_e) (coût du travail encouru pendant la récolte, dont les temps de déplacement, de recherche et de traitement), divisé par le temps total de résidence (t) sur un secteur, multiplié par le nombre d'intervenants engagés dans ces activités de récolte, selon l'expression mathématiques suivante (Smith, 1991 : 1986) :

$$R = \sum_{i=1}^n (E_a - E_e) / (t) (n)$$

Estimation du coût du travail

La dépense énergétique de travail a été calculée en multipliant les données temps-mouvement de

chaque lieu de pêche visité par des valeurs calorimétriques données³. L'estimation des coefficients de dépense énergétique à partir de données temps-mouvement est une méthode de calcul par approximation de la dépense énergétique humaine. Norgan, Ferro-Luzi et Durnin ont, en 1974, dans leur étude des dépenses énergétiques des Kauls, population côtière de Papouasie-Nouvelle-Guinée, produit des coefficients de dépense énergétique fiables pour une population mélanésienne. Ces mesures ont été complétées, pour les sociétés dont le mode de vie est un mode de subsistance, par les tables de dépense énergétique de la FAO (1985). Ces dernières n'offrant qu'une mesure moyenne de la dépense énergétique, il a fallu procéder à un ajustement en fonction de l'âge, du poids et du sexe de chaque participant, en ayant recours aux mesures standards du métabolisme de base (1985) de la FAO propres à chaque groupe d'âge, groupe de poids et chaque sexe.

Ainsi, là où l'étude conduite en Papouasie-Nouvelle-Guinée indiquait que la dépense énergétique d'un homme entre 25 et 65 ans pesant 65 kg était, lors du déplacement en pirogue et à la pagaie, de 3,2 kcal par minute de travail et qu'il s'agissait de corriger ce chiffre pour une femme de 50 kg et de 32 ans, on a procédé de la façon suivante : le métabolisme de base pour cette personne de 1 290 kcal par jour (FAO 1985 p.72) est divisé par le nombre de minutes que comportent 24 h (1 440 minutes) puis multiplié par l'énergie dépensée (coefficient standard) par un homme afin d'ajuster le calcul en fonction de l'âge, du poids et du sexe du sujet. L'énergie dépensée lors d'un déplacement à la pagaie par une femme de 32 ans de 50 kg est donc de 1 290 (1 440 (3,2 = 2,87 kcal par minute. A partir de l'étude menée en Papouasie-Nouvelle-Guinée et d'autres sources, et en ajustant le métabolisme de base en fonction de l'âge, du sexe et du poids selon les tables de la FAO (1985), on a déterminé la gamme des valeurs relative à l'énergie dépensée par les pêcheurs de Roviana et de Vonavona.

Estimation des extrants : valeur de la récolte

Les extrants énergétiques récoltés pendant les activités de pêche équivalent au poids comestible des prises multiplié par les valeurs caloriques normalisées. Dans cette étude, le rendement énergétique de chaque récolte varie selon la valeur calorique des espèces concernées. La récolte effectuée sur chaque lieu de pêche a été triée par espèce. Pour calculer la valeur énergétique d'une petite récolte où prédominaient plusieurs espèces de petits poissons de récif, on a eu recours, lorsque cela était possible, à une valeur moyenne. Selon les ouvrages publiés sur les

aspects nutritionnels du poisson et des produits de la mer (par ex, Nettleton, 1985), soixante pour cent d'un poisson entier sont comestibles (entre dix et quarante pour cent pour les mollusques et crustacés). Toutefois, ces mesures représentent les parties consommées par des occidentaux, sans les morceaux consommés par d'autres populations (dont la tête, le foie, les yeux, etc.). Pour tenir compte des différences d'habitudes alimentaires chez les Occidentaux et les Mélanésiens, on accroît la part comestible de dix pour cent pour le poisson, le crabe et la langouste.

