

Observation marine : caractériser des millions d'images de plancton et de neige marine acquises dans la colonne d'eau pour comprendre les cycles des océans

Paris, le 7 juin 2021

Une équipe internationale¹ associant notamment le Laboratoire d'océanographie de Villefranche (LOV, Sorbonne Université/CNRS) et le Laboratoire de Recherche International Takuvik (UL – Canada/CNRS) a développé un instrument et mis au point une méthode pour caractériser individuellement et catégoriser des millions d'images d'organismes planctoniques et de particules de neige marine, « flottant » dans la colonne d'eau. Capturées directement *in situ* lors de la floraison printanière planctonique dans l'océan Arctique, ces images ouvrent de nouvelles perspectives pour comprendre les cycles des océans et mieux appréhender leur rôle dans le cycle global du carbone et la régulation du climat. Les résultats de ces études ont été publiés le 15 janvier dans la revue *Limnology and Oceanography* et le 15 mai dans la *Nature Communications*.

Les écosystèmes pélagiques occupent le plus grand espace de vie de notre planète et participent des grands équilibres biogéochimiques et climatiques. Pour cette raison, l'IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO) a déclaré la période 2020-2030 « décennie des océans » et soutient, en particulier, les efforts d'observation.

L'observation des océans et notamment des organismes marins vivants, dont la plupart sont du plancton est difficile car le milieu marin impose de lourdes contraintes techniques (immensité, pression, corrosion, etc.). Il en va de même pour les particules et agrégats dérivant de l'activité du plancton en surface et coulant vers les profondeurs sous forme de « neige marine », lesquels, de surcroît, sont particulièrement fragiles. Les caméras sous-marines sont un moyen efficace et rapide d'obtenir des informations sur chacun des objets présents dans la colonne d'eau. Durant les 20 dernières années, une équipe du Laboratoire d'Océanographie de Villefranche (Sorbonne Université/CNRS) a développé de telles caméras, maintenant commercialisées dans le monde entier et pour lesquelles l'équipe assure une partie du contrôle qualité et l'hébergement des données. Grâce à ces appareils, des dizaines de millions d'images de plancton mais surtout de neige marine (85% des images), ont pu être enregistrées. Leur tri et leur identification constituent des étapes essentielles pour comprendre la dynamique de la production biologique dans la surface des océans et l'export de cette matière en profondeur, où le carbone sera séquestré sur le long terme.

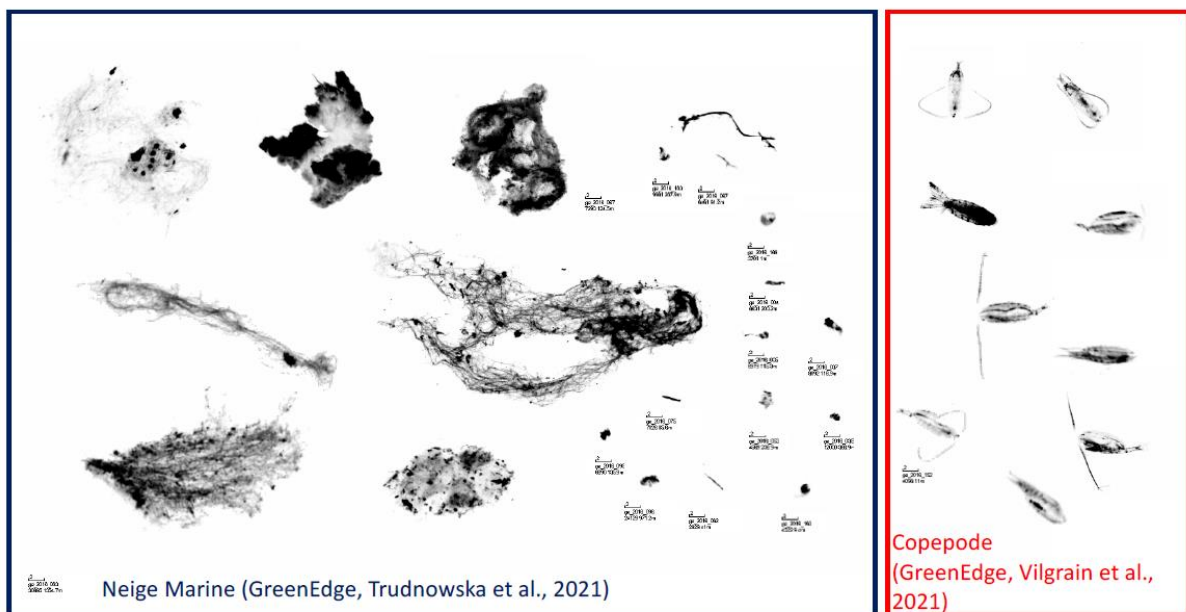
Une nouvelle méthode pour étudier le plancton et la neige marine

