

Tous les deux mois, Stéphane Jacquet, chercheur et moniteur de plongée, épiluche les journaux scientifiques et nous livre son choix d'un fait récent de la recherche susceptible d'intéresser les plongeurs que nous sommes.

APPEL À CONTRIBUTION

Vous venez de publier un article scientifique et vous voulez nous le faire connaître. Contactez notre collaborateur : stephan.jacquet@thonon.inra.fr



STÉPHAN JACQUET
Responsable de rubrique

Caractériser la réponse des populations et des peuplements face aux principaux forçages d'origine naturelle et anthropique, avec une attention toute particulière sur les espèces proliférantes et/ou invasives, est un sujet d'étude important, notamment dans les écosystèmes littoraux des zones tropicales et subtropicales. Mayalen Zubia est maître de conférences en Écologie marine à l'université de la Polynésie Française et travaille sur l'analyse de la diversité de la flore marine pour améliorer notre compréhension du fonctionnement et de la réponse des écosystèmes. Elle a publié récemment un article sur le problème posé par la prolifération de macroalgues mais aussi sur la valorisation économique de cette ressource, de prime abord indésirable. Contactée, elle a gentiment accepté de nous en résumer les grandes lignes.



MAYALEN ZUBIA

Depuis les années 1980, on assiste en Polynésie française, à la prolifération de deux grandes algues brunes, *Sargassum pacificum* et *Turbinaria ornata*, en particulier dans les lagons des îles hautes où les activités humaines sont les plus importantes. Le constat est alarmant : on est passé d'une structure dominée par les coraux à celle dominée par des macroalgues au sein des écosystèmes coralliens en l'espace d'une vingtaine d'années. Pourquoi ? Parce que, dans un premier temps, ces algues ont su profiter de la mortalité importante des coraux pour occuper l'espace rendu vacant. Puis, la diminution des herbivores (typiquement les poissons-perroquets *Naso unicornis*) liée à la surpêche, mais aussi l'augmentation de la pollution nutritive dans le lagon liée au développement des activités humaines, ont également été des facteurs favorables au développement de ces algues. Et force est de constater aujourd'hui que la progression est importante avec des proliférations observées à Tahiti, Moorea, Raiatea... mais aussi dans certains atolls des Tuamotu. En 1985, *Turbinaria ornata* est apparue dans les Tuamotu Nord (Makatea, Mataiva, Rangiroa) et en 1990, elle a été observée à Moruroa dans les Tuamotu du Sud. Cette espèce est donc devenue invasive et la colonisation de ces nouvelles îles a été assurée par les algues flottantes qui dérivent au gré des courants et assurent ainsi une dispersion efficace sur de longues distances. Au cours de

LES MACROALGUES PROLIFÉRANTES, UNE RESSOURCE POUR LA POLYNÉSIE ?

L'année, après des épisodes de fortes houles mais également lors des faibles houles, de nombreuses algues brunes sont en effet arrachées à leur substrat de fixation et flottent à la surface du lagon grâce à la présence de flotteurs. Ces thalles libres se concentrent alors dans certains endroits du lagon où ils forment ce que l'on appelle des radeaux. Ces radeaux peuvent ainsi occuper de très grandes surfaces dans le lagon. Ils se dispersent ensuite au gré du vent, de la houle et du courant puis sont évacués dans l'océan par les passes et y dérivent au gré des courants jusque dans certains atolls des Tuamotu.

UN RADEAU DE MACROALGUES

Constatant cette expansion préoccupante des macroalgues sur les récifs de Polynésie française, un programme général de recherche sur ces grandes algues brunes a été entrepris depuis les années 1990 par le professeur Claude Payri (IRD, UMR Entropie). L'étude des processus biologiques et de la dynamique des populations a été réalisée dans le cadre de différents travaux de thèse. À l'issue de ces travaux, il est apparu qu'une mesure concrète de lutte contre la propagation de ces algues devait être mise en place, et notamment le ramassage systématique des algues dérivantes à l'intérieur des lagons, ce qui pourrait limiter leur expansion. De plus, les radeaux d'algues dérivantes gênent la circulation des petites embarcations à l'intérieur du lagon et leur prolifération prend une telle ampleur (notamment les échouages) qu'elle devient nuisible aux activités touristiques reflétant une image de pollution auprès des touristes. Ces algues brunes posent donc un double problème écologique et économique. Aussi, leur utilisation à l'échelle industrielle pourrait être un moyen de lutter contre la prolifération locale et réduire l'extension géographique de ces populations qui pourraient devenir de véritables pestes et menacer l'équilibre de l'écosystème corallien.

