



Blanchissement des coraux, un réservoir de biodiversité menacé

Depuis une trentaine d'années, la température moyenne des océans ne cesse d'augmenter, ce qui renforce l'intensité, la durée et l'extension du phénomène de blanchissement des coraux. En 2014-2016, suite à une hausse anormale de la température de l'eau de mer accentuée par un épisode *El Niño* très marqué, on constate un événement de blanchissement d'une intensité et d'une ampleur exceptionnelles qui pourrait s'étendre bien au-delà de l'année 2017. Les modèles climatiques prévoient une hausse de la température de surface des océans de 1 à 3 °C d'ici la fin du XXI^e siècle, menaçant la survie des récifs du monde entier d'ici 2050. Le degré de résilience des récifs reste faible, voire ponctuel et le stress qu'ils subissent est accentué par d'autres facteurs d'origine anthropique (acidification, hausse du niveau des mers, surexploitation, pollutions...). Pour protéger ce patrimoine naturel dont dépendent plus de 500 millions de personnes dans le monde, il apparaît nécessaire, au-delà des actions locales, de prendre des décisions à l'échelle des gouvernements afin de diminuer l'impact des humains sur le climat.

Malgré leur importance écologique et économique, les récifs coralliens sont, de nos jours, affectés par de nombreux facteurs de stress aussi bien à une échelle locale (surexploitation, techniques de pêche destructrices, pression touristique, pollutions marines, développement côtier) que par des facteurs de stress globaux, telles que la hausse de la température de surface des océans ainsi que l'acidification du milieu marin. Les pressions anthropiques et le changement climatique menacent actuellement la plupart des écosystèmes récifaux dans le monde. À terme, ces facteurs de stress peuvent mener à la rupture de l'association formée entre l'hôte corallien et ses symbiotes photosynthétiques, un phénomène que l'on nomme « blanchissement » (*coral bleaching* en anglais) qui s'apparente, comme le nom l'indique, à une décoloration de l'organisme (perte des symbiotes et/ou des pigments photosynthétiques associés) s'échelonnant sur une période de temps plus ou moins longue. Une diminution modérée de la concentration en symbiotes et/ou en photopigments associés résulte

toutefois d'un phénomène saisonnier et naturel, survenant dès que la température de surface de l'eau de mer excède les moyennes maximales saisonnières et ceci sur une courte période de temps qui varie selon les sites observés. Cependant, depuis une trentaine d'années, la température moyenne des océans ne cesse d'augmenter, dû au réchauffement global, renforçant l'intensité et la durée du phénomène que les scientifiques caractérisent alors de « blanchissement », et qui affecte aujourd'hui les zones récifales du monde entier, du Pacifique à l'océan Indien, en passant par les Caraïbes et la mer Rouge.

LE BLANCHISSEMENT : UN PHÉNOMÈNE RÉCURRENT DANS L'HISTOIRE

Le premier épisode de blanchissement corallien semble avoir été reporté par Yonge et Nicholls sur la Grande Barrière de corail en mars 1929 alors



que la température des eaux de surface atteignait 35 °C, mais il faut attendre le début des années 1980 pour constater une augmentation de la fréquence, de l'intensité et de l'extension des épisodes de blanchissement à travers le monde. En cause, une hausse « record » de la température de surface des océans due au réchauffement climatique, combinée au renforcement du phénomène *El Niño*. Deux événements de blanchissement majeurs ont été reportés en 1998 et 2010. L'épisode de 1998 avait concerné 60 pays et nations insulaires à travers l'océan Pacifique, Indien, Atlantique (Caraïbes), le golfe Persique ainsi que la mer Rouge. Les zones couvrant l'océan Indien avaient été particulièrement touchées, avec plus de 70 % de mortalité observées sur un gradient de profondeur pouvant s'échelonner jusqu'à plus de 50 m. Les fortes anomalies de température de surface de l'océan ont entraîné la perte de plus de 16 % des récifs coralliens à travers le monde. L'année 1998 fut ainsi le premier « épisode de blanchissement global » déclaré par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). En 2010, à nouveau, un intense phénomène *El Niño* a déclenché un blanchissement extrême des coraux touchant l'ensemble des récifs de la planète avec, pour certaines régions comme l'Asie du sud-est, des conséquences plus importantes en terme d'extension et de mortalité.

