



Pacific
Community
Communauté
du Pacifique

Atelier sur les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud, Suva (Fidji), 13–15 juin 2016 : État des lieux des connaissances et activités de recherche futures



T.D. Pickering et P. Sasal

Atelier sur les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud,

Suva (Fidji), 13–15 juin 2016 :

État des lieux des connaissances et activités de recherche futures

T.D. Pickering et P. Sasal



Nouméa, Nouvelle-Calédonie, 2017

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

Publié par la Communauté du Pacifique (CPS), 2017
BP D5 98848, Nouméa cedex, Nouvelle-Calédonie
www.spc.int spc@spc.int

Sommaire

Résumé analytique	iv
Séance d'ouverture	1
Cycle biologique des anguilles	3
Dimensions culturelles et vivrières de l'anguille pour les populations autochtones des Fidji	5
Point de vue du secteur privé sur les anguilles des Fidji	7
État de la ressource en anguilles d'eau douce aux Fidji	9
Importance des anguilles au Samoa	11
Débat en plénière	12
Résultats préliminaires d'une année de prélèvements de civelles dans un cours d'eau des Fidji	12
Évolution du cycle saisonnier des anguilles	15
Distribution et migration des leptocéphales de l'anguille tropicale dans le Pacifique Sud	19
Nouvelles données relatives aux anguilles de Polynésie française	21
Domaines de recherche prioritaires sur les anguilles du Pacifique Sud	24
Annexe 1 : Ordre du jour	27
Annexe 2 : Liste des participants	28

Sigles et acronymes

CNRS	Centre national de la recherche scientifique
CPS	Communauté du Pacifique
CRIOBE	Centre de recherches insulaires et observatoire de l'environnement
IRCP	Institut des récifs coralliens du Pacifique
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
USP	Université du Pacifique Sud
WWF	Fonds mondial pour la nature

L'Atelier sur les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud, tenu à Suva (Fidji) du 13 au 15 juin 2016, a reçu le soutien de l'Australie, du Fonds de coopération économique, sociale et culturelle pour le Pacifique (Fonds Pacifique), du Centre national de la recherche scientifique, de l'Université du Pacifique Sud, du ministère des Pêches des Fidji et de la Communauté du Pacifique.

Couverture :

Gauche : Un spécimen de grande anguille marbrée (*Anguilla marmorata*) sur le marché de Suva, aux Fidji. (Y. Aoki)

Droite : Illustration d'une scène de la célèbre légende polynésienne *Hina et Tuna* qui raconte la genèse du cocotier. (Boris Colas, SPC)

Résumé analytique

Un atelier scientifique consacré aux anguilles d'eau douce du Pacifique Sud (*Anguilla* spp.) et organisé conjointement par le Centre de recherches insulaires et observatoire de l'environnement (CRIOBE), la Communauté du Pacifique (CPS) et l'Université du Pacifique Sud (USP), s'est tenu à Suva (Fidji) du 13 au 15 juin 2016.

Les participants venaient d'horizons très divers : services nationaux des pêches, investisseurs du secteur privé, scientifiques issus d'organismes de recherche et d'enseignement supérieur régionaux et internationaux, organisations non gouvernementales œuvrant à la préservation de la biodiversité et pisciculteurs.

La réunion avait pour but d'informer les parties prenantes de l'état actuel des connaissances sur les anguilles d'eau douce du Pacifique, et de déterminer les activités de recherche à entreprendre en priorité pour soutenir et accompagner la protection et l'exploitation durable de cette ressource dans les États et Territoires insulaires océaniques.

Les intervenants ont illustré le caractère emblématique de l'anguille d'eau douce tropicale dans le Pacifique Sud et le respect que lui témoignent les populations. Ils ont rappelé qu'elle pouvait atteindre une taille considérable et que ses qualités gustatives étaient très prisées des gastronomes. Plusieurs chercheurs internationaux ont décrit les longues migrations entreprises par les anguilles depuis les rivières vers leurs sites de reproduction en pleine mer, dont on ignore (encore) l'emplacement exact. L'anguille occupe une place de premier plan dans les cultures autochtones et les mythologies océaniques. Elle est souvent pêchée à des fins de subsistance, mais ne joue encore qu'un rôle mineur dans la pêche et l'aquaculture commerciales.

Les services nationaux des pêches océaniques reçoivent un nombre croissant de demandes d'information au sujet des anguilles d'eau douce de la part d'investisseurs et négociants étrangers, originaires pour la plupart d'Asie et en particulier de Chine. Les hommes politiques locaux commencent aussi à s'intéresser à l'anguille. Cette évolution s'explique sans doute par les très forts niveaux d'exploitation commerciale et le déclin marqué de la ressource dans d'autres régions du monde, où les anguilles sont désormais considérées comme des espèces « menacées ». Les anguilles sont confrontées non seulement à la surpêche, mais aussi à la pollution de l'eau, à la dégradation des habitats fluviaux et à l'apparition d'obstacles à leur migration.

La protection des anguilles et leur exploitation durable ne constituent pas encore des enjeux essentiels pour les États et Territoires insulaires océaniques, mais sont en passe de le devenir. Les anguilles du Pacifique Sud figurent actuellement sur la Liste rouge de l'UICN, dans la catégorie « données insuffisantes », et, à ce jour, on ne recense quasiment aucune étude scientifique systématique les concernant. Les connaissances dont on dispose sont très lacunaires, tant sur le plan scientifique (reproduction, schémas migratoires, recrutement, croissance, abondance, âge de la maturité sexuelle, par exemple) que sur celui de l'importance culturelle des anguilles (valeurs spécifiques devant être défendues dans le cadre des actions de conservation). Or, ces connaissances sont nécessaires pour fonder des politiques et des plans de gestion visant à la protection et à l'exploitation durable des anguilles. En cas de grave déficit de connaissances, il convient d'appliquer le principe de précaution à la pêche commerciale des civelles ou des anguilles adultes et à la dégradation ou à l'exploitation de l'habitat des anguilles.

Les séances de travaux pratiques de l'atelier ont été l'occasion pour les participants d'assister à la démonstration des techniques classiques d'étude des anguilles d'eau douce, ceci leur permettant de prendre la mesure des méthodes et de la logistique correspondantes. Les opérations suivantes ont été présentées : pose de filets à mailles fines pour la capture de civelles, collecte de données sur les civelles et extraction des otolithes, pêche électrique d'anguilles adultes, et pose de marques PIT (marques à micropuces) sur des anguilles adultes à des fins d'études démographiques.

Les activités de recherche suivantes ont été définies comme prioritaires pour combler les déficits de connaissances sur les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud : i) réalisation, par les services nationaux des pêches, de prélèvements systématiques et réguliers d'échantillons pour mettre en évidence l'évolution dans le temps du recrutement des anguilles et de l'abondance de la population adulte ; ii) sélection, par les enseignants universitaires et les doctorants, de sujets de biologie précis, tels que la génétique des anguilles ou l'âge et la saison des migrations vers les lieux de reproduction ; iii) étude de marché visant à déterminer l'état réel de la demande et la valeur probable des espèces d'anguilles présentes dans le Pacifique Sud sur les marchés asiatiques ; iv) recensement des valeurs culturelles et vivrières associées aux anguilles ; et v) formulation de politiques et de plans de gestion fondés sur des données scientifiques dans le but de préserver et d'exploiter durablement la ressource.



Les participants observent les techniques de prélèvement par pêche électrique d'anguilles adultes à des fins de recherche. (Photo: K. Tsukamoto)

Séance d'ouverture

1. La réunion est ouverte par l'un des coorganisateur, *Ciro Rico*, Professeur en sciences de la mer à l'Université du Pacifique Sud (USP), qui souhaite la bienvenue à l'ensemble des participants.
2. *Tim Pickering*, Conseiller en aquaculture continentale à la Communauté du Pacifique (CPS), présente aux participants le contexte mondial dans lequel s'inscrivent les activités de conservation et de valorisation des anguilles d'eau douce (*Anguillidae*). L'anguille est une ressource d'une grande valeur. C'est ainsi qu'au Japon le coût de production des anguilles d'élevage s'élève à 3 000 yens/kg (soit 30 dollars É.-U. ou 60 dollars fidjiens), pour un prix de vente au détail de 15 000 yens/kg (soit 150 dollars É.-U. ou 300 dollars fidjiens) dans les restaurants de *unagi kabayaki* (anguille grillée). Si les anguilles d'eau douce ont fait l'objet de nombreuses études dans d'autres régions du monde, elles y sont aussi gravement menacées. Par comparaison, la région du Pacifique Sud constitue le « dernier horizon » des anguilles d'eau douce et l'exploitation de ce poisson de rivière emblématique reste encore surtout du domaine de la pêche vivrière, même si la pression commerciale va inévitablement se faire sentir à l'avenir, compte tenu de la pénurie touchant désormais le reste du monde. L'anguille d'eau douce du Pacifique Sud risque donc de connaître le même sort que l'holothurie, ressource aujourd'hui menacée d'épuisement en raison de sa forte valeur marchande. Les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud n'ont encore fait l'objet d'aucune étude systématique pouvant servir de base à l'élaboration de politiques et de mesures de planification, dans la perspective d'une augmentation des prélèvements ou de l'aggravation de menaces telles que la dégradation de l'habitat ou l'apparition d'obstacles aux migrations.

a *Anguilla marmorata* proposée à la vente sur le marché de Suva. (Photo: Y. Aoki)

b Objet culturel incluant une représentation de l'anguille : massue exposée au Musée des Fidji à Suva. (Photo: T. Pickering)

c Les participants examinent de près un filet à mailles fines pouvant être mouillé dans les embouchures des rivières pour capturer les civelles. (Photo: T. Pickering)



3. Pierre Sasal, du Centre national de la recherche scientifique (CNRS) de Polynésie française, insiste sur la nécessité de mener à bien des travaux de recherche fondamentale sur les anguilles du Pacifique Sud, et ceci à plusieurs niveaux, pour tenir compte de leur longue migration depuis le milieu de l'océan vers le sommet des montagnes. Les anguilles du Pacifique Sud fraient en haute mer, sur des sites dont on ne connaît pas encore l'emplacement, puis effectuent un très long trajet sous forme de larves leptocéphales pour atteindre des îles où elles se métamorphosent en civelles, avant leur recrutement au sein des populations adultes des « anguilles jaunes » juvéniles dans les rivières. Plus tard, quand elles atteignent un âge et une taille que l'on n'est pas encore parvenu à déterminer, certaines d'entre elles se métamorphosent en « anguilles argentées », avant d'entreprendre une nouvelle migration au long cours vers leurs zones de reproduction ancestrales situées dans les profondeurs de l'océan.
4. La conservation des anguilles passe par la protection de ces sites de reproduction et voies de migration. Dans le cadre de la gestion halieutique, si l'on veut pouvoir appliquer utilement les techniques d'évaluation des stocks, il faut disposer d'estimations de paramètres démographiques tels que la fécondité de la reproduction, les niveaux de recrutement, les taux de croissance et l'âge du début de la maturité sexuelle. Or, ces informations sont inexistantes pour les anguilles du Pacifique Sud.
5. Un « Groupe anguilles du Pacifique Sud » a été constitué avec la participation de plusieurs institutions, pour tenter de remédier à ces lacunes en coordonnant les activités de recherche.
6. L'objectif de l'atelier tenu à Suva, le deuxième en l'espace de trois ans, est double : informer les parties prenantes de l'état actuel des connaissances sur les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud et parvenir à un consensus sur les besoins en matière de recherche fondamentale et appliquée dans les États et Territoires insulaires océaniques, afin de parvenir à une gestion durable de la ressource.

