



Stéphane Jacquet  
Responsable de  
rubrique

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

## Quel avenir pour les récifs coralliens ?



L'acidité va-t-elle contribuer à la mort des récifs ?

Subaqua, au travers de cette rubrique et d'autres plaidoyers, s'est déjà fait l'écho des menaces engendrées par l'Homme sur le devenir des habitants de notre milieu liquide préféré. La littérature scientifique abonde ces derniers mois sur les problèmes liés au réchauffement climatique et à l'acidification des océans. Il me semblait important de faire un nouveau point et quelques rappels à ce sujet au travers du devenir possible d'une structure emblématique, le corail. Et c'est Stéphanie Reynaud, chargée de recherches au Centre scientifique de Monaco, et spécialiste des coraux, qui m'a aidé!

Depuis plus de 30 ans, les biologistes ont constaté que les récifs coralliens se dégradent à cause du blanchissement (par perte de leurs algues symbiotiques, les tissus deviennent translucides et laissent apparaître le squelette blanc en lien avec une modification de la flore bactérienne associée), et finissent souvent par mourir de manière partielle ou totale. Comme si cela ne suffisait pas, depuis quelques années, une nouvelle menace a été mise à jour: l'acidification des océans. Alors qu'en 2004, les chercheurs classaient ce problème au 37<sup>e</sup> rang des 40 menaces identifiées mettant en danger l'avenir des récifs, c'est aujourd'hui le facteur du changement climatique qui retient le plus l'attention des chercheurs. Ce phénomène n'est pas nouveau puisque dès 1896, le savant suédois Arrhenius publiait un article mentionnant que l'homme modifie la composition de l'atmosphère en gaz carbonique. Mais il a fallu attendre 1992 pour que les premières études sur le sujet soient publiées.

Rappelons ce qu'est l'acidification des océans. À cause des activités anthropiques la concentration de CO<sub>2</sub> atmosphérique a augmenté de près de 40 % depuis le début de l'ère industrielle. Et ce CO<sub>2</sub> diffuse très facilement dans les océans qui en absorbent un tiers (22 millions de tonnes par jour!). Considéré initialement comme bénéfique pour la planète, car réduisant l'effet de serre, on s'aperçoit depuis quelques années que la dissolution du CO<sub>2</sub> dans les océans provoque leur acidification: l'acidité des océans a ainsi augmenté de 30 % depuis le début de l'ère industrielle. Il faut noter que, malgré le terme "d'acidification", le pH océanique reste basique (c'est-à-dire supérieur à 7). En fait le pH de l'eau de mer a diminué de 8,2 à 8,1 (ce qui correspond à une augmentation de 30 % de l'acidité des eaux!).

Parmi les premières cibles de cette acidification, les organismes sécrétant des coquilles calcaires (huîtres, moules, escargots de mer...) ou des squelettes (coraux) ainsi que

les organismes unicellulaires calcifiés. L'acidification provoque également une plus forte mortalité des juvéniles, plus sensibles que les adultes, et ceci non seulement chez les invertébrés même aussi chez les poissons. Il a récemment été démontré que ce phénomène altère aussi la communication chez les cétaqués.

La majorité des résultats obtenus en laboratoire confirme que l'acidification de l'eau de mer induit une forte inhibition de la calcification des coraux, variables selon les espèces et les conditions, mais pouvant aller de 15 à près de 80 % pour un doublement de la concentration en CO<sub>2</sub> (c'est-à-dire la valeur prédite pour la fin de ce siècle). Des diminutions de croissance de coraux ont également été observées en milieu naturel sur la Grande Barrière de Corail d'Australie: en étudiant 328 colonies du corail massif *Porites*, une équipe de scientifiques



Depuis 20 ans, la croissance diminuerait...

a observé une diminution de leur croissance d'environ 14 % depuis 1990. Les auteurs suggèrent que ce déclin est principalement la conséquence de l'acidification des océans. D'autres missions sur le terrain ont été menées, notamment en 2011. Le Centre scientifique de Monaco (CSM) a participé à une mission en Papouasie Nouvelle-Guinée afin d'étudier la réponse des coraux tropicaux soumis à des sources naturelles de CO<sub>2</sub>. Même si pour le moment les chercheurs n'en sont qu'au stade de l'analyse des données, on peut d'ores et déjà tirer quelques conclusions quant à la distribution des coraux dans ces zones impactées. On a pu remarquer que certaines espèces de coraux résistent très bien à des pH relativement bas (7,8), mais ces espèces sont



Certaines espèces résistent très bien.

très peu nombreuses (2 ou 3), ce qui pose un problème pour la biodiversité des récifs coralliens qui ne ressemble plus du tout à ce que l'on peut connaître aujourd'hui. Lors du dernier séminaire "Coral Crisis" organisé par la Royal Society de Londres, la valeur de 350 ppm de CO<sub>2</sub> a été avancée comme étant une valeur seuil, au-delà de laquelle l'état de santé des récifs ne peut que se dégrader. Malheureusement cette valeur est déjà dépassée à l'heure actuelle. Selon les auteurs de ce rapport, si la concentration de CO<sub>2</sub> atteint 450 ppm, valeur prévue pour les années 2030-2040, l'écosystème corallien sera fortement dégradé, et il disparaîtra pour la valeur de CO<sub>2</sub> de 800 ppm, prévue pour la fin de ce siècle. Plongeurs, plongées, notre vision des choses ne va-t-elle pas drastiquement changer?

