

Sélectionner des coraux est difficile car leur maturation nécessite parfois une décennie. L'adaptation aux changements environnementaux est compliquée pour la même raison. Toutefois les microorganismes et les algues vivant en symbiose avec les coraux se reproduisent vite et influencent énormément leur santé. Nous tentons donc de manipuler ces organismes par sélection artificielle afin d'améliorer la santé des polypes. Ces dernières années, les biologistes ont réalisé à quel point notre microbiote (les microorganismes qui peuplent notre organisme) influence notre santé, pour le meilleur comme pour le pire.

Madeleine van Oppen développe actuellement en laboratoire des souches d'algues et les inocule à des bébés coraux afin de voir si elles leur confèrent une tolérance thermique. Avec Ruth Gates, elle tente aussi de voir si la mise en œuvre de plusieurs de ces techniques – le réglage épigénétique, la sélection artificielle et la manipulation du microbiote – sur un même corail est plus efficace que l'application d'une seule à la fois.

La plupart des techniques que nous utilisons n'en sont qu'à leurs balbutiements. Toutefois, certains éléments suggèrent qu'en les associant, nous aurons plus de succès. Une approche combinée se déroulerait ainsi: nous utiliserions d'abord la reproduction sexuée et l'évolution assistée pour obtenir au sein de populations de coraux une plus grande diversité et des individus plus résistants au stress; ensuite nous passerions à la production en masse en élevage par multiplication asexuée; puis nous transplanterions les individus obtenus sur des récifs.

Tout cela pourra-t-il se produire bientôt? Pas exactement. Certaines techniques, comme

la sélection artificielle sont faciles à mettre en œuvre immédiatement; elles sont aussi peu coûteuses et efficaces. Toutefois, nous avons encore du travail afin d'établir la viabilité et l'adaptabilité à grande échelle des autres techniques, et de mesurer les risques d'entraîner des conséquences écologiques non anticipées. Il est possible, par exemple, que les traits artificiellement sélectionnés conduisent les coraux introduits à surclasser les populations natives au lieu de s'y intégrer, ce qui ruinerait nos efforts pour favoriser la survie des récifs.

BANQUES DE SPERME CORALLIEN

Que l'on utilise une ou plusieurs techniques pour renforcer les coraux, une autre étape est cruciale: il faut conserver des spermatozoïdes, des ovules, des larves et des fragments de coraux entiers au sein de réserves équivalentes aux banques de semences maintenues par les agronomes depuis des décennies pour améliorer le rendement des cultures, la résistance aux maladies et la tolérance à la sécheresse. De telles banques permettent aux chercheurs de se procurer des éléments biologiques essentiels à l'amélioration de la résilience et de la biodiversité.

En s'inspirant des méthodes employées pour la fécondation *in vitro*, Mary Hagedorn de l'Institut de biologie de la conservation de la Smithsonian Institution, à Washington, a mis sur pied la première banque génétique pour espèces de coraux en danger. En 2004, quelques années après la naissance du premier bébé humain issu d'un ovule cryopréservé (préservé dans l'azote liquide), elle a en effet créé le programme de cryoconservation des coraux. Son équipe a mis en place un système de congélation ➤

Le chercheur contrôle des coraux plantés dans une baie non loin du laboratoire de Ruth Gates, à l'Institut de biologie marine de Hawaï, pour déterminer comment l'acidification des océans, un stress lié au changement climatique, les affecte.



COMPRENDRE LA DIVERSITÉ DES RÉCIFS POUR MIEUX LES PROTÉGER

Pour bien protéger un écosystème, il faut en comprendre le fonctionnement. Aujourd'hui, la survie d'une majorité des récifs coralliens est menacée par la surpêche, les maladies, la pollution ou le réchauffement des océans. Certains, toutefois, résistent bien mieux que d'autres aux affres du climat et des stress anthropogéniques. Pourquoi observe-t-on une telle diversité des réponses au stress des communautés coralliennes ?

Dirigé par Stuart Sandin de l'institut Scripps d'océanographie à San Diego en Californie, un groupe de chercheurs dont

je fais partie essaie de répondre à cette question. Nous avons lancé le projet *100 Island Project Challenge* (littéralement le « Défi des 100 îles »). Il vise à mettre en place une expérience grandeur nature pour mieux comprendre les effets combinés des conditions océaniques, du climat et des activités humaines sur la structure et la dynamique des récifs coralliens.