Cycle biologique des anguilles

7. Pierre Sasal du CNRS (CRIOBE) fait un exposé intitulé « Cycle biologique des anguilles ». Si les biologistes savent bien que les anguilles d'eau douce opèrent une transition entre la mer et l'eau douce, le grand public croit souvent à tort qu'elles se reproduisent et passent toute leur vie dans les rivières. Les anguilles occupent une place importante dans les légendes et les mythes polynésiens, comme en témoigne l'histoire de Hina (Sina) et du cocotier. Une étude (menée par M. Sasal en 2015) a permis de confirmer la disparition des anguilles du lac Vaihiria, lieu associé dans l'imaginaire tahitien à la légende de Hina, leur voie de migration étant désormais bloquée par un barrage hydroélectrique. On sait depuis les années 1930 que l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) et l'anguille d'Europe (*Anguilla anguilla*) se reproduisent dans la mer des Sargasses au milieu de l'Océan atlantique. On a ensuite découvert, dans les années 1990, que l'anguille du Japon (*Anguilla japonica*) se reproduit à la périphérie de la fosse des Mariannes dans une zone limitée de fonds marins située non loin de Guam.
8. On ne connaît en revanche toujours pas l'emplacement exact des lieux de reproduction des anguilles du Pacifique Sud, qui se situent quelque part dans une vaste zone de l'océan, à proximité des Fidji ou de Vanuatu. Une étude sur les relations génétiques entre les anguilles adulte *A. marmorata* du Pacifique Sud¹ indique que cette espèce pourrait avoir pas moins de quatre aires de frai. L'emplacement approximatif des lieux de reproduction des anguilles du Pacifique Sud peut être estimé grâce à l'une des trois méthodes suivantes : réalisation de traits de plancton pour recueillir des larves leptocéphales, en recherchant les individus jeunes fraîchement éclos ; détermination de l'âge des civelles quand elles arrivent sur les côtes et utilisation d'outils de modélisation des courants océaniques pour remonter leur parcours migratoire et estimer leur lieu d'éclosion ; et lâcher d'anguilles argentées matures équipées de marques de type pop-up pour déterminer où elles se rendent quand elles retournent en mer.

¹ Minegishi Y., Aoyama J. et Tsukamoto K. 2008. Multiple population structure of the giant mottled eel *Anguilla marmorata*. *Molecular Ecology* 17:3109-3122.

9. L'âge des civelles est révélé par les anneaux de croissance quotidiens présents sur les otolithes situés dans leur oreille interne. Une fois que l'on connaît l'âge d'une civelle, on peut déterminer combien de temps il lui a fallu pour atteindre, depuis son aire de frai, le site où elle a été capturée. Des outils de modélisation des courants océaniques permettent d'estimer la localisation approximative du site de reproduction en effectuant un calcul rétroactif sur la base du temps passé en mer par l'animal.
10. L'exploitation commerciale de la ressource en anguilles repose entièrement sur leur prélèvement dans le milieu naturel, que ce soit des civelles (destinées à l'aquaculture) ou des adultes (pêche de capture). Grâce à une intense activité de recherche, la ponte en captivité et l'élevage en écloserie de l'anguille *A. japonica* est désormais techniquement possible, mais le coût de production de chaque civelle s'élève à 100 dollars des États-Unis. Il faudrait ramener ce montant à 1 ou 2 dollars É.-U. pour que la production de *A. japonica* en écloserie devienne une activité commerciale rentable. Dans l'intervalle, le secteur de l'anguilliculture au Japon va continuer à être tributaire de la capture de civelles à l'état sauvage afin d'alimenter les fermes aquacoles. Dans ce pays, les civelles vivantes s'échangent au prix de 300 000 à 500 000 yens/kg (soit 2 800 à 4 700 dollars É.-U.). Il n'est donc pas surprenant que l'on ait récemment découvert dans les bagages de voyageurs venus d'Europe des sacs en plastique remplis de civelles : ces « passeurs d'anguilles » avaient reçu 300 euros chacun pour leur participation à ce trafic.
11. La pêche électrique est une méthode utilisée pour capturer les anguilles adultes dans les rivières afin de réaliser un certain nombre d'analyses biologiques, notamment : identification de l'espèce à partir de la couleur et de la disposition des dents ; mesure de la longueur et du poids ; examen des otolithes (pour déterminer l'âge) ; examen du contenu stomacal, et analyse ADN. L'apposition de marques PIT à micropuces sur les anguilles ensuite relâchées permettra, lors de futures captures, d'estimer l'abondance de la population et les taux de croissance individuels (technique dite de récupération des marques). Les anguilles sont classées en espèces à nageoire courte ou à nageoire longue, en fonction du ratio entre leurs nageoires dorsales et anales et la longueur totale de leur corps.
12. Il est important d'étudier les anguilles argentées pour déterminer l'âge du début de la maturité sexuelle et pour être en mesure de protéger les individus qui sont sur le point d'entamer leur migration vers les lieux de reproduction. Toutefois, ceci n'est pas chose aisée, car les anguilles argentées ne se rencontrent pas fréquemment et qu'il faut les capturer, les marquer et les relâcher au bon moment, au début de leur migration. Au cours du trajet les menant à leur aire de reproduction au milieu de l'océan, les anguilles argentées réalisent des migrations verticales quotidiennes en gagnant la surface pendant la nuit et en descendant à des profondeurs de 800 m pendant la journée, ceci afin d'échapper aux requins.
13. En 2007, les prises mondiales d'anguilles par la pêche de capture s'élevaient à 230 000 tonnes, 70 % de ce volume étant consommé au Japon. Les anguilles pêchées à Madagascar se négocient 100 euros (soit 110 dollars É.-U.) en Europe. Dans l'ensemble de l'hémisphère nord, les stocks d'anguilles atteignent désormais moins de 5 % de leur niveau d'il y a 30 ans. *Anguilla anguilla*, *A. japonica* et *A. rostrata* figurent sur la liste des espèces menacées de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN)^{2,3,4}. En raison de cette classification, le marché a connu un rétrécissement drastique et la consommation a également diminué au Japon. C'est la Chine qui est désormais le premier pays consommateur d'anguilles. Les menaces pesant sur les anguilles sont notamment les suivantes : surpêche, parasites (présents dans la vessie natatoire des anguilles argentées, ce qui entrave leurs déplacements verticaux), pollution, dégradation de l'habitat (extraction de gravier, barrages, obstacles à la migration, par exemple) et changement climatique.
14. En réponse à la question d'un participant, M. Sasal déclare que l'on ne risque pas de contracter la ciguatera en consommant de l'anguille. Interrogé sur la marche à suivre pour développer l'élevage des anguilles du Pacifique Sud, il explique qu'il faut disposer de données sur l'abondance et la saison de recrutement des civelles. On doit ensuite décider si l'on va élever les anguilles jusqu'à ce qu'elles atteignent une taille commercialisable ou les exporter sous forme de civelles pour qu'elles grossissent dans des fermes aquacoles en Asie.

² Anguille européenne, *Anguilla anguilla*. Évaluation-Liste rouge des espèces menacées de l'UICN, <http://www.iucnredlist.org/details/60344/0> (en anglais).

³ Anguille américaine, *Anguilla rostrata*. Évaluation-Liste rouge des espèces menacées de l'UICN, <http://www.iucnredlist.org/details/191108/0> (en anglais).

⁴ Anguille japonaise, *Anguilla japonica*. Évaluation-Liste rouge des espèces menacées de l'UICN, <http://www.iucnredlist.org/details/166184/0> (en anglais).

Dimensions culturelles et vivrières de l'anguille pour les populations autochtones des Fidji

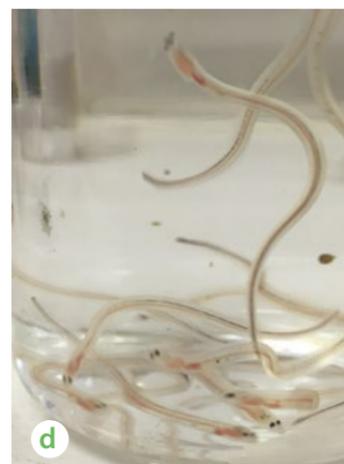
15. L'exposé suivant, présenté par Lekima Copeland de l'Institut des sciences appliquées de l'Université du Pacifique Sud (Fidji), est un « Tour d'horizon des dimensions culturelles et vivrières de l'anguille pour les populations autochtones des Fidji ». L'inventaire des poissons d'eau douce présents aux Fidji fait ressortir quatre espèces d'anguilles : i) *A. marmorata* ; ii) *A. obscura* ; iii) *A. megastoma* ; et iv) *A. bicolor*. Ses caractéristiques morphologiques pouvant prêter à confusion, la présence de *A. bicolor* aux Fidji doit encore être confirmée par des analyses génétiques. Aucune recherche sur les parasites des anguilles n'a encore été menée aux Fidji.
16. La valeur culturelle de l'anguille renvoie au concept de *vanua*, aux termes duquel la terre et ses ressources sont considérées par les iTaukei (les Fidjiens de souche) comme un triptyque, s'articulant autour de dimensions physiques, sociales et culturelles. Dans la taxonomie iTaukei, *duna* est le nom générique qui désigne toutes les anguilles d'eau douce. Les types reconnus (correspondant à des espèces) sont *diria*, *tautaubale* et *badamul/malavo* (*A. marmorata*, *A. megastoma* et *A. obscura* respectivement). *Anguilla megastoma* est réputée pouvoir ramper sur le sol, d'où son nom de *tautaubale*. M. Copeland indique que lorsqu'il réalise des inventaires des poissons d'eau douce au moyen de dispositifs de pêche électrique, 90 % des anguilles qu'il capture sont de type *A. marmorata*. Il précise qu'il n'a que très rarement rencontré l'espèce *A. megastoma*.
17. La rivière Nakauvadra dans la province de Ra est le lieu mythologique de repos des dieux. Il s'agit d'un affluent du fleuve Rewa qui alimente un tiers de l'île de Viti Levu. La pêche au harpon est pratiquée pendant la saison sèche dans la province, lorsque le niveau des eaux baisse et que l'on peut accéder aux cuvettes profondes des cours d'eau. L'anguille est une espèce totem pour certaines populations de l'intérieur des terres. Dans les villages de Naitavuni, Delailasekau et Nasevou, on punit les visiteurs originaires de régions où l'on consomme l'animal totem en les forçant à boire des doses supplémentaires de kava ! On trouve des sculptures d'anguilles et des objets s'y rapportant au Musée des Fidji, où Sepeti Matararaba et Elia Nakoro sont les personnes à contacter pour obtenir des informations sur la culture et les objets associés à l'anguille. Noco est le lieu de résidence d'un dieu anguille. Dans la mythologie, *duna leka* est une anguille sans queue. Si on la voit, c'est de bon augure pour la pêche, car c'est un esprit qui aide à attraper du poisson. Les habitants de Naitasiri affirment que le pouvoir de marcher sur le feu est associé à l'anguille et provient de l'île de Beqa. De manière générale, les Fidjiens éprouvent de la réticence à communiquer des informations sur la mythologie de l'anguille, étant donné qu'il s'agit d'un sujet sacré qui touche à l'intime.
18. Forêt protégée avec le parrainage de la Fondation *Fiji Water*, le bassin de Sovi est un site très riche en anguilles, doules (*Kublia* spp.) et autres poissons autochtones. Les tilapias ont aussi atteint cette zone et sont de taille imposante, mais leur présence ne semble pas avoir d'effets négatifs sur les autres poissons. En 2003, on ne les rencontrait encore que dans le cours inférieur de la rivière, mais on les trouve maintenant au-dessus des gorges de la rivière.
19. Le cinquième épisode de la septième saison de la série « River Monsters », diffusée sur la chaîne *Discovery Channel* dans le cadre du programme *Animal Planet*, porte sur les « Terreurs du Pacifique Sud », à savoir les anguilles des Fidji. On y voit l'animateur partir à la chasse d'une anguille agressive dont il affirme que la population locale souhaite se débarrasser, mais il est permis d'avoir quelques doutes sur la véracité de cette histoire. Dans l'émission, l'anguille pêchée est désignée à tort sous le nom de *tautauvata*, alors qu'il s'agit en réalité d'une anguille de type *diria*.
20. La zone d'Emalu, dans la province de Navosa, est un site pilote du ministère des Pêches et des Forêts, où se situent les cours supérieurs des rivières Sigatoka et Navua. Lors d'une visite de M. Copeland sur place, on lui a présenté un gros tas d'anguilles pêchées le jour même « au harpon » : toutefois, leur nombre et l'absence de toute lésion visible sur leurs corps l'incitent plutôt à penser

d Civelles capturées à l'embouchure d'une rivière des Fidji. (Photo: C. Hewavitharane)

e Ulusapeti Tiitii du service des pêches du Samoa pratique la technique du marquage en fixant une marque électronique PIT sur une anguille. (Photo: T. Pickering)

f Très gros spécimen de l'espèce *A. marmorata* capturé dans les hauts plateaux de Viti Levu aux Fidji.

g Jeune larve leptocéphale de *A. marmorata*, capturée dans le Pacifique occidental dans un filet de type IKMT. (Photo: M. Kuroki)



qu'on avait eu recours, pour les pêcher, à la racine d'une plante appelée *derris*. Les lieux de pêche des anguilles ne sont souvent accessibles qu'au prix de longues marches sur des sentiers glissants. Les cascades sont appelées *sukasuka ni ika droka*, ce qui signifie l'endroit où la doule ne peut plus continuer sa progression vers l'amont.