Les deux articles complémentaires publiés cette année proposent une nouvelle méthode capable d'une part, de synthétiser rapidement l'aspect visuel de chacune des nombreuses images collectées, permettant ainsi d'accéder aux caractéristiques individuelles des organismes planctoniques, et d'autre part, de catégoriser de façon objective les images de neige marine présentant un continuum d'aspect. Ces images ont été acquises par la caméra développée au LOV (*Underwater Vision Profiler 5*) durant la période de floraison planctonique qui succède à la fonte printanière de la banquise Arctique, en Baie de Baffin (Vilgrain et al

¹ Ont également participé à cette étude : l'Institute of Oceanology (Polish Academy of Sciences), le Department of Earth System Science (Stanford University), et l'Institute for Ecosystem Research (Kiel University).

2021, Trudnowska et al., 2021) et dans le détroit de Fram (Trudnowska et al., 2021), entre 0 et 1000 m de profondeur. Elles ont ensuite été classées dans des groupes biologiques, en associant une prédiction par un réseau neuronal convolutif et une validation par des experts taxonomistes, séparant ainsi les images de différents organismes du plancton de celles de la neige marine.

Les auteurs ont alors utilisé les descripteurs morphologiques mesurés sur chaque objet pour déterminer objectivement les caractéristiques visuelles principales de centaines de milliers d'images de plancton et de millions d'image de neige marine. Ainsi, il a été possible d'associer aux organismes et à la neige marine des informations supplémentaires importantes pour comprendre le fonctionnement de l'écosystème pélagique. La méthode mise au point ouvre des possibilités importantes pour de nombreuses applications en écologie marine, en particulier pour estimer plus précisément les flux verticaux de particules biogènes dans les premiers kilomètres des océans, qui contribuent largement au cycle global du carbone et à la régulation du climat.



Mieux comprendre la dynamique fine des systèmes écologiques

Cette analyse morphologique automatique des images a l'avantage d'être simple mais surtout versatile : elle avait initialement été développée et appliquée pour étudier la structure des communautés de plancton ou quantifier le flux vertical de neige marine révélant alors des gradients écologiques inaccessibles pour les méthodes d'observation traditionnelles. En effet, les données de comptage de chaque espèce et l'abondance de la neige marine, habituellement utilisées en écologie, permettent de s'interroger sur le type d'espèces, la quantité de particules et la raison de leur présence.

Cette nouvelle approche morphologique individuelle appliquée au zooplancton (Vilgrain et al., 2021) permet d'élargir ce questionnement à : sont-ils dans une position active ou au repos ? Sont-ils transparents ou bien nourris et colorés ? Interagissent-ils entre eux ? etc. Appliquée à la neige marine (Trudnowska et al., 2021), l'ajout de l'information morphologique permet de mieux comprendre les sources de neige marine, les processus d'agrégation de la matière et quantifier plus finement leur importance dans la séquestration du carbone. Toutes les questions sont excitantes car elles permettront de mieux comprendre la dynamique fine des systèmes écologiques, observés directement *in situ*.

Dans un futur proche, ce type de caméras contribuera à une observation massive des océans et augmentera encore le flux d'images et d'informations à traiter, afin de répondre à des questions fondamentales sur le fonctionnement des écosystèmes, leur santé et leur évolution. La caractérisation et la catégorisation de ces images sous-marines est encore à perfectionner mais l'exploitation de l'ensemble des informations morphologiques qu'elles contiennent semble aujourd'hui un défi possible à relever et porteur de grandes promesses.