Estimation du coefficient de rendement net

Une fois résolu l'intrant énergétique (coût du travail pour une activité donnée) et l'extrait énergétique (valeur de la récolte), on a déterminé par calcul algébrique l'unité d'efficacité de récolte ou coefficient de rendement net. Ainsi, pour un homme d'une quarantaine d'années pesant 65 kg, pagayant pendant 12 minutes, pêchant à la ligne pendant 47 minutes sur un site, capturant un barracuda de 2,3 kg, puis pagayant pour rentrer au village pendant 10 minutes, le coefficient de rendement net sera calculé comme suit : 22 minutes de déplacement à la pagaie (vitesse normale) x 3,3 kcal + 47 min de pêche à la ligne x 2,1 kcal, à savoir un coût de travail de 171 kcal.

Il s'est ensuite agit de calculer l'extrait énergétique de la prise. Si seulement soixante-dix pour cent d'un barracuda de 2,3 kg sont comestibles, la part utilisable est de 2,3 kcal x 70 (100 = 1,61 kg ou 1 610 g. Pour obtenir sa valeur calorique, on multiplie 1 610 g par la valeur énergétique du barracuda du Pacifique, à savoir 118 kcal pour 100 g de chair comestible ou 1 610 g x 118 kcal (100 = 1 899 kcal. On a ensuite soustrait l'extrait travail de l'intrant pour arriver au rendement énergétique net, avec 1 899 kcal - 171 = 1 728 kcal. Pour convertir ce chiffre en un coefficient, le rendement net a été divisé par le temps consacré à la récolte, c'est à dire 1 728 kcal (47 minutes = 37 kcal par minute de récolte, ce qui représente le *coefficient de rendement net*. Ce chiffre devient un coefficient horaire une fois multiplié par 60 minutes, avec 37 kcal x 60 min = 2 206 kcal, c'est à dire le coefficient horaire d'acquisition énergétique afférent à la pêche sur ce lieu donné, dans un habitat donné, à cette époque de l'année et à cette heure de la journée.

Coefficient de rendement moyen selon les techniques de pêche, les habitats et les lieux de pêche

Les rubriques qui précèdent ont permis de décrire la méthode générale de calcul du coefficient de rendement net. On trouvera dans les paragraphes qui

3 La dépense énergétique concernant les activités de pêche conduites sur un lieu de pêche comprennent en outre la dépense énergétique afférente à la recherche d'appâts. Si le pêcheur fréquente plus d'un site, cette dernière est répartie entre tous les lieux de pêche visités.

suivent le coefficient de rendement *moyen* pour chaque technique de pêche, type d'habitat et lieu de pêche. Tout d'abord, on a attribué un code à chaque événement de récolte et enregistré chaque visite à un lieu de pêche séparément (4 445 cas distincts). Ensuite, il a fallu établir le coefficient saisonnier de rendement moyen pour chaque méthode de pêche, pour les principaux habitats et pour chaque lieu de pêche au sein de chaque habitat. Le calcul des coefficients saisonniers de rendement pour les techniques de pêche a mis en évidence l'efficacité de chacune d'entre elles, et les disparités géographiques d'effort et de production.

Pour évaluer la productivité environnementale (la mesure de l'abondance relative) de chaque habitat, on a ventilé l'ensemble des épisodes par type d'habitat et obtenu leur coefficient de rendement moyen. Ensuite, les types d'habitat ont été répartis selon les trois types saisonniers de marée applicables à Roviana (voir Aswani, 1997) pour obtenir le rendement saisonnier de chacun et l'effort global de récolte qui lui a été affecté. Les données sur le temps affecté à chaque type d'habitat ont fait ressortir si les pêcheurs développaient ou non un effort de pêche supérieur pour les habitats connaissant un accroissement de leur productivité saisonnière.

Pour affiner l'analyse des schémas saisonniers, le nom autochtone de chaque lieu de pêche a été enregistré et son coefficient de rendement moyen déterminé. Chaque lieu a en outre été ventilé par type saisonnier de marée pour constater si les schémas temporels d'utilisation suivaient en parallèle l'évolution saisonnière de la productivité moyenne locale.