21. Sur le marché de Suva, il y a quelques semaines, une grosse anguille a trouvé preneur en l'espace de 10 minutes pour la somme de 50 dollars fidjiens. Il est arrivé par le passé que d'autres anguilles de grande taille s'y vendent au prix de 80 dollars fidjiens. Il est rare de voir des anguilles d'eau douce proposées à la vente sur les marchés municipaux.
22. Aux Fidji, les anguilles sont vénérées dans la mythologie, mais c'est un sujet sur lequel les habitants ne s'expriment qu'avec réticence. Les anguilles sont très prisées par les iTaukei pour leurs excellentes qualités gustatives. Parmi les thèmes d'étude envisageables sur le rôle de l'anguille dans la culture fidjienne, on pourrait recenser le nombre de communautés dont l'anguille est l'animal totem et recueillir les histoires et les savoirs traditionnels les concernant.
23. Quand on lui demande si, quand une personne a l'anguille comme animal totem, cela signifie que son ancêtre est une anguille, M. Copeland répond : « Non. Un totem s'apparente à une divinité qui peut distribuer des bienfaits si on l'honore ». Il explique également que la culture fidjienne est essentiellement polynésienne, de sorte qu'on y retrouve un récit analogue à l'histoire de « Sina/Hina et du thon ».
24. Cet exposé fait découvrir aux participants une autre dimension de l'anguille aux Fidji, montrant qu'il reste encore beaucoup à faire en matière de recherche dans ce pays.
25. Quand on demande à M. Copeland si l'anguilliculture risque de se heurter à des obstacles de type culturel aux Fidji, il répond que cela ne sera pas le cas dès lors que les protocoles qui s'imposent seront respectés. Il ajoute que la ressource peut être valorisée si son potentiel est avéré.
26. Interrogé sur l'existence d'un nom en langue fidjienne pour désigner les anguilles argentées, il répond que cette information n'est pas disponible.
27. Il est précisé, pour terminer, que dans la province de Cakaudrove, les anguilles argentées apparaissent en mars et avril. De manière générale, les civelles arrivent au moment où les anguilles argentées entament leur migration dans la mer. On constate le même phénomène au Japon.

Point de vue du secteur privé sur les anguilles des Fidji

28. Ah Rum Song du Grace Road Group de Navua (Fidji) apporte l'éclairage du secteur privé sur les anguilles des Fidji. Il représente une entreprise professionnelle implantée aux Fidji, intéressée par la production durable de denrées alimentaires et dont la riziculture constitue actuellement l'activité principale. Le groupe pratique l'agriculture dans une démarche qui englobe la totalité de la chaîne de valeur, vente au détail (restaurants) et exportations comprises.
29. Le Grace Road Group réfléchit actuellement à l'ajout d'un nouveau produit à son portefeuille d'activités. Or, cette entreprise a été fondée à l'origine en Corée, où (tout comme au Japon) la population raffole des anguilles, qui sont désormais une denrée rare et inabordable pour la majorité des Coréens.
30. Les éleveurs coréens d'anguilles n'ont plus accès aux civelles européennes depuis l'embargo sur les exportations décrété par l'Union européenne. Ils se fournissent désormais principalement en Asie du Sud-Est, en Indonésie et aux Philippines notamment. On compte 200 élevages d'anguilles en Corée, mais la plupart d'entre eux tournent au ralenti en raison de la pénurie mondiale de civelles. Il s'agit d'une aquaculture fondée sur l'élevage d'animaux capturés, car la reproduction d'anguilles

en captivité n'est pas viable sur le plan commercial. La Corée importe également des anguilles adultes pêchées en Australie et en Nouvelle-Zélande. L'approvisionnement en civelles décline et est en constante fluctuation. Les retombées financières qu'on peut en escompter incitent à se procurer des civelles par tous les moyens.

31. Il existe donc un marché en Corée pour les civelles fidjiennes. Toutefois, le cours de ce produit dépend de sa provenance et de sa réputation. Or, les civelles fidjiennes sont encore très peu connues en Corée : on ne sait pas quelles espèces sont présentes dans les prises, et l'on ignore si ces espèces sont adaptées au grossissement en élevage. Il s'agira de relever ce défi pour parvenir à commercialiser les civelles fidjiennes. Les éleveurs professionnels coréens souhaiteront d'abord réaliser des essais de grossissement pendant trois ou quatre mois afin de déterminer l'adéquation du produit à l'aquaculture et au marché.
32. Outre les civelles, les Fidji peuvent également exporter des « anguilles jaunes » adultes, qu'elles soient élevées aux Fidji ou prélevées dans le milieu naturel. En Corée, les anguilles sont souvent vendues vivantes et le client fait son choix en se fondant sur l'apparence de l'animal ; il sait reconnaître les différents types d'anguilles.
33. L'entreprise Grace Road Group envisage de se lancer dans l'élevage et la transformation des anguilles aux Fidji, mais souhaite d'abord avoir des réponses à plusieurs questions fondamentales sur le plan commercial. Où peut-on pêcher les civelles ? Quelle est la saison des civelles ? Quels volumes peut-on prélever ? Quelles sont les espèces présentes dans les prises ? Comment élever les anguilles de manière durable ? Quelle est la voie à suivre pour doter les Fidji d'un secteur commercial de l'anguilliculture reposant sur les espèces locales ?
34. Le travail de thèse de Chinthaka Hewavitarane constitue la voie à suivre pour les civelles des Fidji. Il apparaît que de nombreuses anguilles arrivent dans les cours d'eau fidjiens. Le Grace Road Group souhaite-t-il exporter les civelles vers la Corée aux fins de grossissement ou préfère-t-il les élever aux Fidji jusqu'à ce qu'elles atteignent une taille commercialisable ? Quel serait le prix de vente au kilo des civelles fidjiennes ?
35. En Corée, le prix des civelles varie beaucoup. Il faudrait que le Grace Road Group envoie des civelles à un éleveur coréen pour que ce dernier les fasse grossir et indique le prix qu'il est prêt à payer. L'aquaculteur voudra se convaincre par lui-même de la vigueur des anguilles fidjiennes en situation de culture. Le grossissement étant une opération d'une très grande complexité, le Grace Road Group hésite à se lancer dans l'élevage des anguilles aux Fidji, du moins dans un premier temps. *A. marmorata* est assez peu connue sur les marchés coréens et japonais de sorte qu'il est difficile de parler de prix à ce stade. Ceci viendra en temps utile. Les volumes disponibles constituent également un facteur fondamental pour déterminer l'intérêt de l'investissement. On peut tabler sur la popularité de *A. obscura* en Corée, en raison de sa peau lisse (dépourvue de taches). Bien évidemment, c'est en conservant et en élevant les anguilles aux Fidji le plus longtemps possible avant de les exporter, que l'on engrangera le plus de retombées économiques sur le plan local.
36. Le professeur Tsukamoto indique qu'au Japon les seules anguilles de l'hémisphère sud que connaissent les éleveurs sont celles de Madagascar et qu'elles n'ont pas bonne réputation. Au Japon, la qualité de l'anguille n'est pas tant définie par l'aspect de l'animal vivant, que par la texture du filet d'anguille cuisiné, qui ne doit être ni trop huileux ni trop sec. C'est un équilibre délicat. Les éleveurs japonais ignorent tout des anguilles tropicales du Pacifique Sud.
37. En Corée, le client aime choisir l'anguille vivante, de sorte que l'aspect de l'animal est important ; tout un chacun a sa petite idée sur le sujet, sans que cela soit forcément en rapport avec les qualités gustatives du produit. En Asie, les exigences des marchés varient suivant les pays. Il faudra que le Grace Road Group détermine le niveau d'adéquation des anguilles des Fidji avec les attentes de ces marchés.
38. Il faut également savoir que les éleveurs japonais ont investi dans une technique spécialisée d'anguilliculture (à haute température) et qu'ils ne sont pas intéressés par les espèces qui les contraindraient à modifier leurs installations. C'est donc encore un autre paramètre à prendre en compte.

39. Un participant demande si les employés du Grace Road Group ont déjà goûté les anguilles fidjiennes. Le représentant de la société répond par l'affirmative, en précisant que leur goût est différent de celui des anguilles coréennes, qui sont plus huileuses et dont la texture est plus moelleuse. Les Coréens préfèrent les anguilles d'eau douce, car elles sont plus moelleuses et ont plus de goût. Si une note maximale de 10 était attribuée aux anguilles coréennes, les anguilles fidjiennes obtiendraient une note de 8.
40. Un participant fait observer qu'il faut donc trouver une façon respectueuse de l'environnement d'améliorer le goût et la saveur des anguilles, et que l'aquaculture permet de parvenir à cet objectif (au travers du choix de l'apport alimentaire).

État de la ressource en anguilles d'eau douce aux Fidji

41. Shalendra Singh, Responsable des pêches (section aquaculture) au ministère fidjien des Pêches et des Forêts, fait un exposé intitulé « État de la ressource en anguilles d'eau douce aux Fidji : éclairage du ministère fidjien des Pêches et des Forêts sur l'inventaire de la ressource, les données commerciales et les demandes d'information reçues au sujet de sa valorisation ». M. Singh constate que, si les anguilles ne font pas l'objet d'un travail d'inventaire périodique et spécifique aux Fidji, elles sont prises en compte dans les enquêtes générales sur les pêches et dans les inventaires des ressources halieutiques réalisés par le ministère. La plus récente de ces enquêtes, qui s'est achevée en 2015, portait sur la rivière Sigatoka. La seule enquête spécifique, raisonnablement exhaustive, sur les ressources en anguilles des Fidji date des années 1980 et a été réalisée par le ministère, en collaboration avec un chercheur australien invité⁵.
42. Les enquêtes réalisées par le ministère sur la commercialisation du poisson montrent que le nombre d'anguilles mis en vente est limité, de sorte que l'on ne dispose que de peu de données à ce sujet. Il semble que les anguilles soient surtout consommées par les pratiquants de la pêche vivrière. Il n'y a pas d'aquaculture de l'anguille aux Fidji, même s'il arrive que des anguilles soient capturées de manière accidentelle dans les bassins d'élevage d'autres espèces d'eau douce, telles que les crevettes ou les tilapias.
43. Le ministère est régulièrement contacté par des investisseurs étrangers intéressés par la pêche ou l'aquaculture et qui souhaitent obtenir des informations sur le statut de la ressource en anguilles aux Fidji, ainsi que sur les réglementations éventuelles s'appliquant aux captures des civelles ou à l'exportation des anguilles adultes. Le ministère ne dispose que de très peu de données lui permettant de répondre à ces demandes ou d'étayer la formulation de politiques ou de plans de gestion.
44. Le ministère estime que des travaux de recherche s'imposent pour accompagner les opérations de conservation et de gestion des anguilles, et pour déterminer la faisabilité de la capture des civelles pour l'aquaculture, ainsi que les limites à appliquer pour une exploitation durable de la ressource. Il faut par exemple savoir quel est le nombre d'anguilles recrutées annuellement. Avant le démarrage de toute activité commerciale, il convient de démontrer la faisabilité et la viabilité sur le long terme de la capture des civelles.
45. L'exposé de M. Singh suscite un certain nombre de questions. L'un des participants souhaite savoir comment on a procédé à l'identification des différentes espèces d'anguilles au cours des enquêtes. M. Singh explique que l'on s'est appuyé sur la morphologie, indiquant que *A. marmorata* est facilement reconnaissable. Il ajoute qu'aucun spécimen de *A. megastoma* n'a été observé. L'enquête de 2015 a été réalisée auprès des pêcheurs, depuis le cours moyen de la Sigatoka jusqu'à son embouchure.
46. Lekima Copeland précise que l'on n'observe que très rarement *A. megastoma* lors des enquêtes réalisées aux Fidji. En Nouvelle-Calédonie, *A. megastoma* est présente très en amont des réseaux hydrographiques, ainsi que dans les petites rivières de montagne. Les données nationales sont faussées si l'on n'enquête pas dans la partie supérieure des cours d'eau. Or, ces zones sont inaccessibles.