Références:

Trait-based approach using in situ copepod images reveals contrasting ecological patterns across an Arctic ice melt zone, Vilgrain L, Maps F, Picheral M, Babin M, Aubry C, Irisson J-O, Ayata, S-D. 2021. *Limnology and Oceanography*. 66(4):1155-1167.

doi: 10.1002/lno.11672

Marine snow morphology illuminates the evolution of phytoplankton blooms and determines their subsequent vertical export, Trudnowska E, Lacour L, Ardyna M, Rogge A, Irisson J-O, Waite A M, Babin M, Stemmann L. 2021. *Nature communications* 12: 2816–2816.

doi: 10.1038/s41467-021-22994-4

À propos de Sorbonne Université :

Sorbonne Université, née de la fusion des universités Paris-Sorbonne et Pierre et Marie Curie, est une université pluridisciplinaire de recherche intensive de rang mondial. Sorbonne Université couvre tout l'éventail disciplinaire des lettres, de la médecine et des sciences. Ancrée au cœur de Paris, présente en région, elle est engagée pour la réussite de ses étudiants et s'attache à répondre aux enjeux scientifiques du 21^e siècle et à transmettre les connaissances issues de ses laboratoires et de ses équipes de recherche à la société toute entière. Grâce à ses près de 55 000 étudiants, 6 700 enseignants-chercheurs et chercheurs et 4 900 personnels administratifs et techniques qui la font vivre au quotidien, Sorbonne Université se veut diverse, créatrice, innovante et ouverte sur le monde. Avec le Museum National d'Histoire Naturelle, l'Université de Technologie de Compiègne, l'INSEAD, le Pôle Supérieur Paris Boulogne Billancourt et France Education International, elle forme l'Alliance Sorbonne Université. La diversité des membres de l'Alliance Sorbonne Université favorise une approche globale de l'enseignement et de la recherche. Elle promeut l'accès de tous au savoir et développe de nombreux programmes et projets communs en formation initiale, continue et tout au long de la vie dans toutes les disciplines. Sorbonne Université est membre de l'Alliance 4EU+, un nouveau modèle d'université européenne, avec les universités Charles de Prague (République Tchèque), de Heidelberg (Allemagne), de Varsovie (Pologne), de Milan (Italie) et de Copenhague (Danemark). www.sorbonne-universite.fr @ServicePresseSU

À propos du CNRS :

Le Centre national de la recherche scientifique est une institution publique de recherche parmi les plus reconnues et renommées au monde. Depuis plus de 80 ans, il répond à une exigence d'excellence au niveau de ses recrutements et développe des recherches pluri et inter disciplinaires sur tout le territoire, en Europe et à l'international. Orienté vers le bien commun, il contribue au progrès scientifique, économique, social et culturel de la France. Le CNRS, c'est avant tout 32 000 femmes et hommes et 200 métiers. Ses 1000 laboratoires, pour la plupart communs avec des universités, des écoles et d'autres organismes de recherche, représentent plus de 120 000 personnes ; ils font progresser les connaissances en explorant le vivant, la matière, l'Univers et le fonctionnement des sociétés humaines. Le lien étroit qu'il tisse entre ses activités de recherche et leur transfert vers la société fait de lui aujourd'hui un acteur clé de l'innovation. Le partenariat avec les entreprises est le socle de sa politique de valorisation. Il se décline notamment via plus de 150 structures communes avec des acteurs industriels et par la création d'une centaine de start-up chaque année, témoignant du potentiel économique de ses travaux de recherche. Le CNRS rend accessible les travaux et les données de la recherche ; ce partage du savoir vise différents publics : communautés scientifiques, médias, décideurs, acteurs économiques et grand public.

Pour plus d'information : www.cnrs.fr

Contacts presse

Marion Valzy 01 44 27 37 13 - 06 14 02 20 51
marion.valzy@sorbonne-universite.fr

Claire de Thoisy-Méchin 01 44 27 23 34 - 06 74 03 40 19
claire.de_thoisy-mechin@sorbonne-universite.fr

Contact chercheur

Lars Stemmann, professeur à Sorbonne Université et chercheur au Laboratoire d'Océanographie de Villefranche. lars.stemmann@imev-mer.fr