



Depuis 80 ans, nos connaissances
bâtissent de nouveaux mondes

EMBL



cea



SORBONNE
UNIVERSITÉ

Fondation
taraocéan
explorer et partager



PSL

COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL - PARIS – 08 NOVEMBRE 2019

sous embargo jusqu'au 14 novembre - 17h - ETC - Paris

La mission *Tara Oceans* révèle les variations de la biodiversité planctonique et son activité, de l'équateur jusqu'aux pôles

De nouveaux résultats issus de la mission *Tara Oceans*, initiée par la Fondation Tara Océan entre 2009 et 2013, en collaboration avec le CNRS, l'EMBL, le CEA, de Sorbonne Université et de PSL montrent que la diversité et les fonctions des espèces planctoniques dans l'océan mondial changent radicalement, selon la latitude.

Les premiers résultats de l'expédition *Tara Oceans* 2009-2013 avaient déjà fourni à la communauté scientifique une base solide, décrivant la variété de ces organismes planctoniques et leurs interactions, dans les régions tempérées et tropicales. Deux nouvelles études scientifiques — l'une dirigée par Lucie Zinger et Chris Bowler au CNRS et à l'ENS-PSL, et l'autre par Shinichi Sunagawa à l'ETH Zürich — toutes deux menées dans le cadre du consortium scientifique *Tara Oceans*, permettent désormais de franchir une étape supplémentaire en incorporant de nouvelles données issues de la navigation autour du Pôle Nord, réalisée en 2013. Ces jeux de données de séquençage et d'imagerie à l'échelle planétaire ont été développés au Génomus (CEA, France), à la station biologique de Roscoff et à l'observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer (CNRS et université Paris Sorbonne).

Les résultats, publiés ce 14 novembre dans la revue *Cell*, montrent que les espèces planctoniques sont réparties de manière inégale et qu'elles sont susceptibles de s'adapter différemment aux conditions environnementales entre l'équateur et les pôles. Ces résultats pourraient avoir d'importantes implications écologiques, environnementales et économiques si la température des océans devait dépasser un certain seuil.

Avec le tout récent Rapport Spécial du GIEC sur l'Océan et la Cryosphère, ces résultats apportent un éclairage supplémentaire sur les impacts du changement climatique sur la biodiversité marine. Comme le montre Claudet et al. (voir l'article *One Earth* également publié aujourd'hui), la science doit impérativement fournir des bases à la décision politique afin de mettre en oeuvre au plus vite des solutions concrètes et opérationnelles, ainsi que les transformations sociétales nécessaires à un modèle de développement durable applicable localement et mondialement. Ces objectifs doivent être une cible à la COP25 de décembre 2019, et au cours de la prochaine Décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques au service du développement durable.



Découverte du gradient de diversité des espèces planctoniques et de leur activité de l'équateur aux pôles



L'océan est souvent considéré comme le seul écosystème continu de la planète et l'un des fondements de la santé globale de la Terre. La quantité astronomique de virus, de microbes et de petits animaux dérivant avec les courants — collectivement appelés « plancton » — y jouent un rôle fondamental : ils constituent la base de la chaîne alimentaire marine, capturent une part importante du dioxyde de carbone atmosphérique et émettent de l'oxygène par photosynthèse.

Un premier groupe, dirigé par Lucie Zinger, professeure adjointe à l'ENS-PSL, et Chris Bowler, directeur de recherche au CNRS Paris, a analysé les données recueillies dans 189 stations d'échantillonnage, réparties de par le monde, au cours de l'expédition *Tara Oceans*. Leur objectif était d'identifier les moteurs de la diversité des principaux groupes planctoniques afin de cartographier leur distribution à l'échelle mondiale et d'obtenir des informations quant à leurs mécanismes de réponse au changement climatique. Les scientifiques ont combiné les nouvelles données génétiques à celles déjà publiées pour identifier les espèces présentes dans les échantillons et procédé à une analyse d'imagerie de pointe afin d'évaluer quantitativement chaque espèce.