⁵ Beumer J.P. 1984. The eel resources of Fiji. Rapport de voyage d'étude QS 85010. Ministère du Secteur primaire du Queensland. Brisbane. 33 p.



Élevages d'anguilles typiques à Kagoshima (Japon).

h Bassins d'anguilles situés dans des serres utilisant de l'eau chauffée pour le grossissement en hiver.

i Bassin d'anguilles à ciel ouvert utilisé pour le grossissement en été.

j Calibrage d'anguilles d'élevage du Japon avant leur commercialisation. (Photo : K. Tsukamoto)

47. Un autre participant demande s'il est prévu de réaliser des enquêtes supplémentaires sur les anguilles. Il estime que ceci doit passer avant le travail sur l'aspect aquacole du dossier. M. Singh répond que, pour le ministère des Pêches et des Forêts, les anguilles constituent déjà un élément à part entière du recensement général des ressources halieutiques continentales réalisé à partir d'enquêtes auprès des pêcheurs. Il ajoute qu'il y a matière à thèse, si un étudiant souhaite s'investir dans une étude plus approfondie des anguilles adultes des Fidji.

Importance des anguilles au Samoa

48. L'exposé suivant s'intitule « Importance des anguilles au Samoa » et est présenté par Ulusapeti Tii-tii, Directrice de la pêche côtière et de l'aquaculture au ministère de l'Agriculture et des Pêches du Samoa. Les anguilles revêtent une grande importance culturelle au Samoa, mais les prélèvements sont très limités de sorte que peu de mesures sont prises en matière de gestion de la ressource.

49. Une des missions confiées au ministère de l'Agriculture et des Pêches du Samoa porte sur le développement durable de l'aquaculture. L'objectif des pouvoirs publics est de compléter la production halieutique naturelle par la production aquacole et ils sont prêts à envisager l'exploitation de nouvelles espèces afin de valoriser les ressources naturelles du pays.

50. Les anguilles d'eau douce relèvent de la catégorie des produits à « faible priorité » du Plan national de développement du secteur aquacole⁶, résultat d'un processus consultatif au cours duquel un classement des produits aquacoles a été établi en tenant compte à la fois de la « faisabilité » technique et de l'« impact » socioéconomique. Le manque de connaissances relatives à l'élevage des anguilles, ainsi que l'absence au Samoa d'installations aquacoles et d'aliments appropriés, expliquent la note basse obtenue au titre de la « faisabilité ». Cette note sera indéniablement revalorisée avec l'acquisition de nouvelles connaissances. Quant à l'impact socioéconomique des anguilles, il est jugé moyen à élevé, car les anguilles jouissent d'un grand respect au sein de la population samoane. Elles constituent un mets de choix réservé aux chefs et aux pasteurs.

51. La légende ancienne de « Sina et l'anguille » existe aussi au Samoa et l'on peut visiter sur l'île de Savaii l'endroit où elle est censée s'être déroulée.

52. L'aquaculture de l'anguille est présente à l'état embryonnaire au Samoa, deux éleveurs de tilapia ayant introduit à dessein des anguilles dans leurs bassins.

53. Des investisseurs chinois ont demandé des informations sur les civelles au Service des pêches du Samoa, mais ce dernier n'a aucune donnée permettant de leur répondre. Or, il est nécessaire de disposer de davantage d'informations, car les hommes politiques s'intéressent désormais aux anguilles. Il importe donc de combler les lacunes dans les domaines suivants : nombre d'espèces d'anguilles présentes au Samoa ; données scientifiques et économiques et savoirs traditionnels relatifs aux anguilles ; sensibilisation relative aux menaces pesant sur les anguilles (beaucoup de gens pensent que les anguilles « naissent de la boue ») ; et étude de référence sur l'abondance des populations et les saisons de migration.

54. Le Service des pêches du Samoa souhaite renforcer ses compétences relatives aux anguilles et à leur élevage en se concentrant sur les axes suivants : meilleure compréhension du cycle biologique ; collecte de spécimens à différents stades de leur développement ; techniques d'élevage ; aliments et nourrissage ; et conception des bassins.

55. Il n'existe actuellement pas de politique relative à l'exportation des anguilles au Samoa, comme c'est le cas pour les holothuries : seules les holothuries issues de l'aquaculture peuvent être exportées, et ce, dans des proportions limitées.

⁶ Samoa Aquaculture Management and Development Plan (Plan de gestion et de développement du secteur aquacole du Samoa), 2013-2018. Ministère de l'Agriculture et des Pêches du Samoa/Secrétariat de la Communauté du Pacifique (CPS). Nouméa (Nouvelle-Calédonie). 20 p.

56. À l'issue de son exposé, les participants interrogent Mme Tiitii sur le nombre de cours d'eau existant au Samoa, la vente des anguilles sur les marchés et leur préparation culinaire. Elle explique que le réseau hydrographique du Samoa est dense et que la capture des civelles est une activité à fort potentiel. On ne trouve pas d'anguilles sur les marchés au Samoa ; si c'était le cas, le Service national des pêches disposerait de données issues des enquêtes correspondantes, qui ne font d'ailleurs ressortir aucune prise débarquée. Les Samoans pêchent l'anguille dans les zones rurales, où elles constituent un mets de choix servi lors des cérémonies traditionnelles ou religieuses. Les anguilles sont emballées dans des feuilles de bananier et cuites dans un umu (four traditionnel de pierres chaudes). Il n'est pas nécessaire d'ajouter du lait de coco (comme pour les congères de mer), car les anguilles d'eau douce sont très grasses.

Débat en plénière

57. En réponse à une question adressée aux organisations non gouvernementales œuvrant dans le secteur de l'environnement et implantées aux Fidji, un représentant du Fonds mondial pour la nature (WWF) explique que la protection de l'anguille ne constitue pas une des activités principales du WWF ; elle fait toutefois partie de l'environnement et du biotope que le WWF s'est donné pour mission de protéger, de sorte que toute information supplémentaire serait la bienvenue. Le WWF mène actuellement, dans la rivière Ba, un projet consacré à la moule d'eau douce (kai) auquel pourrait venir s'adosser un travail sur l'anguille, s'il existe des étudiants intéressés souhaitant profiter de la logistique en place.

58. La principale conclusion ressortant du débat est que l'aquaculture de l'anguille ne se résume pas à l'apport de quelques juvéniles dans des bassins de tilapia. Pour pratiquer un élevage performant à l'échelle commerciale, il est nécessaire de cibler les civelles et d'en capturer de grandes quantités. À la différence des captures de juvéniles, les prélèvements de civelles fournissent des animaux appartenant à la même classe d'âge, ce qui contribue à garantir une cohérence des paramètres de taille et de croissance. Traditionnellement, on commence par nourrir les civelles avec des animaux vivants (crevettes d'eau saumâtre, par exemple) avant de les sevrer pour passer à des aliments artificiels formulés, tout en les conservant dans des systèmes d'élevage spécialisés à la bonne densité, afin de réduire les cas de cannibalisme. Au Japon, on a récemment mis au point un régime artificiel pour les civelles qui se substitue aux crevettes d'eau saumâtre vivantes.

59. Les méthodes d'élevage mentionnées ci-dessus pourraient être introduites en Océanie depuis l'Asie dans le cadre d'un transfert de technologies. Il n'y a donc pas de difficulté insurmontable à cet égard, mais il faudra toutefois consentir des investissements importants, qui ne se justifient que si l'on vérifie d'abord le niveau d'adéquation des anguilles d'eau douce du Pacifique Sud avec les exigences des marchés asiatiques. On ne sait rien encore du comportement dans les installations de grossissement des principales espèces ni de l'accueil qui leur sera réservé sur les marchés. La sagesse recommande de commencer par le marché pour remonter vers la production. Il ne faut pas se lancer dans l'élevage et partir ensuite à la recherche d'un marché. Le point de départ de tout projet de commercialisation des anguilles du Pacifique Sud, comme de n'importe quel autre produit de l'aquaculture, c'est le marché, qui définit ensuite l'organisation de la production.

Résultats préliminaires d'une année de prélèvements de civelles dans un cours d'eau des Fidji

60. Chinthaka Hewavitarane, doctorant à l'Université de Kyushu (Japon), fait un exposé intitulé « Résultats préliminaires d'une année de prélèvements de civelles à l'embouchure d'une rivière des Fidji, 2015-2016 ». M. Hewavitarane indique qu'on ne dispose actuellement d'aucune donnée scientifique relative aux migrations des civelles ou des anguillettes aux Fidji. Les anguilles de ce pays n'ont encore jamais fait l'objet d'une étude scientifique systématique. Dans d'autres régions du monde, les anguilles sont désormais menacées et il importe de les étudier aux Fidji avant qu'une pression ne s'exerce sur la ressource.

61. La thèse de doctorat de M. Hewavitarane porte sur la composition des espèces, l'abondance et le cycle saisonnier du recrutement des civelles à l'embouchure d'une rivière des Fidji. Le recrutement des civelles est principalement influencé par deux facteurs : l'obscurité et la marée haute. Afin de tenir compte du premier de ces facteurs, les prélèvements ont été effectués la nuit et uniquement au moment de la nouvelle lune et de la pleine lune. Sur les quelque 2 000 civelles prélevées au total, seules huit l'ont été à la pleine lune. On peut en conclure que l'activité de capture des civelles aux Fidji n'est une opération intéressante que pendant la nouvelle lune, ce qui correspond à seulement trois ou quatre nuits par mois.

62. Compte tenu du second facteur (la marée), la durée de la pêche se limite à deux heures (comprises entre 17h00 et 21h00) au cours de chacune de ces trois ou quatre nuits. Aux Fidji, en effet, la période de la nuit pendant laquelle la marée montante coïncide avec la nouvelle lune est de courte durée et la marée montante se produit toujours en début de soirée. Le recrutement diminue après la période d'étalement de pleine mer, au moment du reflux de la marée.

63. Tout comme au Japon, on constate la présence d'un grand nombre de crabes juvéniles et de crevettes d'eau douce dans la colonne d'eau au moment du recrutement des civelles.

64. M. Hewavitarane décrit les méthodes qu'il a employées pour obtenir des données scientifiques à partir de ses prises de civelles. Il en fait également la démonstration lors d'une séance de travaux pratiques en laboratoire afin que les participants puissent constater par eux-mêmes ce que recouvre l'adoption de techniques de recherche sur l'anguille au sein de leurs institutions respectives.

65. La première étape d'une analyse morphométrique de l'anguille consiste à mesurer la longueur de ses nageoires et de son corps. On trouve aux Fidji aussi bien des anguilles à nageoires courtes que des anguilles à nageoires longues. Les civelles sont anesthésiées avec de l'essence de girofle, afin qu'elles soient inertes, mais toujours vivantes et souples. On mesure chaque civelle en l'étendant sur un quadrillage gradué, sous un microscope à dissection. On photographie la pigmentation du corps, ce paramètre intervenant dans l'identification de l'espèce. On détermine le stade de développement de la civelle sur la base de caractéristiques morphologiques initialement décrites par Bertin (1956)⁷. On n'utilise plus de nos jours la technique traditionnelle de décompte des vertèbres à des fins d'identification étant donné que certains individus d'espèces différentes présentent le même nombre de vertèbres. Désormais, on conserve chaque civelle dans de l'éthanol à haut degré avant de la soumettre à une analyse génétique pour confirmer son espèce. Tant qu'elles sont encore fraîches, les civelles sont pesées sur une balance de précision après avoir été minutieusement épongées pour en retirer l'excès d'eau. Le poids est associé à la longueur pour calculer un indice de condition (« taux de graisse »). Une fois la civelle placée dans l'éthanol, on en extrait un otolithe que l'on monte sur une lame pour compter le nombre d'anneaux de croissance quotidiens. Cette technique permet de déterminer l'âge de chaque civelle à son arrivée à terre. Grâce à la modélisation des courants océaniques, cet âge et le lieu de la capture de la civelle permettent d'obtenir une estimation approximative du secteur de l'océan où elle a vu le jour.

66. Selon l'étude morphologique des civelles prélevées par M. Hewavitarane, il a dans un premier temps semblé qu'il existait six espèces d'anguilles d'eau douce aux Fidji. Cette conclusion s'appuyait sur la prise en compte de la pigmentation et du rapport entre la longueur de la nageoire anale et celle de la nageoire dorsale, après observation de plusieurs spécimens. Toutefois, la seule morphologie ne permet pas toujours de déterminer avec certitude l'espèce d'une civelle, de sorte qu'une confirmation par analyse génétique est obligatoire. Or, les données génétiques montrent que la totalité des spécimens prélevés (y compris les spécimens « aberrants ») appartient à trois espèces, à savoir *A. marmorata*, *A. obscura* et *A. megastoma*, certains spécimens d'une même espèce affichant d'importantes variations morphologiques.