2014-2016: UN ÉVÉNEMENT D'UNE INTENSITÉ ET AMPLIEUR EXCEPTIONNELLES

L'événement de blanchissement actuel, qui s'étend sur les trois bassins océaniques principaux (Pacifique, Atlantique et Indien) résulte de l'effet combiné d'une hausse anormale de la température de l'eau de mer, accentuée par le réchauffement climatique, et d'un phénomène *El Niño* très marqué, décrit comme l'un des plus intenses jamais observé. Cet événement de blanchissement exceptionnel a débuté en juin 2014 dans la zone ouest du Pacifique, aux abords des Îles de Guam et Mariannes puis s'est étendu jusqu'aux côtes hawaïennes. Il s'est par la suite propagé dans le Pacifique sud, affectant les territoires britanniques de l'océan Indien et la zone des Caraïbes, des Florida Keys, englobant Cuba et la République dominicaine, les Îles Marshall.

En octobre 2015, la NOAA a officiellement annoncé qu'un 3^e événement de blanchissement global était en cours dans les trois bassins océaniques principaux et menaçait 95 % des récifs coralliens américains. À l'issue de l'année 2015, 32 % des récifs à travers le monde avaient été exposés à une anomalie de température équivalente à 4 °C, entraînant des mortalités sur plus de 12000 km². Le début de l'année 2016 fut marqué par la propagation du phénomène dans le Pacifique sud et également sur la Grande Barrière de corail et la côte ouest australienne. Durant le mois de mars 2016, la température moyenne de l'eau de mer était supérieure d'1,5 à 2 °C aux valeurs enregistrées entre 1971 et 2000 dans la zone nord de la Grande Barrière, pour la même période de l'année. Les programmes de prospection aériens et sous-marins ont révélé que sur un total de 911 récifs individuels observés sur la Grande Barrière, 93 % avaient été affectés, et particulièrement les 1000 km de côtes longeant la zone nord de Port Douglas, pourtant considérées jusqu'ici comme parfaitement préservées, car à l'écart des activités humaines. « Nous n'avions jamais vu jusqu'à présent un phénomène de blanchissement à cette échelle. Dans le nord de la Grande Barrière de corail, c'est comme si 10 cyclones avaient eu lieu en même temps » a déclaré le professeur Terry Hughes¹, directeur du Centre d'excellence pour la recherche sur les coraux en Australie (AIMS). De larges colonies, d'une centaine d'années, se meurent, montrant le caractère exceptionnel du phénomène. Dans le Pacifique encore, des événements sévères de blanchissement ont été reportés en Nouvelle-Calédonie ainsi qu'aux Îles Fidji et aux Kiribati où le taux de mortalité a atteint 80 % (Eakin, 2016, person comm, 8th of April). L'événement s'étend au fur et à mesure à la zone ouest de l'océan Indien, aux Maldives, au Kenya, aux Seychelles avec des impacts particulièrement importants dans la zone couvrant le Triangle de corail, en Indonésie. De fortes anomalies de température sont également enregistrées au Moyen-Orient: le golfe Persique, le golfe d'Aqaba ainsi que le golfe de Suez sont encore classés en alerte de niveau 2 (associés à des événements de blanchissements et de mortalités significatifs et étendus), alors que le golfe d'Oman et la zone récifale de la mer Rouge rattachée à l'Égypte restent en état d'alerte niveau 1 (associé à des événements de blanchissements et de mortalités

¹ <https://www.coralcoe.org.au/media-releases/only-7-of-the-great-barrier-reef-has-avoided-coral-bleaching>



significatifs). D'autres événements de blanchissements sont attendus durant l'été 2016 au Japon ainsi que dans les Caraïbes. Les chercheurs de la NOAA suggèrent que le blanchissement global observé pourrait s'étendre bien au-delà de l'année 2017.