« Nos résultats montrent clairement que la diversité planctonique est plus importante autour de l'équateur et diminue vers les pôles » explique Lucie Zinger. *« L'existence de tels gradients latitudinaux de diversité est bien établie pour la plupart des organismes terrestres et avait été décrite par Alexander von Humboldt il y a déjà 200 ans. Une coïncidence intéressante veut que nous soyons en mesure de prouver sa validité pour la plupart des groupes planctoniques dans l'océan mondial, depuis les virus géants jusqu'aux petits métazoaires, l'année du 250e anniversaire de sa naissance ».*

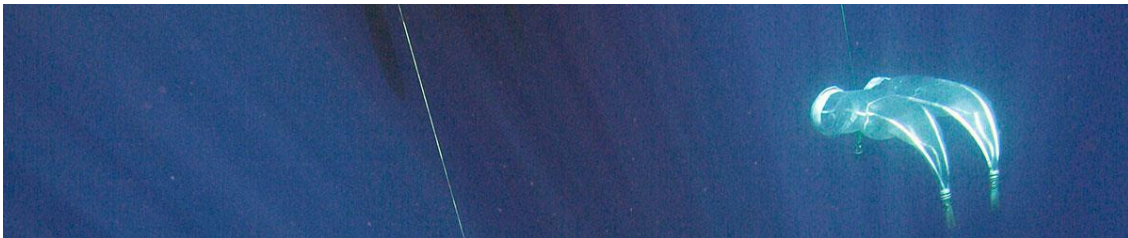
En parallèle, le groupe dirigé par Shinichi Sunagawa, professeur adjoint à l'ETH – Zurich (Suisse) a étudié les importants jeux de données de séquençage d'ADN et d'ARN de *Tara Oceans*, générés par le CEA-Génomscope et rendus publics aujourd'hui, afin d'établir un nouveau catalogue planétaire regroupant 47 millions de gènes microbiens océaniques, qui s'étend désormais jusqu'aux pôles.

L'équipe a utilisé ces données pour analyser l'activité des communautés microbiennes en mesurant les produits de la transcription du génome – appelée metatranscriptome. Autrement dit, ils ont



analysé quels gènes s'expriment activement dans les génomes microbiens en vue de comprendre la capacité des microbes à s'adapter aux changements environnementaux. « Ces analyses nous ont permis d'étudier, non seulement ce que les microbes océaniques sont capables de faire, mais aussi ce qu'ils font à l'échelle mondiale. Nous avons montré que les mécanismes influençant les transcriptomes des communautés de bactéries et d'archées, et par conséquent, leur adaptation à de nouvelles conditions environnementales, sont très différents près de l'équateur et aux pôles, » indique Shinichi Sunagawa.

La température, le paramètre clé de la répartition et de l'activité microbienne dans l'océan



Le gradient de diversité et les fonctions observés chez les espèces bactériennes ne changent pas progressivement à mesure que la latitude augmente. L'activité et la diversité microbienne restent stables entre l'équateur et 40° de latitude (nord ou sud), puis elles changent rapidement, et par étapes, jusqu'à environ 60° de latitude (nord ou sud), où un nouvel état stable commence.

Ces deux limites écologiques (une au nord de l'équateur, l'autre au sud) correspondent à des changements physico-chimiques précis dans les eaux de surface, principalement une baisse significative de la température. La composition et le nombre d'espèces microbiennes, de part et d'autre de cette limite, varient alors considérablement. Les nouvelles cartes de la diversité planctonique créées par Lucie Zinger et son équipe montrent que des limites similaires existent chez toutes les espèces planctoniques, des bactéries jusqu'à la plupart des virus, en passant par les archées, les protistes et le zooplancton. Ici aussi, la température semble être le principal facteur expliquant ces tendances, la disponibilité des ressources venant en seconde position.

Vers une « tropicalisation » des régions océaniques tempérées et polaires

L'influence primordiale de la température sur la répartition des espèces planctoniques soulève des questions évidentes dans le contexte actuel de changement climatique. En se basant sur les modèles les plus récents et les plus précis du GIEC, l'équipe de Lucie Zinger, en collaboration avec Laurent Bopp, directeur de recherche à l'ENS-PSL, a prédit l'évolution possible de cette biodiversité planctonique. Bien que ces prédictions doivent être affinées et validées, elles montrent clairement que des températures océaniques plus élevées sont susceptibles d'engendrer une « tropicalisation



» des régions océaniques tempérées et polaires, avec des températures de l'eau plus élevées et une plus grande diversité d'espèces planctoniques.