67. Le recrutement des civelles aux Fidji est caractérisé par un niveau régulier de « recrutement au goutte à goutte » tout au long de l'année, associé à des pics saisonniers marqués, qui ne coïncident pas pour les trois principales espèces des Fidji. *A. marmorata* (la plus commune des anguilles des Fidji) connaît deux grandes saisons de recrutement : septembre/octobre et avril.

⁷ D'après Bertin L. 1956. Eels — a biological study. Cleaver-Hume Press, London. Cité dans Fukuda 2010. Voir le lien suivant : <http://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/dspace/handle/2261/49079>.

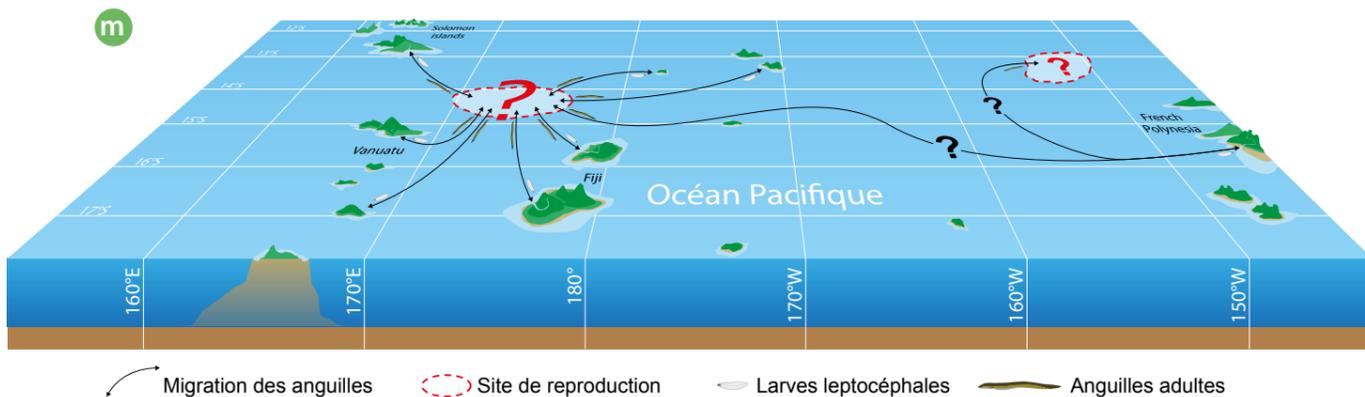
k Prélèvement d'anguilles jaunes adultes dans la rivière Wailoku près de Suva (Fidji), aux fins d'analyse démographique. (Photo: T. Pickering)



l Méthode de capture des civelles aux Fidji, à marée haute avec une lampe torche et une époussette, au niveau d'un pont-route. (Photo: C. Hewavitarane)



m Les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud effectuent de longues migrations pour se reproduire en pleine mer sur des sites bien précis, dont on ignore à ce jour l'emplacement exact. Les larves migrent ensuite en sens inverse pour regagner les îles. (Illustration: B. Colas)



A. obscura (espèce la plus facilement commercialisable en Asie) apparaît principalement de février à avril, tandis que le recrutement de *A. megastoma* (la plus rare des trois espèces fidjiennes) intervient entre octobre et décembre.

68. Les prises de civelles réalisées pendant une année en 2015-2016 étaient constituées à 57 % de *A. obscura*, à 40 % de *A. marmorata*, les 3 % restants appartenant à l'espèce *A. megastoma*.
69. Pourquoi le recrutement des trois espèces fidjiennes se produit-il à des périodes différentes ? À quoi ce phénomène est-il lié ? Une analyse statistique préliminaire indique que les paramètres environnementaux présentant les corrélations les plus fortes avec les niveaux de recrutement sont la température de l'eau et les précipitations. Le recrutement des civelles est observé dès que la saison des pluies débute, à la fin de la saison sèche. Les différences constatées entre les périodes de recrutement respectives des trois espèces peuvent s'expliquer par le fait que ce phénomène se déclenche à un niveau de température de l'eau différent chez chacune d'entre elles.
70. Un participant fait observer qu'en Polynésie française, la plupart des civelles capturées appartiennent à l'espèce *A. marmorata*. On trouve quelques spécimens de *A. obscura* et pratiquement aucune *A. megastoma*.
71. Interrogé sur la nature des menaces pesant sur *A. japonica*, M. Hewavitarane met en avant la surpêche des civelles et les obstacles à la migration (même si la situation s'améliore à cet égard au Japon).
72. Un participant demande quels sont les éléments déclencheurs des pics de recrutement si marqués mentionnés au cours de l'exposé et quel facteur est susceptible de jouer le rôle le plus important à cet égard. M. Hewavitarane explique qu'il a commencé par comparer les paramètres environnementaux de chaque mois avec ceux d'autres mois, sans que n'apparaisse aucune différence. En revanche, lorsqu'il a regroupé les données environnementales par saison et comparé les hautes saisons avec les basses saisons, la température est apparue comme le principal facteur associé au recrutement, les précipitations arrivant en deuxième position. Le recrutement intervient au cours des mois les plus arrosés et l'heure du coucher du soleil n'affecte qu'une seule espèce. Par ailleurs, la cause du recrutement « au goutte à goutte » entre les pics est inconnue.
73. Quand un participant lui demande si les épisodes El Niño influencent le recrutement des anguilles, M. Hewavitarane lui répond que c'est possible. Dans ce cas, l'année 2015-2016 au cours de laquelle ont été réalisés les prélèvements aux Fidji correspond au pire scénario envisageable pour le recrutement des anguilles, étant donné que les 12 derniers mois ont été marqués par un fort épisode El Niño, qui prend seulement fin actuellement. Aux Fidji, les précipitations diminuent toujours au cours de ces périodes.
74. M. Hewavitarane explique que les données qu'il a présentées correspondent à un seul cours d'eau. Il est possible que l'on obtienne des résultats et des pourcentages différents dans d'autres rivières. La partie occidentale du territoire des Fidji est sèche alors que l'Est est humide. Le marquage des anguilles argentées doit constituer la nouvelle priorité en termes de recherche.

Évolution du cycle saisonnier des anguilles

75. Katsumi Tsukamoto, de l'Université Nihon du Japon, fait un exposé intitulé : « Évolution du cycle saisonnier des anguilles : des tropiques aux zones tempérées ». Il indique que les anguilles du Pacifique Sud font partie du groupe des « anguilles tropicales » et que les anguilles ont leur origine au fond des mers tropicales et sont de proches parentes des anguilles abyssales qui vivent dans les grandes profondeurs des fosses océaniques. Ces dernières sont le résultat de l'évolution d'anguilles marines ayant quitté les eaux peu profondes pour la haute mer. Certaines de leurs larves planctoniques ont ensuite été transportées vers les eaux côtières et ont envahi les rivières avant de se transformer en anguilles catadromes, qui vivent à l'intérieur des terres, mais se reproduisent en haute mer.

Cette histoire de l'évolution des anguilles d'eau douce explique les longues migrations qu'elles effectuent depuis la haute mer vers les terres, avant de parcourir plus tard le chemin en sens inverse.

76. M. Katsumoto indique que la grande question qui se pose aux scientifiques s'intéressant aux anguilles est la suivante : « Où se reproduisent-elles ? ». Pour les anguilles tropicales du Pacifique Sud, c'est encore un mystère. Johannes Schmidt est le « père » de la recherche sur l'anguille : dans les années 1930, il a prouvé l'existence d'un lien entre les anguilles adultes d'Europe et les larves leptocéphales pêchées dans la mer des Sargasses dans l'Atlantique Nord-Ouest, à proximité de l'Amérique du Nord. Plus son navire de recherche se rapprochait de l'Europe et s'éloignait de l'Amérique du Nord, plus la taille et l'âge des spécimens de leptocéphales capturés dans son filet à plancton augmentaient.
77. Dans les années 1990, des scientifiques japonais ont reproduit cette expérience pour *Anguilla japonica*, l'anguille du Japon. En partant à la recherche des leptocéphales les plus petits et les plus jeunes, ils sont parvenus à une estimation de l'emplacement de l'aire de reproduction de l'anguille du Japon, à l'ouest de Guam. L'importance de cette découverte leur a valu la une de la revue *Nature*⁸. En procédant ultérieurement à des recherches dans cette même zone, ils ont été en mesure de recueillir des spécimens d'anguilles adultes ainsi que des œufs d'anguilles fertilisés dans des prélèvements de plancton.
78. Les deux phases les plus importantes de la vie d'un animal sont la croissance et la reproduction. Pour les animaux dont la croissance s'effectue dans un habitat différent de celui où ils se reproduisent, la « migration » correspond au passage d'un habitat à l'autre. On parle de « circuit migratoire » connectant l'habitat A à l'habitat B. Chaque espèce d'anguille a un circuit qui lui est spécifique. Chaque population de cette espèce a également son propre circuit migratoire.
79. L'habitat de croissance des anguilles est très vaste, pour respecter la capacité de charge de l'environnement et éviter la concurrence au sein de l'espèce. En revanche, l'habitat où elles se reproduisent est d'un périmètre très limité, afin qu'elles soient en mesure de trouver facilement un partenaire.
80. On sait que certains saumons sont des « résidents permanents des rivières » et ne partent jamais vers la mer, le long des voies de migration habituelles. Il a donc été avancé que chez les anguilles également, il devait y avoir des « résidentes permanentes de la mer » qui choisissent de ne jamais migrer vers l'intérieur des terres, mais de rester dans les eaux côtières. On a effectivement trouvé des anguilles de ce type, que l'on désigne sous l'appellation d'« anguilles de mer ».
81. La biogéographie et la spéciation des anguilles d'aujourd'hui peuvent s'expliquer par l'hypothèse de l'océan Téthys, qui découle de la construction de l'arbre phylogénétique moléculaire de toutes les anguilles de la planète. Les anguilles sont apparues près de Bornéo il y a 100 millions d'années, au cours du Crétacé. La dérive des continents a créé des ouvertures dans le paléo-océan Téthys, ce qui a permis aux anguilles de rayonner depuis l'Asie du Sud-Est vers l'Europe, l'Amérique du Nord et le Pacifique Sud, mais pas vers l'Amérique du Sud ni la côte occidentale de l'Afrique. L'étude des anguilles tropicales du Pacifique Sud peut donc permettre de mieux comprendre l'évolution des anguilles de manière générale.
82. Les habitats de reproduction des anguilles ont un périmètre limité et sont peu évolutifs. Les anguilles ne peuvent déplacer leurs zones de frai dans les tropiques. La réussite de leur reproduction et de leur migration dépend de l'immuabilité des sites de reproduction. Ces zones doivent donc être protégées.
83. La grande variété des habitats de croissance des anguilles signifie que leurs circuits de migration sont également très étendus.
84. À ce jour, on ne connaît que trois zones de frai des anguilles. *Anguilla anguilla* et *A. rostrata* se reproduisent dans la mer des Sargasses dans l'océan Atlantique. *A. japonica* fraie dans la zone des monts sous-marins situés au bord de la fosse des Mariannes. *A. celebesensis* et *A. borneensis* se reproduisent dans les eaux relativement peu profondes de la mer de Célèbes et de la baie de Tominy, près de Bornéo.
85. Le cycle saisonnier du frai de l'anguille peut être déduit de l'examen des anneaux de croissance annuels et quotidiens présents sur son otolithe. Ces anneaux permettent de calculer la date d'éclosion

de l'anguille, à partir de la date de sa capture. Les données otolithométriques nous apprennent que la saison du frai de l'anguille du Japon correspond à l'été de l'hémisphère nord. Les civelles japonaises gagnent la terre en hiver après six mois de dérive en pleine mer. Les anguilles argentées quittent le Japon en hiver pour entamer une migration de six mois qui les mène vers leur zone de frai à proximité de Guam. Les données relatives à l'âge des leptocéphales, obtenues à partir de l'examen de leurs otolithes, montrent que l'essentiel de la ponte a lieu de mai à juillet. On constate toutefois que les leptocéphales capturés au cours de cette période de trois mois appartiennent à trois groupes d'âge différents, qui correspondent à des dates d'éclosion situées aux alentours des trois phases de nouvelle lune ayant lieu entre mai et juillet. En d'autres termes, la reproduction est associée aux cycles lunaires. Chaque année, au cours d'une période de trois mois, les anguilles adultes pondent de manière synchronisée pendant les phases de nouvelle lune.