Ce phénomène est encore exacerbé par une augmentation de la température des eaux de surface de sorte que les estimations des effets de l'acidification des océans

### ET AUSSI

Comme si cela ne suffisait pas, on sait depuis quelques années que les coraux sont sensibles aux attaques virales. Une étude parue en 2012 (travaux de l'équipe de Vega-Thurber dans l'Orégon) indique que l'abondance du corail a diminué d'environ 80 % dans la mer des Caraïbes au cours des 30 ou 40 dernières années, et ce serait un virus, proche de l'herpès, qui affecterait les colonies d'animaux marins et provoquerait leur diminution. Pas étonnant en fait quand on sait que les coraux sont une des plus anciennes formes de vie animale, remontant à environ 500 millions d'années et que l'herpès est une très ancienne famille de virus, qui peut infecter presque tous les types d'animaux. Quelques autres études ont également révélé que la flore bactérienne associée aux coraux n'est pas la même suivant que ces derniers sont sains ou en phase de blanchiment. Mais la question demeure de savoir s'il s'agit d'une cause ou d'une conséquence.



Il est difficile de prévoir l'évolution sur plusieurs décennies.

sont ainsi sous-évaluées. En effet, selon les spécialistes, la température des océans a augmenté d'environ 0,2 °C par décennie depuis 30 ans. Pour rappel, c'est cette augmentation qui est à l'origine des épisodes de blanchissement.

Mais ne voyons pas que le mal partout! Certaines études récentes apparaissent plus optimistes et montrent que certaines espèces de coraux méditerranéens peuvent continuer à calcifier normalement pendant plus d'un an dans une eau expérimentalement acidifiée (double de la valeur actuelle de CO<sub>2</sub>). Quelle en est la raison? On ne connaît malheureusement pas actuellement quels paramètres cellulaires confèrent la sensibilité ou la tolérance du corail face à l'acidification des océans. Si de nombreuses études évoquent la concentration en carbonate de l'eau de mer, ce paramètre ne peut pas tout expliquer. Autre paramètre inconnu: la capacité d'adaptation des organismes marins dans le temps. La grande majorité des études réalisées à ce jour n'a expérimenté l'effet de l'acidification des eaux marines que sur de courtes périodes, de quelques heures à quelques mois. Qu'en sera-t-il après des décennies? Afin de savoir si les coraux pourront ou non s'adapter à ces changements, il est important de comprendre comment ces derniers réagissent à des variations de pH de l'eau de mer, et en particulier s'ils sont capables de réguler leur pH interne. Pour cela, une technique novatrice vient d'être mise au point au sein du Centre scientifique de Monaco qui allie l'utilisation d'un microscope confocal (qui permet d'obtenir une représentation tridimensionnelle de l'objet) et divers marqueurs fluorescents. En effet, il est impossible par des techniques directes

de connaître le pH au niveau du site de calcification, l'utilisation de cette technique nous le permet maintenant. Il a ainsi été démontré que le pH au site de calcification est plus élevé que celui de l'eau de mer environnante (0,5 unité pH le jour et 0,2 unité pH la nuit), ce qui permet la formation des ions carbonates, et favorise ainsi la formation du squelette corallien. Ce que l'on cherche à voir maintenant c'est si ce pH interne varie lorsque le pH de l'eau de mer varie aussi, et dans quelle gamme. Des résultats préliminaires semblent montrer que l'animal est capable de réguler son pH afin de maintenir une calcification minimale... Mais des études complémentaires doivent être menées avant de pouvoir conclure. Entre les visions pessimistes des uns, prédisant une disparition des récifs coralliens à très court terme, et l'incertitude des chercheurs plus modérés, il est en fait urgent, principe de précaution oblige, de réduire au plus tôt nos émissions de CO<sub>2</sub>, de limiter les dégradations locales (pollution, destruction...) que subissent depuis cinq décennies les récifs coralliens. Mais ne l'a-t-on pas déjà dit, redit et reredit? ■

### Article qui a inspiré cet article

Venn et al. 2011. Live tissue imaging shows reef corals elevate pH under their calcifying tissue relative to seawater. PlosOne 6(5):e20013

### Appel à contribution :

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