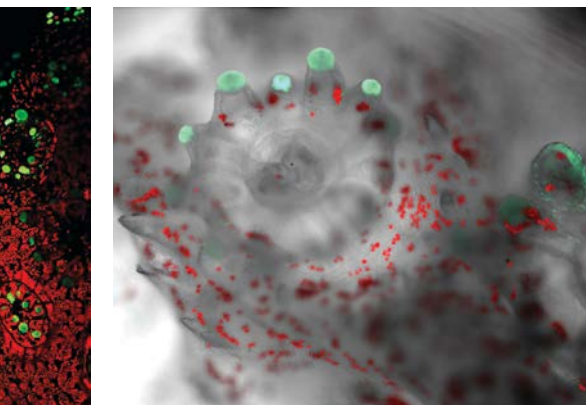




Ces algues (en rouge) nourrissent un corail du genre *Pocillopora* en bonne santé (à gauche). Le réchauffement de l'eau conduit à leur expulsion (au centre) de sorte que le corail adopte la couleur de son exosquelette: il blanchit (à droite). Une fois séparés de leurs algues, les coraux manquent de sucres (les points verts sont des protéines).

artificielle et 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 transplantons les individus obtenus sur des récifs.

Est-ce pour 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.

BANQUE 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 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.

UN RÉCIF AU CONGÉLATEUR

Outre le sperme, Mary Hagedorn travaille aussi à cryopréserver des ovules et même des larves entières. Elle espère y parvenir au cours des 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 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>

L'ESSENTIEL

● La haute mer, au-delà des limites des eaux territoriales, est l'objet de nombreuses convoitises.

● Elle est, en outre, soumise à de nombreux stress et la biodiversité, notamment planctonique, qu'elle abrite est particulièrement menacée.

● Il importe de l'étudier en détail pour comprendre les mécanismes des services écosystémiques qu'elle rend, la séquestration du carbone par exemple.

● La fondation Tara Océan est partie prenante de cette exploration scientifique et des pourparlers sur la protection de la haute mer.

L'AUTEUR



ROMAIN TROUBLÉ
directeur général
de la fondation
Tara Océan

La haute mer, terre de découvertes

L'exploration scientifique de la haute mer est indispensable à une meilleure connaissance de la biodiversité océanique et de sa dynamique. C'est un enjeu écologique planétaire ! Les discussions en cours pour sa protection doivent en tenir compte.



L'

océan, le «Grand Bleu» produit environ 50% de l'oxygène que nous respirons. Il absorbe près de 25% du carbone présent dans l'atmosphère et joue un rôle majeur pour l'alimentation de la population mondiale. Il est aussi un régulateur essentiel de la température globale : il absorbe et redistribue la chaleur grâce à ses courants. Ces formidables «services» rendus par l'océan dépendent de sa bonne santé.

Or depuis plusieurs années, et de façon croissante, les études et rapports scientifiques montrent que l'océan est aujourd'hui soumis à de nombreux stress et que la biodiversité est particulièrement menacée. Les impacts cumulés du changement climatique (réchauffement, acidification, désoxygénation...) associés aux pollutions directes des populations humaines, se révèlent plus importants qu'on ne le croyait.

Les scientifiques parviennent assez bien à prévoir et modéliser l'évolution des processus

physico-chimiques océaniques. Par exemple, plus l'eau de mer est chaude, moins les gaz, dont le CO_2 , s'y dissolvent. Un océan plus chaud absorbera donc moins de gaz carbonique depuis l'atmosphère. La conséquence probable sera donc une accélération du réchauffement due à une diminution de l'efficacité du puits de carbone océanique.

En revanche, prédire l'évolution et l'impact des processus biologiques planctoniques impliqués dans la séquestration du carbone et donc le climat (en plus de la distribution et l'abondance des stocks de poissons et autres fruits de mer) est une tout autre affaire. Il faut d'abord connaître la composition biologique du plancton, comprendre comment les populations s'autoorganisent selon les paramètres physico-chimiques locaux (leur développement dans l'océan est intimement lié à l'évolution climatique), et enfin mesurer comment et à quelle vitesse le plancton pourrait s'adapter aux changements environnementaux. Il s'agit aussi de comprendre quelles espèces jouent un rôle clé dans les grands «services» écosystémiques, et notamment le piégeage et le transfert de carbone vers les couches profondes et les sédiments.

Décrypter le fonctionnement du plancton, cet écosystème continu, quasi invisible, en suspension et mouvement perpétuel, nécessite les méthodes de séquençage et d'imagerie à haut débit mise en œuvre lors de

>