Ainsi, nous sommes en train de recenser les espèces de coraux et de poissons vivant autour de 100 îles sélectionnées pour leurs profils uniques. Nous établissons des modèles en trois dimensions représentant 100 mètres carrés de huit récifs par île. Nous employons pour cela une technique – nommée *Structure from motion* en anglais – permettant de reconstruire un modèle en trois dimensions à partir d'un grand nombre de photographies. Sur les modèles établis par cette technique, la résolution est telle qu'il deviendra possible d'identifier les différents types de coraux et de les mesurer avec précision. Ces mesures seront faites directement au laboratoire par des chercheurs et par des étudiants, via une

interface s'apparentant à de la réalité virtuelle.

Chacun de ces modèles en voie d'étude peut contenir jusqu'à plusieurs milliers de colonies coralliennes. Nous pouvons ainsi étudier la biodiversité marine de chaque île, l'organisation dans l'espace des coraux et suivre avec précision la croissance, le rétrécissement ou la mort d'un million de colonies coralliennes. Finalement, nous pourrions bientôt corréler ces observations avec les conditions régnant dans l'océan, les conditions climatiques et la présence humaine connue. Bien entendu, les colonies seront revisitées plusieurs années de suite afin de suivre leurs évolutions. De telles informations sont cruciales dans le cadre de tout projet de conservation. Savoir à quoi un récif devrait ressembler sous des régimes climatiques donnés est essentiel pour qui souhaite le protéger ou doit le reconstruire. Les récifs coralliens n'ont plus souffert autant qu'aujourd'hui depuis longtemps, mais une chose est sûre : nous n'avons jamais été autant capables de les protéger !

YOAN EYNAUD

Institut Scripps, San Diego, États-Unis

> du sperme corallien applicable à un large éventail d'espèces coralliennes. Pour le moment, elle a stocké 16 espèces provenant du monde entier, soit environ 2% des quelque 800 espèces coralliennes qui existeraient sur Terre d'après les estimations. Les spermatozoïdes décongelés ont des taux de fécondation comparables à ceux des spermatozoïdes frais et les embryons issus de la fécondation *in vitro* se développent en polypes juvéniles en bonne santé.

Mary Hagedorn a distribué ces germoplasmes, ou tissus vivants, dans les banques cryogéniques de divers pays. En théorie, ces banques sont capables de conserver ces tissus pendant des centaines, voire des milliers d'années. Les cellules pourront être décongelées un jour et servir à des projets d'élevage en mer ou en piscine. Les spermatozoïdes congelés serviraient par exemple à féconder des ovules venant de zones hors de leur territoire d'origine, et ainsi à introduire de nouveaux gènes dans un bassin génétique corallien. Les banques servent bien sûr aussi à préserver les espèces récifales susceptibles de décliner ou de disparaître.

Outre le sperme, Mary Hagedorn travaille aussi à cryopréserver des ovules et même des

larves entières. Elle espère y parvenir au cours des deux années à venir, puis elle s'attaquera à la cryoconservation de microfragments coralliens entiers. Son équipe développe aussi des techniques de cryopréservation de testicules de poissons afin d'aider à préserver la diversité des poissons récifaux. Son objectif ultime est de construire un ensemble de banques hautement sécurisées rassemblant les germoplasmes – ovules, spermatozoïdes, embryons... – des coraux et des autres espèces récifales en danger. « Nous n'avons aucune idée de ce que la science sera capable d'accomplir dans un siècle », estime-t-elle.

Ces différentes pistes peuvent surprendre. Nombre d'entre elles doivent encore être mises à l'épreuve, et de nombreuses interrogations subsistent quant à leur applicabilité à grande échelle, à leurs coûts et aux conséquences écologiques de la manipulation des systèmes récifaux. Toutefois, les risques de l'inaction sont connus : de fortes menaces pèsent sur les coraux et les nombreuses espèces qui en dépendent. Bien sûr, le premier défi reste de réduire les activités humaines responsables de ces menaces : les émissions de gaz à effet de serre, la pollution et la surpêche. ■

BIBLIOGRAPHIE

T. P. Hughes et al., **Global warming and recurrent mass bleaching of corals**, *Nature*, vol. 543, pp. 373–377, 2017.

P. J. Edmunds et al., **Persistence and change in community composition of reef corals through present, past, and future climates**, *Plos One*, article e107525, 2014.

Projet de l'Académie des sciences de Californie pour les récifs coralliens : www.calacademy.org/explore-science/hope-for-reefs

Projet des microfragments du laboratoire marin Mote : <https://mote.org/research/program/coral-reef-restoration>