Depuis des siècles, les algues marines sont utilisées par l'homme, en particulier dans les pays asiatiques, pour l'alimentation, la médecine et l'agriculture du fait de leur richesse en minéraux, en polysaccharides et en composés biologiquement actifs (présents uniquement dans ces végétaux marins). En Polynésie française, l'utilisation des algues est restreinte à l'alimentation humaine et à certains archipels (Marquises et Australes). Seules huit espèces sont consommées, surtout *Caulerpa racemosa* var. *turbinata* (« Rimu »). À l'échelle internationale, les algues se révèlent aujourd'hui une source d'approvisionnement incontournable. Les algues sont exploitées majoritairement dans le secteur de l'agroalimentaire, et essentiellement sur le marché de l'alimentation humaine en Asie. Ce marché est en plein essor dans les pays occidentaux, car les algues représentent un « aliment santé » qui bénéficie d'une image de marque favorable auprès des consommateurs. La valorisation de cette ressource marine s'est également développée dans de nombreux

secteurs en particulier dans le domaine de la nutraceutique, de la cosmétique et de l'agriculture. En Bretagne par exemple, la filière « algues » est maintenant bien développée avec une vingtaine d'entreprises dédiées à la valorisation et à la transformation des algues. Dans le domaine agricole, les algues sont utilisées à la fois comme engrais, fertilisants foliaires ou en nutrition animale. C'est ce secteur de la valorisation agricole qui a intéressé les industriels polynésiens lors du travail de recherche mené par Mayalen Zubia. Depuis des siècles, les paysans des régions côtières ont utilisé les algues échouées sur les rivages pour enrichir leur terre, principalement en Orient, mais également en France, en Irlande, au Royaume Uni et en Norvège. Les algues constituent un amendement de bonne qualité du fait de leur richesse en minéraux, en oligo-éléments, en vitamines, en polysaccharides et de la présence de polyphénols et d'hormones de croissance. Aujourd'hui, de nombreuses compagnies ont développé des engrais à base d'algues, soit pour les sols comme amendements organiques, soit en pulvérisation foliaire comme fertilisants liquides. Les principales algues utilisées sont les grandes algues brunes, et notamment les algues brunes *Sargassum* et *Turbinaria* dans de nombreux pays tropicaux (Bangladesh, Brésil, Égypte,



Un radeau de macroalgues.

© DR

Hawaï, Inde, Indonésie, Corée, Malaisie, Myanmar, Philippines, Sri Lanka, Thaïlande et Vietnam). Des essais agronomiques ont donc été réalisés en Polynésie française en collaboration avec la société Technival qui produit du compost, afin de tester la qualité des algues brunes dérivantes comme amendements organiques. Ces essais agronomiques ont montré que les algues dérivantes représentaient un amendement organique de qualité (augmentation de la taille, de la masse sèche et développement racinaire du maïs). Des études seraient à poursuivre sur d'autres plantes et à plus vaste échelle afin d'optimiser l'utilisation de cet amendement. La principale contrainte de cette

exploitation reste le prix de revient élevé lié essentiellement à la technique de récolte de ces algues. De plus, la concurrence des produits importés dans ce domaine (engrais de Nouvelle-Zélande, des États-Unis...) est très forte sur le territoire. Le développement de ce secteur de valorisation exigerait la production d'engrais à plus fortes valeurs ajoutées, tels que les engrais liquides, en particulier s'ils se révèlent actifs contre certains phytopathogènes. Ces engrais liquides à base d'algues semblent en effet très efficaces dans la lutte biologique du fait des activités antimicrobiennes des algues et des oligosaccharides qui activent la défense naturelle des plantes. Ces al-

gues proliférantes représentent donc une ressource prometteuse pour la Polynésie française et la récolte de ces algues dérivantes permettrait de lutter contre leur extension géographique. ■

L'article ayant inspiré cet article :

Zubia, M., Andréfouët, S., & Payri, C. (2014). Distribution and biomass evaluation of drifting brown algae from Moorea lagoon (French Polynesia) for eco-friendly agricultural use. *Journal of Applied Phycology*, 1-11.

TARA QUELQUES RÉSULTATS D'UN INCROYABLE PÉRIPLÉ

Vous avez tous entendu parler de l'expédition Tara Océans, cette incroyable épopée des temps modernes qui après plus de trois ans de collecte dans les océans de la planète (entre 2009 et 2013) et plusieurs années d'analyse portant sur des milliers d'échantillons (près de 35 000) de plancton, a livré au mois de mai dernier ses premiers résultats dans la prestigieuse revue *Science*. La biodiversité d'un large éventail d'organismes planctoniques marins est proposée dans 5 articles mais aussi leurs interactions, révélant par exemple l'importance du parasitisme, ainsi que la façon dont les organismes agissent sur leur environnement et sont affectés par différentes variables, en particulier la température