Un test de Pearson (coefficient de corrélation) a permis d'analyser les coefficients de rendement et l'utilisation temporelle selon les saisons, pour les habitats et des certains lieux pour mettre en lumière des corrélations positives ou négatives entre données. La corrélation positive entre l'affectation du temps et la productivité saisonnière des habitats a montré que les habitats les plus productifs étaient ceux où était déployé le plus gros effort de récolte à une saison donnée. De même, une corrélation négative entre le temps de récolte par épisode sur un lieu de pêche dans un type d'habitat et la productivité saisonnière moyenne du lieu a mis en évidence une relation inversement proportionnelle entre le temps passé sur un lieu de pêche et les quantités récoltées. Pour vérifier l'importance statistique des séries de données, on a conduit un test-t.

Il convient de relever que pour comprendre le comportement des pêcheurs de Roviana et de Vonavona, les ensembles de données ont été triées de nombreuses façons différentes. Elles ont été regroupées selon le type d'événement (agrégations de poissons,

par exemple) pour étudier les effets d'un changement soudain de la productivité d'un secteur sur le choix arrêté par les pêcheurs quant au lieu de pêche et à la durée de son exploitation. Pour évaluer les réactions individuelles à l'évolution de la productivité, on a analysé le comportement de plusieurs pêcheurs pour cerner les choix effectués chaque mois quant aux techniques de pêche, aux habitats et aux lieux de pêche. En outre, les événements ayant entraîné la perception de revenus ont été groupés séparément pour vérifier si un changement de "devise" (des kilocalories à une unité monétaire) entraînait une affectation temporelle différente.

Conséquences pour l'analyse de la pêche artisanale dans les îles du Pacifique

En quoi la confirmation ou la réfutation des hypothèses de la théorie de la récolte optimale nous éclaire-t-elle sur les stratégies de récolte adoptées par les pêcheurs du secteur artisanal dans les pays insulaires du Pacifique ?

La première conclusion tient au domaine théorique : la confirmation des hypothèses de récolte donne à penser que les pêcheurs cherchent à satisfaire au mieux leurs intérêts à court terme en récoltant les ressources disponibles aussi efficacement que possible. Les modèles présentés dans cet article posent comme principe qu'un pêcheur choisit un type d'habitat et décide d'y affecter une certaine portion de son temps de récolte en fonction de la modification de la productivité saisonnière des habitats. Cette stratégie permet de préserver la ressource ou entraîne son épuisement selon l'évolution des conditions écologiques.

La ressource peut s'épuiser lorsque qu'elle est déjà rare et que les pêcheurs accroissent la pression qu'ils exercent sur des lieux donnés (à savoir, lorsqu'ils n'ont pas d'alternative); au contraire, la ressource peut se trouver préservée lorsqu'elle est abondante et que les pêcheurs se déplacent entre divers lieux pour augmenter leur efficacité de récolte à brève échéance, se détournant des proies restantes. La théorie de la récolte nous montre que les conséquences du comportement de l'être humain en matière de récolte dépendent de certaines conditions et sont dynamiques.

Par ailleurs, un rejet des hypothèses de récolte peut faire supposer certaines anomalies parmi les hypothèses du modèle (par exemple, le recours à une nouvelle "devise"), ou que les pêcheurs ont en fait adopté une stratégie de gestion de la ressource. Les pêcheurs peuvent atténuer les effets de la rareté de la ressource en limitant sur le court terme les prélèvements effectués (c'est à dire cesser d'exploiter la ressource) afin d'accroître les volumes récoltés à plus long terme. Dans ce cas, les pêcheurs, de façon

consciente ou non, vont sciemment limiter l'effort de pêche pour réduire la pression exercée sur les habitats et les lieux de pêche souffrant d'un déclin réel ou supposé de productivité (Aswani, sous presse)⁴. Quelque soit le résultat, la théorie de la récolte met en évidence des schémas de récolte qui ne sauraient être exposés par les seules méthodes ethnographiques qualitatives conventionnelles.

