

Agrégation et collisions au sein des chutes de "neige sous-marine"

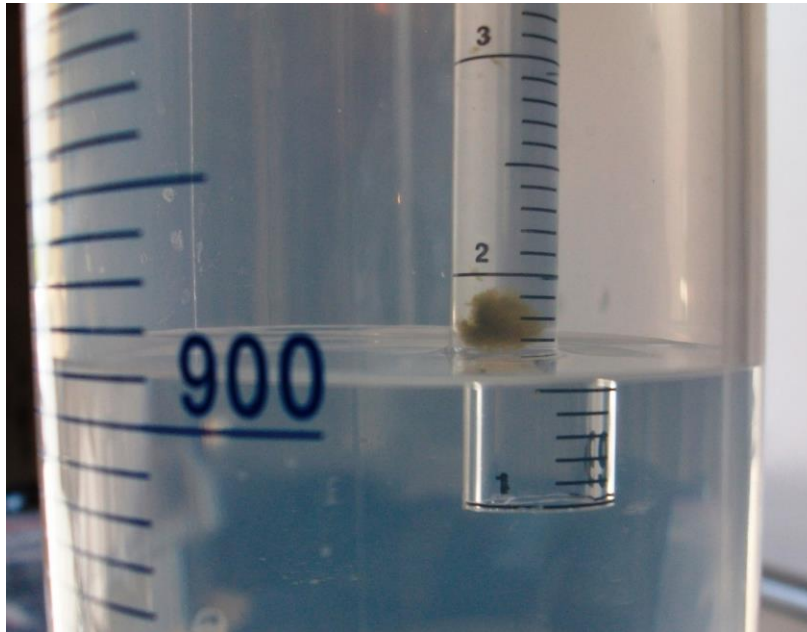
Evoquant une "neige sous-marine", la descente d'agrégats de matière organique vers les grandes profondeurs joue un rôle écologique important. Des particules minérales issues du plancton peuvent les faire couler plus vite, mais aussi les ralentir...



© C. de la Rocha / UBO

Les régions océaniques les plus productives connaissent une chute de "neige sous-marine" dont les "flocons", le plus souvent de l'ordre de quelques millimètres, sont des agrégats de matière organique essentiellement produite par les diatomées (algues microscopiques à carapace siliceuse appelée frustule) en fin de floraison, lorsque les conditions nutritives deviennent limitantes. Leur chute joue un rôle écologique important car c'est ainsi qu'une partie du carbone fixé dans les eaux éclairées échappe au recyclage biologique pour être exporté vers les eaux profondes, où il sera exclu des échanges avec l'atmosphère (donc des mécanismes de régulation climatique) pendant des centaines voire des milliers d'années. En outre, cette matière organique permet de nourrir certains organismes vivant jusqu'à un millier de mètres dans la colonne d'eau mais également sur le fond.

Il est donc important de comprendre la formation de ces agrégats et les facteurs qui déterminent leur vitesse de chute, en particulier le rôle des particules minérales susceptibles de les lester. Les diatomées et leur squelette siliceux, mais aussi d'autres algues unicellulaires à squelette calcaire, peuvent être incorporées aux agrégats, augmentant ainsi leur densité. L'étude a porté sur les deux principaux types de particules calcaires issues du phytoplancton : les coccolithes, petites plaques de moins de 5 μm tapissant la surface de certaines algues (les coccolithophores), et les tests de grande taille (> 250 μm) protégeant celles d'un autre groupe, les foraminifères.