Les eaux tempérées et polaires sont actuellement très importantes pour plusieurs raisons environnementales et économiques : elles jouent un rôle crucial dans la capture du carbone atmosphérique et son stockage dans l'océan ; elles sont des zones de pêche très actives, contrôlant d'intenses activités économiques, et une grande partie de ces eaux sont protégées pour fournir un refuge aux espèces en voie de disparition. Les changements les plus importants en matière de diversité prédits par l'équipe de Lucie Zinger devraient se produire au sein de ces zones, modifiant en conséquence les écosystèmes associés et engendrant de graves conséquences à l'échelle mondiale.

Des eaux chaudes aux eaux polaires, quels mécanismes de réponse ?



Aucun modèle actuel ne peut prédire avec précision comment les écosystèmes océaniques s'adapteront au changement climatique. Cependant, la recherche menée par Shinichi Sunagawa et son équipe fournit des indices sur les mécanismes en jeu, au moins en ce qui concerne les bactéries planctoniques et les archées. À l'échelle mondiale, les communautés microbiennes peuvent s'adapter aux changements environnementaux de deux façons différentes : tout d'abord, en adaptant leur métabolisme, et donc leurs profils d'expression génétique, pour exploiter au maximum ces nouvelles conditions ; ensuite, en remplaçant les espèces les moins adaptées par de nouvelles, mieux adaptées.

Les populations microbiennes des **eaux chaudes** — entre 40° N et 40° S — sont plus diversifiées et bénéficient d'un vaste patrimoine génétique, pouvant être activé ou désactivé dans l'éventualité où de nouvelles caractéristiques seraient nécessaires pour s'adapter. Les espèces peuvent ainsi adapter leur métabolisme et continuer à prospérer.

Dans les eaux polaires, en revanche, la variété des espèces et des gènes microbiens est beaucoup plus restreinte et les communautés planctoniques s'adaptent davantage par le biais d'un renouvellement des espèces, plutôt que par une expression génétique différentielle. Cela suggère que la niche écologique de ces espèces est plus restreinte, et que certaines d'entre elles pourraient ne pas être en mesure d'adapter leur métabolisme face au réchauffement océanique. Elles pourraient alors éventuellement disparaître pour être remplacée par de nouvelles espèces provenant d'eaux plus chaudes.



Ainsi, les eaux chaudes et froides apparaissent comme deux écosystèmes distincts avec des mécanismes adaptatifs propres à leurs populations microbiennes. Ce résultat pointe vers des réponses potentiellement très différentes au changement climatique dans différentes régions de nos océans.

Ce qu'il faut retenir

- La diversité des espèces planctoniques varie selon les latitudes
- Les changements futurs prévus en matière de diversité planctonique sont susceptibles d'avoir des impacts biogéochimiques et économiques importants
- Les mécanismes d'adaptation mis en place par les espèces planctoniques pour répondre au changement climatique sont différents dans les eaux chaudes et froides
- Les bactéries planctoniques des eaux polaires sont plus spécifiquement adaptées à leur niche écologique que celles des eaux chaudes. En conséquence, elles sont moins aptes à s'adapter au réchauffement climatique à venir.

Kit Presse

Images et vidéos

Bibliographie

F.M. Ibarbalz et al., *Global trends in marine plankton diversity across kingdoms of life*, *Cell* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.10.008>

G. Salazar et al., *Gene expression changes and community turnover differentially shape the global ocean metatranscriptome*, *Cell* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.10.014>

J. Claudet et al., *A roadmap for using the UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development in support of science, policy and action*, *One Earth* (2019), <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.012>

Contacts presse

Fondation Tara Océan | elodie@fondationtaraocean.org

CNRS | Priscilla Dacher | T+33 1 44 96 46 06 | priscilla.dacher@cnr.fr