86. H.K. Sugeha⁹ a décrit la reproduction de l'anguille d'Indonésie, qui obéit également clairement à un cycle lunaire et est influencée par l'obscurité. Le recrutement des civelles a lieu pratiquement tout au long de l'année en Indonésie, même s'il est marqué par des pics saisonniers. Le recrutement et la ponte des anguilles tropicales semblent présenter davantage de flexibilité que ceux des espèces tempérées.
87. Les anguilles argentées du Japon deviennent aptes à se reproduire au cours des mois d'octobre à décembre, dans la phase initiale de maturation de leurs gonades, phénomène qui présente un caractère saisonnier manifeste. Les anguilles entament leur migration à un stade très immature (indice gonadosomatique [IGS] inférieur à 4 environ) et parcourent au moins 2 000 km. À la maturité sexuelle, la moitié du poids corporel de la femelle est composée d'œufs ! La phase lunaire et la tension du vent sont les éléments environnementaux déclencheurs de la migration. Il faut environ six mois (mais parfois moins) à une anguille argentée pour atteindre la zone de frai à partir du Japon. Quant aux leptocéphales, ils mettent six mois pour parcourir la distance les séparant de leur habitat de croissance en Asie orientale. C'est un programme de voyage serré et très strict : il faut en effet que les mâles et les femelles parviennent à se rencontrer dans les eaux sombres de l'immense océan.
88. La durée de l'avalaison des anguilles tropicales est plus longue que celle des autres espèces. On dispose en outre de moins d'informations scientifiques sur le cycle de reproduction, le recrutement des civelles et la migration des anguilles adultes tropicales.
89. Il existe deux éléments clés fondamentaux intervenant dans la longue migration des anguilles : i) la capacité de dispersion à grande distance des leptocéphales, et ii) la persistance et la permanence des sites de frai. La reproduction des anguilles a lieu sur des sites au périmètre minuscule et spécifiques à chaque espèce. Comment les anguilles trouvent-elles ce site dans l'immensité de l'océan ? Est-ce à l'odeur ? Suivent-elles un courant ou un tourbillon particuliers ?
90. Il est indispensable de comprendre la signification de cette longue migration pour prendre la mesure de la gestion des stocks d'anguilles et de la disponibilité des civelles pour l'aquaculture.
91. Le dernier grand objectif de la recherche est de comprendre le calendrier de reproduction des anguilles adultes (l'« argenture »). Les anguilles argentées présentent une activité plus intense et une « agitation » migratoire supérieure à celles des anguilles jaunes, chez qui l'hormone mâle 11-KT (ketotestostérone) est l'élément déclencheur de l'argenture. Une baisse de la température de l'eau de 25°C à 15°C entraîne une élévation de l'hormone 11-KT. En implantant une marque de type pop-up sur une anguille argentée, il est possible de suivre sa migration par satellite. Toutefois le prix élevé de ces marques et le fort pourcentage de perte après implantation, ainsi que les dépenses énergétiques importantes qu'impose à l'anguille le transport de ce poids supplémentaire, expliquent que cette méthode n'a que rarement donné des résultats concluants.
92. Au Japon, la reproduction et l'élevage des anguilles sont désormais possibles en captivité. Toutefois, la qualité des œufs obtenus est médiocre. Il faut encore apporter des améliorations au régime alimentaire des larves ainsi qu'aux systèmes d'élevage. Des injections répétées d'hormones sont nécessaires pour déclencher la maturation et la ponte, ce qui explique la médiocre qualité des œufs. Le coût de chaque civelle est trop élevé pour que l'élevage en éclosérie soit une option viable sur le plan commercial. L'élevage des anguilles reste tributaire de la culture de civelles capturées dans la nature. Or, toutes les ressources en civelles de l'hémisphère nord sont en voie de diminution.

⁸ Tsukamoto K. 1992. Discovery of the spawning area for the Japanese eel. *Nature* 356:789-791.

⁹ Sugeha H.Y., Arai T., Miller M.J., Limbong D., Tsukamoto K. 2001. Inshore migration of the tropical eels, *Anguilla* spp., recruiting to the Poigar River estuary on Sulawesi Island. *Marine Ecology Progress Series* 221:233-243.

n Mouillage d'un filet de type IKMT à partir du pont de chalutage du navire océanographique Hakuho Maru de l'Université de Tokyo. (Photo: M Kuroki)



o Capture d'un juvénile de *A. marmorata* au moyen d'une époussette après l'avoir fait sortir de sa cachette avec le dispositif de pêche électrique. (Photo: T. Pickering)



p Pose d'un filet à civelles à l'embouchure de la rivière Opunohu à Moorea, en Polynésie française. (Photo: T. Pickering)



q Plat rempli de larves leptocéphales représentant un mélange des différentes familles d'anguilles, dont des congres et des murènes, capturées en pleine mer entre les Fidji et Vanuatu par les chercheurs embarqués à bord du Hakuho Maru. (Photo: M Miller)



93. La protection des anguilles s'impose, pour des raisons tant naturelles que socioculturelles, et la réalisation d'études scientifiques pluridisciplinaires est le meilleur moyen d'y parvenir. L'Université Nihon est équipée d'un laboratoire sur les anguilles qui envoie une salle de classe itinérante dans les établissements scolaires dans le but de sensibiliser la population japonaise (et en particulier les enfants des écoles) à la recherche sur les anguilles et aux menaces qui pèsent sur elles.

94. À la fin de son exposé, M. Katsumoto répond à un certain nombre de questions :

- *Où vivent les anguilles de mer ? S'agit-il d'une stratégie d'adaptation face à la dégradation de l'habitat continental ? Est-ce que ce phénomène concerne uniquement *A. japonica* ?* Au lieu de migrer vers l'amont, les anguilles de mer restent dans les mers côtières ou dans les estuaires tout au long de leur vie. Elles sont capables de survivre même si les embouchures des cours d'eau sont bloquées. Ce phénomène ne concerne pas uniquement *A. japonica*. On le constate également chez les anguilles tropicales, mais à un degré bien moindre que chez les espèces tempérées. Les eaux côtières des zones tempérées sont plus productives que les eaux tropicales, ceci s'expliquant par les aliments qui y sont disponibles. Dans la zone de prélèvement à Navua (Fidji), on rencontre un spécimen de l'espèce *A. obscura* de grande taille, qui réside en permanence dans l'eau salée.
- *Comment expliquer la multiplicité de sites de frai de l'espèce *A. marmorata* ?* Des populations génétiquement distinctes ont chacune leur propre zone de reproduction.
- *S'agit-il d'une cause ou d'une conséquence ?* Il s'agit du prélude à la spéciation. Il est possible que certaines anguilles se reproduisent un jour sur un autre (nouveau) site.
- *Le changement climatique va-t-il avoir une incidence sur le cycle saisonnier des anguilles et le modifier de façon significative ?* C'est un domaine qui doit faire l'objet de travaux supplémentaires.
- *Comment fixe-t-on une marque pop-up sur une anguille argentée ?* On fixe un harnais à l'anguille lors d'une intervention chirurgicale. Une fois que l'animal s'est remis, on place la marque dans le harnais puis on relâche l'anguille.
- *Où faut-il mieux poser un verveux pour capturer des anguilles argentées ? À la surface de la rivière ou en profondeur ?* À la surface. En raison de leur « agitation migratoire », les anguilles argentées nagent plus fréquemment à la surface que les anguilles jaunes.

Distribution et migration des leptocéphales de l'anguille tropicale dans le Pacifique Sud

95. Mari Kuroki de l'Université de Tokyo (Japon) fait un exposé intitulé « Distribution et migration des leptocéphales de l'anguille tropicale dans le Pacifique Sud ». Les leptocéphales, larves de poisson communes du sous-ordre Elopomorpha, sont des organismes marins uniques en leur genre. Leur morphologie est très différente de celle des autres larves de poisson. On repère facilement leurs corps transparents en forme de feuille dans les prises de plancton. Les caractéristiques morphologiques des leptocéphales varient entre les familles d'anguilliformes. On s'appuie sur un large éventail de paramètres, tels que la forme du corps, les yeux, les dents, le type d'intestin, le nombre de vertèbres, le nombre de myomères musculaires et la pigmentation, pour rattacher les leptocéphales d'anguilliformes à leurs familles respectives (anguilles d'eau douce *Anguillidae*, congres *Congridae*, murènes *Muranidae*, etc.).

96. Les leptocéphales des anguilles d'eau douce ont un corps dont la longueur se situe entre 5 et 80 mm, et possèdent de 100 à 120 vertèbres. Leur morphologie est caractéristique, car ils sont dépourvus de toute pigmentation, à l'exception des jeunes spécimens de petite taille (5 à 10 mm environ), qui présentent une légère coloration sur la queue. Leur intestin est rectiligne et s'étend sur environ 75 % de la longueur du corps. Le nombre de myomères musculaires de la tête au dernier vaisseau sanguin vertical oscille entre 41 et 45. Les larves ont des yeux globuleux et une nageoire caudale ronde.

97. On rencontre deux types de leptocéphales d'anguilles d'eau douce, « à nageoire courte » et « à nageoire longue », reconnaissables au nombre total de leurs vertèbres et à la distance séparant leur nageoire dorsale de leur nageoire anale (comme pour les anguilles adultes de chaque espèce). Toutefois, il est rarement possible de déterminer l'espèce à laquelle appartient un leptocéphale sans avoir recours à la génétique. Cela est tout particulièrement vrai pour les anguilles tropicales étant donné que, si certaines d'entre elles (dont les espèces du Pacifique Sud) présentent des distributions sympatriques, il existe trop de recouvrements entre leurs caractéristiques morphologiques (telles que le nombre total de myomères) pour qu'on puisse distinguer les spécimens des différentes espèces¹⁰.
98. Le recours à la génétique pour l'identification des leptocéphales des 19 espèces/sous-espèces d'anguilles d'eau douce est très utile, car ils se ressemblent beaucoup. L'étude génétique de leptocéphales capturés en pleine mer a révélé l'existence de nouvelles espèces d'anguilles qui n'auraient pas été reconnues sur la seule base de leur morphologie à l'âge adulte. *Anguilla luzonensis*, récemment découverte dans le nord des Philippines, en est un exemple. À partir de données génétiques recueillies sur des leptocéphales capturés dans la partie occidentale du Pacifique Nord, on a procédé à une recherche de cette anguille spécifique à l'intérieur des terres. Sa découverte a permis la description d'une nouvelle espèce.
99. La distribution et la migration des leptocéphales d'anguilles dans l'Indopacifique ont été étudiées à partir de 1995 dans le cadre de campagnes de recherche océanographiques. Les captures de leptocéphales de petite taille (environ 10 mm) ont permis de déterminer l'emplacement approximatif de quatre zones de frai des anguilles tropicales *A. marmorata*, *A. celebesensis*, *A. borneensis* et *A. interioris* dans l'archipel indonésien. L'amplitude de la migration de ces anguilles, soit 80 à 300 km ou 1 000 à 2 000 km, suivant la population, est bien inférieure à celle des espèces tempérées, telles que l'anguille du Japon *A. japonica*, l'anguille d'Europe *A. anguilla* et l'anguille d'Amérique *A. rostrata*, qui parcourent des distances de 2 000 à 8 000 km. Les leptocéphales des anguilles tropicales affichent également des taux de croissance bien supérieurs (définis à partir des données otolithométriques) et se métamorphosent en civelles à un plus jeune âge et à une taille plus petite que les espèces tempérées. Plusieurs études ont été réalisées par le navire de recherche japonais *Hakuho Maru* (en 1995, 2000, 2005 et 2013). Toutefois, la collecte des leptocéphales dans les eaux du Pacifique Sud est encore très limitée et ne suffit pas à déterminer les premières phases de leur cycle biologique. Il s'ensuit qu'il est difficile d'évaluer les ressources d'anguilles tropicales exploitables. À l'échelle de la planète, les populations d'anguilles s'amenuisent et certaines espèces font face à un réel risque d'extinction. Il faut d'urgence mettre en place des stratégies et des mesures de protection efficaces.
100. Les principales questions d'ordre biologique auxquelles il faut répondre sont les suivantes : i) Où se trouvent les zones de frai ? ii) Où les anguilles migrent-elles en haute mer ? iii) Les schémas migratoires des anguilles du Pacifique Sud diffèrent-ils de ceux d'autres espèces tempérées et tropicales ? iv) Quelles sont les caractéristiques de la croissance et du recrutement des anguilles dans les habitats d'eau douce du Pacifique Sud ? v) Comment l'anguille a-t-elle évolué ?
101. Les travaux scientifiques nécessaires pour répondre à ces questions permettront également de répondre aux interrogations relatives à l'exploitation durable des anguilles : i) La population est-elle suffisamment nombreuse pour en permettre l'exploitation ? ii) Comment parvenir à l'exploitation durable de la ressource ? iii) Quelle est la stratégie de conservation la mieux adaptée ?
102. À la mi-2016, une campagne d'échantillonnage océanographique sera réalisée afin d'étudier l'écologie de la reproduction et de la migration des anguilles d'eau douce tropicales et tempérées du Pacifique Sud et du Pacifique Nord occidental, et de recueillir des informations sur les zones de frai et la distribution des larves. On étudiera également la dispersion et le transport des œufs et des larves par rapport aux courants océaniques. La campagne de recherche comportera quatre étapes : Japon – Nouvelle-Calédonie (Étape 1 : 11 juillet-1^{er} août), Nouvelle-Calédonie – Samoa américaines (Étape 2 : 4 août-17 août), Samoa américaines – Polynésie française (Étape 3 : 20 août-12 septembre) et Polynésie française – Japon (Étape 4 : 16 septembre-4 octobre).