LE DEVENIR DES RÉCIFS CORALLIENS: ENTRE ESPOIR ET INQUIÉTUDE

En 2015, la température de surface moyenne de l'eau de mer était supérieure de 0,74 °C comparé aux moyennes du xx^e siècle, excédant de 0,11 °C le record de l'année 2014. Les modèles climatiques prévoient une hausse de la température de surface des océans de 1 à 3 °C d'ici la fin du xxi^e siècle. Ainsi, le dépassement du seuil limite de thermotolérance au-dessus duquel les coraux blanchissent, jusque-là exceptionnel et ponctuel, est prévu de devenir annuel ou biennuel et de menacer la survie des récifs du monde entier d'ici 2050. Les conséquences sont alarmantes puisque l'augmentation de la fréquence du blanchissement, comme celle observée dans les Caraïbes (1995, 1998, 2005 puis 2010) par exemple, limite le temps de résilience de l'écosystème et peut entraîner, sur le long terme, de plus forts taux de mortalité.

De récentes études ont toutefois démontré le potentiel d'acclimatation physiologique des coraux aux fortes anomalies de température. Par exemple, certaines espèces coralliennes sont à même de modifier leur population d'algues symbiotiques afin d'optimiser leur résistance au stress thermique ou encore de réguler l'expression de leurs gènes pour renforcer les mécanismes de défenses. Cependant, ce degré de résilience reste faible, voire ponctuel. Il est donc improbable qu'il joue un rôle significatif alors que la température de l'océan ne cesse d'augmenter de manière significative. De plus, la combinaison d'autres facteurs environnementaux tels que l'acidification des océans et la hausse du niveau marin couplés aux menaces locales (la surpêche, la pollution, les dommages physiques, l'érosion des sols, etc.) sont à prendre en considération dans la prédiction du devenir

des récifs coralliens. L'effet synergique de ces facteurs de stress (pollutions marines et surpêche) peut altérer les relations trophiques entre organismes au sein de l'écosystème récifal, en favorisant la croissance excessive d'algues filamenteuses au détriment des coraux, devenant plus susceptibles aux maladies et infections.

LA NÉCESSITÉ D'UNE PRISE DE CONSCIENCE

Ces événements récents inquiètent la communauté scientifique et ont déclenché une prise de conscience sur la nécessité d'agir afin de protéger les récifs coralliens. De nouvelles techniques et de nombreuses ressources ont été mises en place afin de suivre l'extension géographique et l'évolution du blanchissement permettant de mieux comprendre et appréhender la réponse des coraux. Par exemple, l'expédition « Catlin Seaview survey », qui a été lancée en septembre 2012, établit un suivi de l'état des récifs à travers le monde. Dans la même lignée, la France vient, quant à elle, de fêter les 15 ans de l'initiative française pour les récifs coralliens (Ifremer). Ces efforts peuvent aboutir à la mise en place de plans d'action locaux afin de réduire l'empreinte de l'homme sur les écosystèmes récifaux. Mumby & Harborne (2010) ont par exemple démontré l'efficacité des aires marines protégées pour la résilience des récifs dans les Caraïbes. De même, en 2014, la Nouvelle-Calédonie a annoncé la création du Parc naturel de la mer de corail, l'une des plus grandes aires marines protégées au monde (1,3 million de km²). Des solutions d'ingénierie biologique ont même été proposées, suggérant d'utiliser des colonies coralliennes « optimisées » en fonction des nouvelles conditions environnementales dans le but de restaurer les récifs dégradés. Certains scientifiques proposent en effet d'utiliser « l'évolution assistée » pour modifier le seuil de résilience des coraux en réalisant une sélection artificielle en laboratoire, consistant à exposer les coraux à divers stress ou en sélectionnant des souches de symbiotes thermotolérantes.