La deuxième conclusion est d'ordre méthodologique. L'absence d'une méthode structurée et de cadres théorique pose un problème à certains ethnologues, sur le terrain. La théorie de la récolte optimale représente un ensemble théorique cohérent et un système de méthodes de recherche appliquée. Les modèles de récolte sont axés sur l'action humaine quotidienne, plutôt que sur les croyances et convictions exclusivement, et ils permettent donc de conduire une analyse approfondie des pratiques de récolte chez l'être humain.

Outre l'acquisition de valeurs quantitatives relatives à l'utilisation du temps et aux volumes produits, l'utilisation d'un modèle de récolte nécessite d'avoir étudié les choix de récolte chez les populations autochtones et les forces environnementales et sociales extrinsèques qui les influencent. Il faut pour cela collecter, entre autres séries de données, des informations sur les connaissances écologiques autochtones, disposer d'une représentation cartographique des caractéristiques du milieu et étudier les données socio-économiques locales pouvant s'avérer utiles du point de vue de la gestion.

L'ultime conclusion concerne la gestion. Les modèles de récolte sont en mesure de prévoir les types de poisson et de produits de la mer qui intéressent les pêcheurs, la fréquence des déplacements vers divers habitats et l'évolution de l'intensité des activités de pêche; ils sont donc un lien utile entre les recherches anthropologiques et les plans de gestion des zones côtières. Les données de récolte peuvent être intégrées avec les connaissances des populations locales et les informations biologiques du monde occidental pour constituer un prototype de gestion imitant les schémas d'exploitation locaux et saisonniers de la ressource.

Ainsi, pendant les périodes de moindre exploitation, certains habitats pourraient être interdits temporairement. Une restriction d'accès à des habitats ou lieux de pêche considérés de façon transitoire comme moins intéressants serait sans doute mieux acceptée par les pêcheurs locaux que la clôture de zones de premier choix (Aswani, sous presse). Enfin, les chercheurs travaillant à l'évaluation de stocks régionaux pourraient tirer parti de la productivité relative de divers types d'habitat et lieux de pêche.

Conclusion

Malgré tous ses avantages, la théorie de la récolte optimale n'est pas une panacée théorique et méthodologique, et souffre de quelques imperfections. Toutefois, le nombre croissant d'études ayant mis en jeu cet outil indique qu'il est suffisamment robuste pour cerner les pratiques de récolte des économies de subsistance et des économies mixtes. Reste à espérer que les modèles de récolte optimale appliqués à l'étude des pêcheries artisanales des îles océaniques permettront de mieux comprendre les activités de récolte des populations humaines et leurs effets sur l'écosystème côtier.

Bibliographie

- ALVARD, M. (1995). Intraspecific prey choice by Amazonian hunters. *Current Anthropology* 36: 789-818.
- ASWANI, S. (in press). Patterns of marine harvest effort in SW New Georgia: Resource management or optimal foraging? Special edition on Pacific marine tenure. In: *Ocean and Coastal Management Journal*, Ed. Kenneth Ruddle.
- ASWANI, S. (1997). Customary sea tenure and artisanal fishing in the Roviana and Vonavona lagoons: Solomon Islands. The evolutionary ecology of marine resource utilization. Unpublished University of Hawaii Ph.D. dissert.
- BIRD, R.B. & D.W. BIRD. (1997). Delayed reciprocity and tolerated theft: The behavioral ecology of food sharing strategies. *Current Anthropology* 38: 49-78.