103. L'objectif principal de cette campagne est de mettre en évidence l'écologie de la reproduction et de la migration, ainsi que le mécanisme de fluctuation démographique des anguilles d'eau douce. Les parcours migratoires de chaque espèce seront déduits de la répartition géographique des leptocéphales, de leur taille (et âge) et des courants océaniques. De plus, la découverte éventuelle de larves pré-leptocéphales très jeunes ou d'œufs pourra contribuer à révéler l'emplacement des sites de reproduction des anguilles du Pacifique Sud.
104. Au titre des objectifs énumérés ci-dessus, des œufs et des larves d'anguille seront collectés au moyen de filets à plancton de type IKMT (chalut pélagique Isaacs-Kidd) ou ORI (Institut de recherche océanographique ; filet à plancton de grande dimension). Les caractéristiques hydrographiques et la structure topographique de la zone d'échantillonnage seront également déterminées au moyen d'un CTD (profileur de conductivité, température et profondeur) équipé d'un échantillonneur d'eau, d'un sondeur acoustique et d'un ADCP (profileur de courant à effet Doppler) pour que les données biologiques puissent être appréhendées en même temps que les caractéristiques océanographiques des sites de frai et des aires de distribution des larves.
105. Plusieurs questions connexes sont posées après l'exposé de Mme Kuroki : *Où prévoit-on de capturer le plus grand nombre de leptocéphales lors de la campagne de recherche menée dans le Pacifique Sud ? Au cours des étapes 2 ou 3 ? Quelles seront les espèces capturées ?* Au cours de l'hiver 1995, on a prélevé 182 leptocéphales dans la zone d'étude de l'étape 2, à des longitudes situées entre 160°E et 175°E. On peut donc s'attendre à y capturer de nouveau un grand nombre de larves. Aucune enquête sur les leptocéphales n'a en revanche jamais été réalisée dans la zone d'étude de l'étape 3 (longitudes de 170°O à 140°O), de sorte qu'il est impossible de prévoir ce qu'il adviendra lors de ce premier essai. Les résultats préliminaires de l'analyse de l'âge des civelles prélevées à Tahiti montrent que l'enquête se déroulera immédiatement après la saison de l'éclosion. On sera donc peut-être en mesure de prélever de petites larves d'anguilles dans ce secteur.
106. On estime qu'il existe au total sept espèces d'anguilles d'eau douce dont les larves leptocéphales peuvent être prélevées dans les eaux du Pacifique Sud : *A. marmorata*, *A. bicolor pacifica*, *A. megastoma*, *A. obscura*, *A. australis*, *A. reinhardii* et *A. dieffenbachii*. Personne n'a jamais encore recueilli aucune larve de *A. dieffenbachii*, l'anguille géante endémique de Nouvelle-Zélande.

Nouvelles données relatives aux anguilles de Polynésie française

107. Pierre Sasal, du CNRS (CRIOBE) de Moorea en Polynésie française, présente un exposé intitulé « Nouvelles données sur les anguilles de Polynésie française ». Le travail réalisé à ce jour en Polynésie française démontre qu'il existe des méthodes assez simples à mettre en œuvre pour étudier les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud. M. Sasal a commencé par mouiller un filet à civelles à l'embouchure de la rivière Opunohu à proximité de son laboratoire, sans obtenir au départ de résultats concluants, puisque ce n'était pas la saison des civelles. La Polynésie française est un territoire relativement isolé qui présente une vaste superficie océanique. Moorea se trouve à 5 000 km de Nouméa et se situe à l'extrême limite de l'aire de répartition géographique des anguilles.
108. Les analyses génétiques semblent indiquer que *A. marmorata* compte environ quatre populations dans le Pacifique, deux d'entre elles se trouvant dans le Pacifique Sud (à l'est et à l'ouest). On constate la présence de deux populations de *A. megastoma* dans le Pacifique Sud. Ces deux espèces, ainsi que *A. obscura*, sont classées dans la catégorie « données insuffisantes » sur la liste rouge de l'UICN^{11,12,13}. On ne dispose que de très rares informations sur la biomasse, la structure des populations, le recrutement et le cycle biologique de ces espèces.

¹⁰ Miller M.J. et Tsukamoto K. 2004. An introduction to leptocephali: biology and identification. Ocean Research Institute, Université de Tokyo, Tokyo, viii+96 pp.

¹¹ Anguille marbrée, *Anguilla marmorata*. Évaluation-Liste rouge des espèces menacées de l'UICN, <http://www.iucnredlist.org/details/166189/0> (en anglais).

¹² Anguille de montagne, *Anguilla megastoma*. Évaluation-Liste rouge des espèces menacées de l'UICN, <http://www.iucnredlist.org/details/196301/0> (en anglais).

¹³ Anguille sombre, *Anguilla obscura*. Évaluation-Liste rouge des espèces menacées de l'UICN, <http://www.iucnredlist.org/details/196301/0> (en anglais).



r Présentation aux participants du dispositif de pêche électrique par Pierre Sasal, Chinthaka Hewavitarane et Lekima Copeland (à gauche, tenant les filets) (Photo: T. Pickering)

s Anguille repérée sous un surplomb le long de la rive. (Photo: T. Pickering)

t Le lendemain, inspection des civelles capturées à l'embouchure de la rivière Opunohu. (Photo: T. Pickering)

109. Dans un premier temps, il est nécessaire de procéder à des prélèvements dans les rivières pour déterminer l'abondance et la structure des populations d'anguilles adultes. Cette opération doit être réalisée périodiquement pour mettre en évidence les évolutions possibles dans le temps. Il existe de nombreux cours d'eau dans le Pacifique Sud et la réalisation de prélèvements est un travail qui demande beaucoup de temps. Il est donc nécessaire de commencer le travail dans un petit nombre de cours d'eau, qui joueront un rôle d'indicateurs.

110. M. Sasal décrit l'utilisation d'un dispositif dispensant des chocs électriques pour prélever des spécimens d'anguilles adultes en rivière. Une fois les animaux capturés de la sorte, on peut déterminer l'espèce à laquelle ils appartiennent, les peser, les mesurer et dénombrer également le nombre d'anguilles capturées sur un tronçon donné du cours d'eau.

111. On peut marquer les anguilles capturées lors de cet exercice au moyen de marques PIT électroniques. Ceci n'est possible que pour les anguilles pesant au moins 15 grammes. On pourra de nouveau capturer ces anguilles lors de futures enquêtes sur le terrain. Les données fournies par les marques récupérées permettent d'estimer la densité de la population (récupération des marques) ainsi que les taux de croissance individuels, et peuvent servir d'indicateurs sur l'état de la ressource.

112. Lors de la troisième séance de travaux pratiques de l'atelier, qui se déroule dans le cours moyen de la rivière Wailoku non loin de Suva, les participants assistent à une démonstration des techniques de prélèvement des anguilles adultes en rivière au moyen d'un dispositif de pêche électrique. Une démonstration de la pose de marques PIT est également réalisée sur les anguilles prélevées. Une fois la petite marque électronique insérée sous la peau de l'anguille au moyen d'un applicateur, on peut la détecter en « scannant » l'anguille au moyen d'un capteur électronique à main, qui ressemble à ceux que l'on utilise dans les supermarchés pour lire le prix d'un article à partir de son code-barres.

113. Par la suite, toute anguille pêchée ou proposée à la vente sur un marché peut être scannée au moyen du capteur pour révéler le numéro de la marque qu'elle contient éventuellement. Les chercheurs peuvent alors consulter leurs registres afin de déterminer la date du marquage, ainsi que la longueur et le poids de l'anguille ce jour-là. Une nouvelle mesure de la longueur et du poids de l'animal permet d'estimer son taux de croissance. On peut en outre utiliser le pourcentage d'anguilles marquées dans les prises totales pour calculer le nombre total et la biomasse des anguilles dans la zone étudiée.

114. L'échantillonnage des civelles constitue la deuxième opération pouvant être réalisée pour estimer leur nombre et le cycle saisonnier du recrutement. M. Sasal explique comment poser des filets à l'embouchure d'une rivière pour capturer les civelles au moment où elles arrivent à terre en provenance de l'océan. Cette technique fait aussi l'objet d'une démonstration lors d'une séance de travaux pratiques. Il est nécessaire de disposer d'une estimation des nouveaux recrutements au sein d'une population adulte pour pouvoir évaluer le stock d'une ressource halieutique. En anguilliculture, la pêche des civelles est acceptable, car la production d'anguilles en éclosion n'est possible à ce jour que pour une seule espèce, *A. japonica*, et qu'elle n'est pas économiquement viable.

115. L'étude des prélèvements de civelles effectués en Polynésie française a débouché sur les conclusions suivantes : i) le niveau actuel d'exploitation des populations d'anguilles en Polynésie française est limité ; ii) l'aire de répartition des anguilles est réduite, ce qui soulève la question d'une possible irrégularité dans le recrutement ; et iii) on trouve un fort pourcentage de *A. obscura* dans les prises réalisées dans les Australes : leur densité est faible, mais leur biomasse est élevée.

116. Les civelles prélevées en Polynésie française sont âgées d'environ 100 jours au moment de leur capture, et c'est en décembre qu'elles arrivent à l'embouchure de la rivière, ce qui signifie qu'elles ont éclos en août. En août 2016, une campagne scientifique est prévue sur le *Hakuho Maru* dans le but de réaliser des traits de plancton dans cette zone de l'océan : les données disponibles montrent que c'est justement au cours de ce mois de l'année que les chances de trouver des leptocéphales sont les plus élevées.

117. Pour bien comprendre les mécanismes de migration et de reproduction des anguilles, il est important d'étudier le phénomène d'argenteure. Or, ce n'est pas un sujet d'étude aisé. En Polynésie française, on constate de manière générale que le recrutement des civelles a lieu au cours de la saison des pluies, tandis que l'argenteure se produit de mai à juillet, et l'éclosion des leptocéphales entre août et novembre.

118. Si l'on aspire à la mise en place d'une anguiculture durable reposant sur la capture des civelles, il faut disposer de ce type de données pour tous les pays du Pacifique Sud.

119. S'agissant de la protection de l'anguille, il est nécessaire de remédier aux menaces existant dans les rivières, telles que la surpêche, la dégradation de l'habitat et les obstacles à la migration.