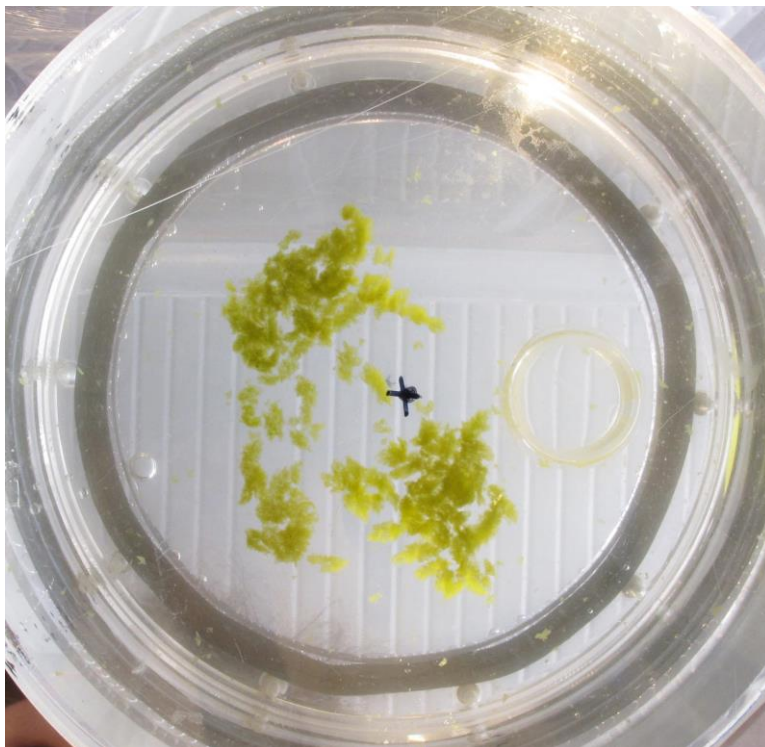
Un agrégat d'environ 3 mm dans le dispositif utilisé pour mesurer la vitesse de chute

Pour cela, des cultures de diatomées ont été mises en présence de coccolithes (bacs "Cocco"), de tests de foraminifères (bacs "Foram") ou sans ajout de particules calcaires (bacs "Phyto"). Pour favoriser la formation des agrégats et simuler leur chute, les cultures ont été placées dans des récipients cylindriques posés sur des rouleaux horizontaux les faisant tourner à la vitesse de 3 tours par minute. Après 48 heures de rotation dans le noir à 15°C, on a prélevé les agrégats pour mesurer leur taille, leur composition et leur vitesse de chute.



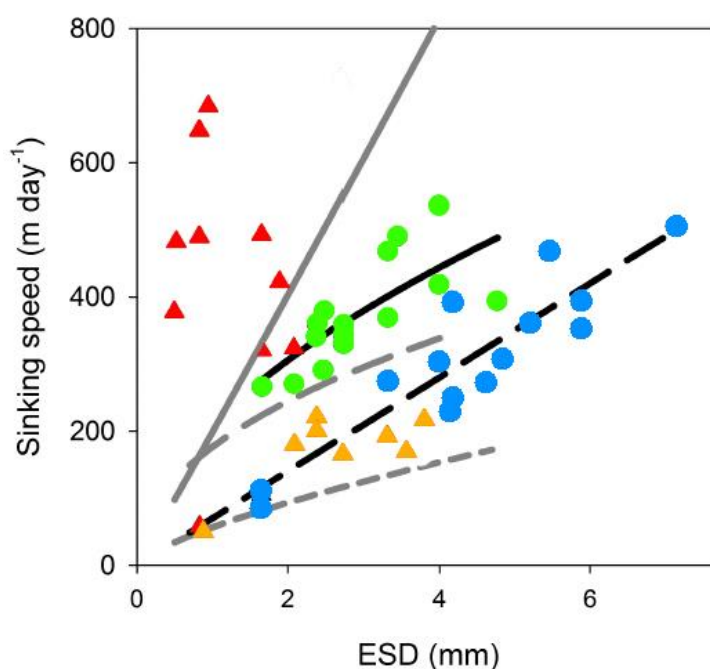
Le dispositif expérimental : bacs cylindriques, rouleaux tournants, bâche opaque

Des agrégats se sont formés dans tous les bacs, mais avec des propriétés différentes. Dans les bacs "Phyto", ils étaient peu nombreux et contenaient surtout de la matière organique et de la silice (dont est faite la frustule des diatomées). Dans les bacs "Cocco", ils étaient deux fois plus nombreux et contenaient une grande quantité de carbone minéral, apporté par les coccolithes. Dans les bacs "Foram", ils étaient encore plus nombreux, mais de deux types : seule une petite fraction (10% environ) contenait une particule calcaire ("Foram avec test"), la quasi-totalité d'entre eux en étant paradoxalement dépourvus ("Foram sans test").