Le rôle des autorités locales et des organisations non gouvernementales (ONG) est ainsi primordial afin de



préserver ce patrimoine, dont plus de 500 millions de personnes dépendent. Au-delà des actions locales, des décisions à l'échelle des gouvernements ont été prises afin de diminuer l'impact des humains sur le climat. En décembre 2015, un accord international fixant comme objectif une limitation du réchauffement mondial à 1,5 °C - 2 °C d'ici 2100 a été validé par 195 pays (dont la France) participant à la Conférence internationale sur le climat (COP21). Le 3 septembre 2016, la Chine et les USA, les deux plus grandes puissances mondiales et plus gros pollueurs de la planète, ont ratifié cet accord, joignant ainsi l'effort commun. Dans le but de préserver les récifs de notre

planète pour les futures générations, il nous faudra alors proposer des solutions réalistes à travers des programmes fédérateurs, s'adressant à tous: aussi bien aux politiques et entreprises qu'au grand public, aux plus jeunes d'entre nous ainsi qu'aux communautés directement impliquées. Car une protection effective de la biodiversité repose, entre autre, sur l'amélioration des conditions de vie des populations locales, et sur leurs capacités à gérer durablement les ressources des écosystèmes dont elles dépendent².

² Voir en particulier l'action d'ONG telle que Coral Guardian (www.coralguardian.org/association-coral-guardian).

RÉFÉRENCES

- AIMS, 2016 – Western Australian reefs feel the heat from global bleaching event, www.aims.gov.au/docs/media/featured-content.html/-/asset_publisher/Ydk18I5jDwF7/content/western-australian-reefs-feel-the-heat-from-global-bleaching-event.
- AINSWORTH T. D. *et al.*, 2016 – *Climate Change Disables Coral Bleaching Protection on the Great Barrier Reef*. *Science* 352, 338-342 (2016).
- BAHR K. D., JOKIEL P. L. and RODGERS K. S., 2015 – *The 2014 Coral Bleaching And Freshwater Flood Events In Kāne'ohe Bay, Hawai'i*. *PeerJ* 3, e1136.
- BROWN B., 1997 – *Coral Bleaching: Causes and Consequences*. *Coral reefs* 16, S129-S138.
- DONNER S. D., SKIRVING W. J., LITTLE C. M., OPPENHEIMER M. and HOEGH-GULDBERG O., 2005 – *Global Assessment of Coral Bleaching and Required Rates of Adaptation under Climate Change*. *Global Change Biology* 11, 2251-2265.
- EAKIN C. M. *et al.*, 2010 – *Caribbean Corals in Crisis: Record Thermal Stress, Bleaching, and Mortality in 2005*. *PloS one* 5, e13969.
- FABRICIUS K. E., CSÉKE S., HUMPHREY C. and DE'ATH G., 2013 – *Does Trophic Status Enhance or Reduce the Thermal Tolerance of Scleractinian Corals? A Review, Experiment and Conceptual Framework*. *PloS one* 8, e54399 (2013).
- FISCHLIN A. *et al.*, 2007 – *Ecosystems, Their Properties, Goods and Services*.
- FITT W., MCFARLAND F., WARNER M. and CHILCOAT G. – *Seasonal Patterns of Tissue Biomass and Densities of Symbiotic Dinoflagellates in Reef Corals and Relation to Coral Bleaching*. *Limnology and oceanography* 45, 677-685 (2000).
- GLYNN P., 1993 – *Coral Reef Bleaching: Ecological Perspectives*. *Coral reefs* 12, 1-17.
- GLYNN P. W., PEREZ M. and GILCHRIST S. L., 1985 – *Lipid Decline in Stressed Corals and their Crustacean Symbionts*. *The Biological Bulletin* 168, 276-284.
- HERON S. F. *et al.*, 2016 – *Validation of Reef-Scale Thermal Stress Satellite Products for Coral Bleaching Monitoring*. *Remote Sensing* 8, 59.
- HOEGH-GULDBERG O. and RIDGWAY T., 2016 – *Coral Bleaching Hits Great Barrier Reef As Global Temperatures Soar*. *Green Left Weekly*, 10.
- HOEGH-GULDBERG O., 1999 – *Climate Change, Coral Bleaching and the Future of the World's Coral Reefs*. *Marine and freshwater research* 50, 839-866.