120. L'exposé de M. Sasal suscite les questions suivantes :

- *Quelles sont les raisons du niveau de recrutement assez bas des civelles en Polynésie française ?* L'Opu-nohu est une petite rivière située au fond d'une baie profonde. Il convient de préciser qu'en 2016, on a observé un important phénomène de recrutement. Les données relatives à l'anguille d'Europe font apparaître d'importantes variations interannuelles dans le recrutement en civelles. Il faut du temps (au moins cinq ans) pour mettre en évidence les cycles de recrutement. Cette période est trop longue pour en confier l'étude à un étudiant en master ou à un doctorant. En revanche c'est une tâche qui semble entrer dans les domaines de compétence du service des pêches, qui a la possibilité de réaliser un suivi à long terme.
- *Avez-vous réalisé des prélèvements de civelles sur d'autres sites en Polynésie française ?*
Non. C'est compliqué.
- *S'agissant du Samoa, serait-il utile d'élaborer un questionnaire et de recueillir des informations de nature générale auprès des pêcheurs d'anguilles ? Procédez-vous aux prélèvements de civelles de nuit ?*
Un questionnaire sur les anguilles est un outil très utile, notamment pour disposer de davantage d'informations sur les anguilles argentées. Toutefois, il faut que le questionnaire soit bien conçu, que les questions soient rédigées avec soin et il faut que les réponses fournies soient analysées avec circonspection. La pêche électrique se déroule pendant la journée. En Polynésie française, le filet à civelles est posé pendant la nuit et laissé sur place pendant 24 heures, à la différence des Fidji où M. Hewavitarane ne prélève les civelles que deux heures durant, et ce, après le coucher du soleil.

Domaines de recherche prioritaires sur les anguilles du Pacifique Sud

121. À la fin de la réunion, un débat est organisé afin de permettre aux participants de parvenir à un consensus sur les besoins prioritaires en matière de recherche sur les anguilles du Pacifique Sud. De tels travaux ont pour but d'accompagner la gestion durable des anguilles par les pouvoirs publics des pays océaniques et répondent à des objectifs de conservation et de valorisation.

La « conservation » englobe ici les valeurs socioculturelles, en plus des valeurs biologiques. Chaque domaine de recherche se voit attribuer un ordre de priorité dans un calendrier de mise en œuvre, la catégorie « priorité immédiate » correspondant aux deux prochaines années et « priorité à moyen terme » aux cinq années à venir.

122. La mise en œuvre de tout plan de recherche est tributaire de la disponibilité d'un financement. Les anguilles du Pacifique Sud suscitent un intérêt croissant de la part des services nationaux des pêches, du secteur privé, des scientifiques internationaux et des universités locales. Le présent rapport indique où et comment il importe de mener des actions de recherche. Il présente également l'état actuel des connaissances en la matière pour toute personne découvrant le sujet. Nous espérons que ces informations inciteront des doctorants à choisir des sujets de thèse en rapport avec l'anguille.

123. L'atelier décrit ici a, tout comme les précédentes éditions, réuni un ensemble d'acteurs que l'on peut désigner sous l'appellation générale de « Groupe anguilles du Pacifique Sud ». Ces personnes vont rester en contact, nouer des relations de coopération, coordonner des activités de recherche, préparer ensemble des demandes de financement et (quand ces fonds seront disponibles) s'attaquer à ces domaines de recherche dans un ordre logique. C'est de cette manière que nous pourrions graduellement élargir nos connaissances au service de la gestion durable du dernier horizon existant sur notre planète pour les anguilles d'eau douce.

Le tableau suivant recense les besoins et les priorités en matière de recherche sur les anguilles du Pacifique Sud.

Secteur	Thème de recherche	Priorité immédiate	Priorité à moyen terme
Conservation et gestion de la ressource	Confirmation, à l'échelon national, des espèces d'anguilles effectivement présentes au stade adulte dans les rivières	X	
	Élaboration d'un questionnaire adapté, et sensible au genre, visant à inventorier les connaissances détenues par les pêcheurs sur les anguilles (saison de l'argenture par exemple), ceci pouvant aider à orienter la recherche scientifique et les mesures de gestion de la ressource	X	
	Estimation de l'évolution dans le temps de la densité et de la biomasse des populations d'anguilles dans un certain nombre de rivières représentatives, dans le cadre d'enquêtes régulières réalisées avec la technique de la pêche électrique		X
	Élaboration d'un manuel relatif aux techniques d'enquête sur les populations d'anguilles pouvant être intégré à toute enquête générale sur les ressources halieutiques		X
	Marquage d'anguilles capturées au cours d'enquêtes réalisées grâce à des dispositifs de pêche électrique aux fins de recapture pour des enquêtes démographiques. Détermination de la structure par âge et description des parasites présents au sein des populations d'anguilles adultes [possible sujet de thèse]		X
	Capture et étude des anguilles argentées sur un site du Pacifique Sud [possible sujet de thèse]		X
	Utilisation d'outils génétiques pour comparer des civelles prélevées sur plusieurs sites en Océanie au cours de la même phase de la nouvelle lune, afin de déterminer si chaque espèce d'anguille du Pacifique Sud est constituée d'une population unique interféconde (panmictique) ou d'au moins deux populations isolées	X	
	Réflexion sur la nécessité de mettre en place une réglementation fondée sur des données scientifiques de la conservation et de la gestion des anguilles d'eau douce au sein des administrations publiques des pays océaniques		
	Élaboration de plans nationaux de gestion de l'anguille d'eau douce (sur le modèle des plans nationaux de gestion de l'holothurie) pour la conservation et la valorisation de la ressource	X	
	Actions de sensibilisation visant à mieux faire connaître les anguilles et à dissiper les idées fausses à leur sujet (elles ne « naissent pas de la boue » par exemple)		
Réalisation d'une étude visant à prévoir les effets possibles du changement climatique ou des catastrophes naturelles sur les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud	X		
Aquaculture	Réalisation d'enquêtes régulières visant à déterminer l'abondance, la répartition géographique et le cycle saisonnier des civelles [action pilotée par les pouvoirs publics et soutenue par le secteur privé]		
	Élaboration de règlements, directives ou codes de bonnes pratiques fondés sur des données scientifiques concernant le prélèvement durable des civelles pour l'aquaculture	X	
	Transfert et adaptation de techniques d'aquaculture et de concepts de systèmes de grossissement adaptés aux paramètres zootechniques des anguilles du Pacifique Sud		X
	Évaluation des différents types d'aliments (produits locaux et importés) pour les anguilles d'élevage, afin de trouver le type d'aliment le moins cher pour l'aquaculture de l'anguille du Pacifique Sud		X
Réalisation d'une étude visant à déterminer les exigences des marchés auxquelles les caractéristiques des espèces d'anguille du Pacifique Sud correspondent le mieux	X		
Valeurs sociologiques et culturelles	Recueil des histoires et des légendes mettant en scène les anguilles, des savoirs traditionnels relatifs à l'utilisation des anguilles, ainsi que des sites importants, tant pour leur valeur propre que comme guides pour la conservation et la gestion de la ressource [possible sujet de master ou de thèse]	X	
	Détermination de la part et de l'importance des anguilles d'eau douce du Pacifique Sud dans la pêche vivrière		X

Annexe 1 : Ordre du jour

u Anguille jaune *A. marmorata* capturée par pêche électrique dans la rivière Wailoku, afin d'être mesurée puis relâchée. (Photo: T. Pickering)



v Anguille argentée, présentant des modifications morphologiques en préparation de sa migration océanique vers son site de reproduction (yeux plus volumineux, nageoires pectorales plus longues et ventre argenté). (Photo: P. Sasal)

w Anguille argentée du Japon amenée artificiellement à maturité en captivité disséquée pour montrer l'espace important occupé dans son corps par les gonades au moment où elle est prête à se reproduire. (Photo: K. Tsukamoto)

x Bacs simulateurs de migration de l'anguille conçus spécialement au Japon pour la reproduction de *A. japonica* en captivité. (Photo: K. Tsukamoto)



Lundi 13 juin 2016

- 9:30-10:00** Enregistrement
- 10:00-10:30** Présentation de la réunion (Ciro Rico, USP, Fidji ; Tim Pickering, CPS, Fidji ; Pierre Sasal, CNRS [CRIOBE], Polynésie française)
- 10:30-11:15** Le cycle biologique de l'anguille : que savons-nous ? (Pierre Sasal, CNRS [CRIOBE] Moorea)
- 11:15-11:45** Tour d'horizon des dimensions culturelles et vivrières de l'anguille pour les populations autochtones des Fidji (Lekima Copeland, Fidji)
- 11:45-12:15** Point de vue du secteur privé sur les anguilles des Fidji (Ah Rum Song, Grace Road Group)
- 12:15-13:30** Déjeuner
- 13:30-14:00** État de la ressource en anguilles d'eau douce aux Fidji : éclairage du ministère fidjien des Pêches et des Forêts sur l'inventaire de la ressource, les données commerciales et les demandes d'information reçues au sujet de sa valorisation (Shalendra Singh, Responsable provincial de l'aquaculture, ministère fidjien des Pêches et Forêts)
- 14:00-14:30** Importance des anguilles au Samoa (Ulusapeti Tiitii, ministère de l'Agriculture et des Pêches du Samoa)
- 15:00-16:00** Débat en plénière

Mardi 14 juin 2016

- 9:00-09:45** Résultats préliminaires d'une année de prélèvements de civelles à l'embouchure d'une rivière des Fidji, 2015-2016 (Chinthaka Hewavitarane, doctorant)
- 9:45-10:15** Pause
- 10:15-11:00** Évolution du cycle saisonnier des anguilles : des tropiques aux zones tempérées (Katsumi Tsukamoto, Université Nihon)
- 11:00-12:15** Première séance de travaux pratiques : Démonstration des méthodes scientifiques de collecte et de traitement des civelles
- 12:15-13:30** Déjeuner
- 13:30-14:15** Distribution et migration des leptocéphales de l'anguille tropicale dans le Pacifique Sud (Mari Kuroki, Université de Tokyo)
- 14:15-15:00** Nouvelles données sur les anguilles de Polynésie française (Pierre Sasal, CNRS [CRIOBE] Moorea)
- 15:00-16:30** Débat en plénière : Domaines de recherche prioritaires sur les anguilles du Pacifique Sud et futurs projets menés en collaboration

Mercredi 15 juin 2016

- 09:00-12:15** Deuxième séance de travaux pratiques : Pose d'un filet à civelles à l'embouchure d'une rivière
- 12:15-13:30** Déjeuner
- 13:00-15:45** Troisième séance de travaux pratiques : Pêche électrique et pose de marques électroniques sur des anguilles juvéniles en rivière aux fins d'études démographiques

Annexe 2 : Liste des participants



Workshop on South Pacific freshwater eels

SUVA, FIJI • 13-15 JUNE 2016

AREKI Francis

Fonds mondial pour la nature (WWF), Suva (Fidji)

BATIBASAGA Aisake

Ministère des Pêches et des Forêts (Fidji)

BATIBASAGA Epi

Ministère des Pêches et des Forêts (Fidji)

COPELAND Lekima, Institut des sciences appliquées, Université du Pacifique Sud (Fidji)

HEWAVITARANE Chinthaka

Université de Kyushu (Japon)

IZUMI Masanami

Agence japonaise de coopération internationale, Suva (Fidji)

KURIDRANI Nanise

Ministère des Pêches et des Forêts (Fidji)

KUROKI Mari

Université de Tokyo (Japon)

SULIANO M.

Ministère des Pêches et des Forêts (Fidji)

PARK Taewook

Riziculteur, Grace Road Group (Fidji)

PICKERING Timothy

Communauté du Pacifique, Suva (Fidji)

QARANIKULA Peniasi

Ministère des Pêches et des Forêts (Fidji)

JOSESE R.

Ministère des Pêches et des Forêts (Fidji)

RICO Ciro, Programme d'études océanographiques, Université du Pacifique Sud (USP) (Fidji)

SAILADA Elenoa

Ministère des Pêches et des Forêts (Fidji)

SASAL Pierre

CNRS (CRIOBE) (Polynésie française)

SAVOU Rusila

Fonds mondial pour la nature (WWF), Suva (Fidji)

SINGH Avinash

Pisciculteur (Fidji)

SINGH Shalendra

Ministère des Pêches et des Forêts (Fidji)

SONG Ah Rum

Riziculteur, Grace Road Group (Fidji)

TAKA Terumasa

Université de Tokyo (Japon)

THOMAS Nunia

Nature Fiji/Mareqeti Viti (Fidji)

TIITII Ulusapeti

Ministère de l'Agriculture et des Pêches (Samoa)

TIOTI Beero

Communauté du Pacifique, Suva (Fidji)

TSUKAMOTO Katsumi

Université Nihon (Japon)

TUPOU Joeli

Pisciculteur, Fidji



Les participants de l'atelier sur les anguilles d'eau douce du Pacifique Sud.