Résumer en quelques lignes le gigantisme des travaux réalisés et l'ensemble des résultats proposés est évidemment difficile et partial. Retenons tout de même (grâce au dossier de presse réalisé par le CNRS et sur lequel je m'appuie ici) que ces résultats proposent une cartographie détaillée de la biodiversité planctonique, explorent les interactions entre les micro-organismes observés et s'intéressent à l'impact des conditions environnementales sur cet écosystème microscopique. Pourquoi étudier le plancton ? Peut-être parce que ces êtres microscopiques qui dérivent dans les océans produisent la moitié de notre oxygène, agissent comme un puits de carbone, influencent et sont influencés par le climat et sont à la base des chaînes alimentaires océaniques qui nourrissent les poissons et les mammifères marins ! Ce que Tara aura déjà dévoilé c'est un changement radical de notre



Un voilier qui se consacre à la recherche...

© F. Lattelle / Tara expé.

vision de la diversité biologique et fonctionnelle du plancton mondial avec, entre autres choses :

> L'existence d'une diversité insoupçonnée chez les organismes unicellulaires eucaryotes aussi appelés protistes, une diversité caractérisée par plusieurs dizaines de milliers d'espèces différentes (environ 150 000) appartenant à des groupes peu ou pas connus de parasites, de symbiotes, et de prédateurs en tout genre.

> La découverte de 40 millions de gènes de virus, de procaryotes et de pico-eucaryotes marins, nouveau dans plus de 80 % des cas.

> La preuve que la formation des communautés microbiennes dans la zone baignée de lumière des océans est influencée très largement par la température, suggérant donc fortement que le réchauffement climatique pourrait avoir un fort impact sur ces communautés microbiennes, qui, rappelons-le, sont à la base des chaînes alimentaires marines.

> La confirmation que les virus ont un impact majeur sur le fonctionnement des écosystèmes, modulent la taille des populations microbiennes, agissent sur leur

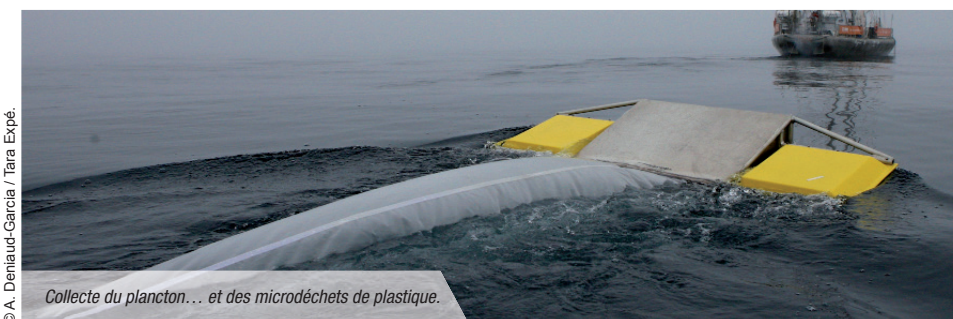
diversité et affectent le métabolisme des micro-organismes ainsi que les flux de gènes. Il a effectivement été trouvé que le rôle des interactions biotiques dans la zone supérieure de l'océan et notamment du parasitisme est très important et semble indiquer que les parasites jouent un rôle majeur et largement sous-estimé dans l'écologie du plancton marin.

La suite promet d'être belle puisqu'entre 2016 et 2018, Tara entreprendra une expédition ciblée sur les récifs coralliens et dont la zone de recherche s'étendra de la Colombie, à l'Indonésie, via la Polynésie, le Japon, la Nouvelle-Calédonie, la Papouasie, Palau, et Taiwan. Et ce avant d'aller vers l'Arctique en 2019. On aimerait en être, non ? ■

Stéphane Jacquet

Tara expéditions en quelques chiffres : 1 140 jours d'expédition, 140 000 kilomètres parcourus, 60 escales, 35 pays visités, 250 personnes de 40 nationalités différentes embarquées (160 scientifiques, 90 marins, artistes ou journalistes), 60 mécènes et partenaires, 200 stations de prélèvements d'échantillons jusqu'à 1 000 mètres de profondeur, 35 000 échantillons de plancton et d'eaux collectés et conditionnés.

Des liens pour en savoir plus : Le site Internet officiel est <http://oceans.taraexpeditions.org/>. De nombreuses images et vidéos de l'expédition Tara Océans sont disponibles sur : <http://cloud.taraexpeditions.org> Identifiant : Taracloud, Mot de passe : bKicbli4Q0tGz8V4YIPH. Vous pouvez également retrouver une série de photos de plancton dans la photothèque du CNRS : <http://bit.ly/1ySmveF>



Collecte du plancton... et des microdéchets de plastique.

© A. Deniaud-García / Tara Expé.