- ISRS, 2016 – Reef Encounter, 31.
- JOKIEL P. and COLES S., 1990 – *Response of Hawaiian and Other Indo-Pacific Reef Corals to Elevated Temperature*. Coral reefs 8, 155-162.
- PALUMBI S. R., BARSHIS D. J., TRAYLOR-KNOWLES N. and BAY R. A., 2014 – *Mechanisms of Reef Coral Resistance to Future Climate Change*. Science 344, 895-898.
- MUMBY P. J. and HARBORNE A. R., 2010 – *Marine Reserves Enhance the Recovery of Corals on Caribbean Reefs*. PLoS ONE 5, e8657, doi: 10.1371/journal.pone.0008657.
- NICHOLLS R. J. et al., 2007 – *Coastal Systems and Low-Lying Areas*.
- NOAA, 2015 – *Noaa Declares Third Ever Global Coral Bleaching Event: Bleaching Intensifies in Hawaii, High Ocean Temperatures Threaten Caribbean Corals*. www.noaanews.noaa.gov/stories2015/100815-noaa-declares-third-ever-global-coralbleaching-event.html.
- NOAA, 2015 – *NOAA Coral Reef Watch: 2015 Annual Summaries of Thermal Conditions Related to Coral Bleaching for NCRMP Jurisdictions*.
- NOAA., 2015 – *State of the Climate: Global Analysis for Annual 2015*. National Centers for Environmental Information, www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201513.
- NORMILE D., 2010 – *Restoration or devastation?* Science 327, 1568-1570.
- PALUMBI S. R., BARSHIS D. J., TRAYLOR-KNOWLES N. and BAY R. A., 2014 – *Mechanisms of Reef Coral Resistance to Future Climate Change*. Science 344, 895-898.
- Studies, C.C.A.C.o.E.C.R., 2016 – *Only 7 % of the Great Barrier Reef Has Avoided Coral Bleaching*. www.coralcoe.org.au/media-releases/only-7-of-the-greatbarrier-reef-has-avoided-coral-bleaching.
- VAN OPPEN M. J. H., OLIVER J. K., PUTNAM H. M. and GATES R. D., 2015 – *Building Coral Reef Resilience Through Assisted Evolution*. Proceedings of the National Academy of Sciences 112, 2307-2313, doi: 10.1073/pnas.1422301112.
- VEGA THURBER R. L. et al., 2014 – *Chronic Nutrient Enrichment Increases Prevalence and Severity of Coral Disease and Bleaching*. Global change biology 20, 544-554.
- WAKE B., 2016 – *Snapshot: Snow White Coral*. Nature Climate Change 6, 439-439.
- WILKINSON C. R., SOUTER D. N. and NETWORK G. C. R. M., 2008 – *Status of Caribbean Coral Reefs after Bleaching and Hurricanes in 2005*. Global Coral Reef Monitoring Network.
- YONGE C. M., NICHOLLS A. G. and YONGE M. J., 1931 – *Studies on the Physiology of Corals*. Vol. 1, British Museum.
- ZANEVELD J. R. et al., 2016 – *Overfishing and Nutrient Pollution Interact with Temperature to Disrupt Coral Reefs Down to Microbial Scales*. Nat Commun 7, doi: 10.1038/ncomms11833.