4 Il convient d'établir une importante distinction : lorsque des pêcheurs consacrent moins de temps à la récolte dans des habitats connaissant une diminution saisonnière de leur production, ce comportement donne à penser qu'ils pratiquent là une stratégie de gestion de la ressource ou bien une stratégie d'optimisation, ce qui ne peut être précisé qu'en analysant l'utilisation que font les pêcheurs du temps passé à la récolte sur des zones précises dans les habitats dont la production connaît une diminution. Une augmentation de la durée de chaque épisode semble indiquer qu'il s'agit d'une stratégie de récolte destinée à maximiser l'efficacité de la récolte (c'est-à-dire en l'absence d'autres zones exploitables, ou si les temps de déplacement sont trop longs). Une diminution du temps passé donne par contre à penser qu'il s'agit d'une stratégie de gestion de la ressource. Cela va à l'encontre de la notion très répandue selon laquelle les pêcheurs raccourcissent leur temps de récolte lors de creux saisonniers et prolongent la durée de chaque épisode de récolte lors des pics du même type (Aswani, sous presse).

- CHARNOV, E.L. (1976). Optimal foraging, the marginal value theorem. *Theoretical Biology* 9: 129-136.
- CHARNOV, E.L. & G.H. ORIANI. (1973). Optimal Foraging: Some Theoretical Explorations. Mimeograph, Department of Biology, Salt Lake City: University of Utah.
- FAO/WHO/UNU. (1985). Energy and protein requirements. Technical Report. Series. 724, Geneva: World Health Organization.
- HAMES, R. & W.T. VICKERS. (1982). Optimal diet breadth theory as a model to explain variability in Amazonian hunting. *American Ethnologist* 9: 258-278.
- HVIDING, E. (1996). Guardians of Marovo lagoon: practice, place, and politics in maritime Melanesia. Honolulu: University of Hawaii Press.
- JOHANNES, R.E. (1981). Words of the lagoon. Fishing and marine lore in the Palau district of Micronesia. Berkeley: University of California Press.
- LIEBER, D.M. (1994). More than a living: fishing and social order on a Polynesian atoll. Boulder: Westview Press.
- MACARTHUR, R.H. & E.R. PIANKA. (1966). On optimal use of a patchy environment. *American Nature* 100: 603-609.
- NETTLETON, J. (1985). Seafood nutrition: Facts, issues and marketing of nutrition in fish and shellfish. New York: Osprey Books.
- NORGAN, N.G., A. FERRO-LUZZI, & J.V.G.A. DURNIN. (1974). The energy and nutrient intake and the energy expenditure of 204 New Guinean adults. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 268: 309-348.
- NYDON, J. & R.B. THOMAS. (1989). Methodological procedures for analyzing energy expenditures. In: *Research methods in nutritional anthropology*. Eds. G.H. Peltó, P.J. Peltó, & E. Messer. The United Nations University: Tokyo. 57-81.
- SMITH, E.A. (1991). Inujjamiut foraging strategies: evolutionary ecology of an Arctic economy. New York: Aldine de Gruyter.
- STEPHENS, D.W. & J.R. KREBS. (1986). Foraging theory. Princeton: Princeton University Press.
- SMITH, E.A. & B. WINTERHALDER, eds. (1992). *Evolutionary ecology and human behavior*. New York: Aldine de Gruyter.
- WINTERHALDER, B. (1981). Foraging strategies in the boreal forest: An analysis of Cree and gathering. In: *Hunter-gatherer Foraging Strategies*. Eds. B. Winterhalder & E.A. Smith, Chicago: University of Chicago Press. 6-98.

Remerciements

Je remercie les habitants de Roviana et de Vonavona qui m'ont accueilli parmi eux et autorisé à étudier pendant près de deux ans leurs pratiques de pêche. La *National Science Foundation* et l'Université de Hawaii (par le biais de son programme *Sea Grant*) ont financé ces travaux de recherche. Le bureau du Fonds mondial pour la nature dans le Pacifique (WWF), le Centre international pour la gestion des ressources aquatiques vivantes (ICLARM) et le Fonds de développement des Îles Salomon m'ont apporté un soutien complémentaire.