Les agrégats "Phyto" au fond du bac cylindrique après l'expérience

Les agrégats des différents bacs différaient moins par leur composition (en dehors du carbone minéral, présent ou absent) que par leur taille et surtout sa relation avec la vitesse de chute. Les deux types sans particule calcaire ("Phyto" et "Foram sans test") coulaient plus lentement à cause de leur petite taille et du manque de lest ; leur relation taille/vitesse était voisine. À taille égale, les agrégats "Cocco" coulaient plus vite, entraînés par le poids des coccolithes. Les "Foram avec test", constitués surtout de calcaire, coulaient plus vite que tous les autres, dans l'absolu (jusqu'à 700 mètres par jour) et surtout à taille égale.



Relation entre la vitesse de chute (en mètres/jour) et la taille (en mm) des agrégats : "Phyto" (points bleus), "Cocco" (points verts), "Foram sans test" (triangles jaunes), "Foram avec test" (triangles rouges)

Contrairement aux attentes, les agrégats "Cocco" n'étaient pas nettement plus compacts que ceux sans calcaire. La concentration de particules minérales favorise l'agrégation en accroissant la fréquence des collisions, mais l'expérience suggère qu'elle n'augmente pas la quantité de matière organique agrégée : quel que soit le bac, 37 à 38% du carbone organique particulaire en suspension au début a été incorporé. Cette proportion dépendrait plus de l'abondance et des propriétés des TEP, particules organiques détritiques excrétées par les diatomées, qui jouent un rôle de liant dans le processus d'agrégation.

Même si un peu de matière organique restait associée aux tests malgré le frottement du à leur chute rapide, il était prévisible que celle-ci ait empêché la plupart des agrégats du bac "Foram" de se former autour d'un test. En effet, la différence de vitesse de chute empêche le plus souvent l'incorporation du test dans l'agrégat. Elle provoque plutôt une collision qui en expulse de la matière organique, donnant naissance à un nouvel agrégat de très petite taille, les deux coulant moins vite que l'agrégat initial. Ainsi, non seulement la présence de tests de foraminifères ne leste pas les agrégats mais elle en réduit la vitesse de chute.

Les agrégats coulent d'autant plus vite qu'ils sont gros et qu'ils sont lestés par une particule de calcaire. Les résultats montrent cependant que l'incorporation de coccolithes n'a pas modifié leur porosité, donc leur taille. La vitesse de chute des agrégats sans particule minérale ("Phyto" "Foram sans test") ne dépend que de leur taille car leur composition est identique.

Dans l'océan, l'effet de ces particules sur l'exportation profonde de carbone organique n'est pas réparti de façon uniforme. Les coccolithophores sont plus abondants dans certaines régions comme l'Atlantique nord ; c'est là qu'ils jouent le plus grand rôle pour lester les agrégats, même si l'efficacité de ce transport vers les profondeurs est faible. Les foraminifères, au contraire, sont présents dans tous les océans mais abondent dans les régions productives comme les plateaux continentaux et le courant circumpolaire antarctique. C'est paradoxalement dans ces eaux qu'abonde la matière organique exportable vers les grands fonds, mais aussi les foraminifères dont les tests ralentissent ce processus.

L'article

Schmidt K., De La Rocha C. L., Gallinari M., Cortese G., 2014. Not all calcite ballast is created equal: differing effects of foraminiferan and coccolith calcite on the formation and sinking of aggregates. *Biogeosciences*, 11, 135–145.

Les auteurs

Ce travail résulte de la collaboration entre des chercheurs du Laboratoire des sciences de l'environnement marin (Lemar, IUEM), de l'Université de Groningue (Pays-Bas) et de l'institut GNS Science (Nouvelle-Zélande)

La revue

Biogeosciences est une revue internationale consacrée aux interactions entre les processus biologiques, chimiques et physiques impliqués dans la vie au sein de la géosphère, de l'hydrosphère et de l'atmosphère. Publiée par un éditeur privé pour le compte d'une société savante (European Geosciences Union), la revue est originale à deux titres : elle est éditée sur le modèle du libre accès (gratuit et sans abonnement) et l'évaluation des manuscrits est transparente et ouverte à tous. Après un premier filtrage, les manuscrits sont soumis à une discussion publique interactive au sein de la communauté scientifique, parallèlement à l'examen classique par les "referees" choisis par les éditeurs. Les commentaires, les avis des "referees" et les réponses des auteurs sont publiés en ligne sur le site de Biogeosciences Discussions.

Contacts

Auteurs : consulter [l'annuaire de l'IUEM](#)

Service Communication et médiation scientifique : communication.iuem@univ-brest.fr