

De la vie à 2 km sous le plancher océanique : des records sont tombés !

Les frontières de la vie dans les roches du plancher océanique reculent ! Des signatures moléculaires de micro-organismes ont été trouvées sur toute la longueur d'une carotte de près de deux kilomètres, et certains de ces organismes ont pu être cultivés en laboratoire.



À peine imaginable autrefois dans les abysses, la vie a été trouvée dans toute la masse océanique et on sait à présent qu'elle ne s'arrête même pas avec le fond : des cellules microbiennes peuplent en effet les sédiments et les roches sous-jacents. Les archives moléculaires ont montré que la vie existe à plus de 1000 m sous le plancher océanique, avec des communautés diversifiées et complexes où sont représentés les trois domaines du monde vivant : archées, bactéries, eucaryotes. La plupart des micro-organismes très profonds sont cependant réfractaires à la culture. Les profondeurs extrêmes auxquelles on a trouvé des organismes actifs dans le sédiment (bactéries à 518 m, archées à 1626 m et micro-eucaryotes à 159 m) ne sont donc pas forcément les limites de leur répartition. Connaître ces limites permet d'estimer le volume occupé par la biosphère profonde et d'étudier l'adaptation de la vie profonde et le rôle des micro-organismes dans les cycles globaux de nutriments.



Les forages profonds nécessitent des navires spécialisés comme le Joides Resolution, à bord duquel a été effectuée l'expédition IODP 317 (© William Crawford, IODP/TAMU)

Ce travail a porté sur les communautés microbiennes d'une carotte de 1927 m de longueur, forée dans le plancher océanique du Bassin de Canterbury (Nouvelle Zélande) par 344 m de fond. Lors du forage, la préoccupation majeure a été d'éviter toute contamination des échantillons par des micro-organismes extérieurs. Pour cela, on n'a prélevé les échantillons meubles que dans la partie centrale de la carotte (qui n'a pas été en contact avec les matériaux solides ou liquides utilisés pour le forage), et les roches dures ont été lavées et exposées aux ultraviolets. Une technique reposant sur l'utilisation de microbilles fluorescentes a permis de détecter les contaminations, dont des tests ont montré que l'impact a été très faible.

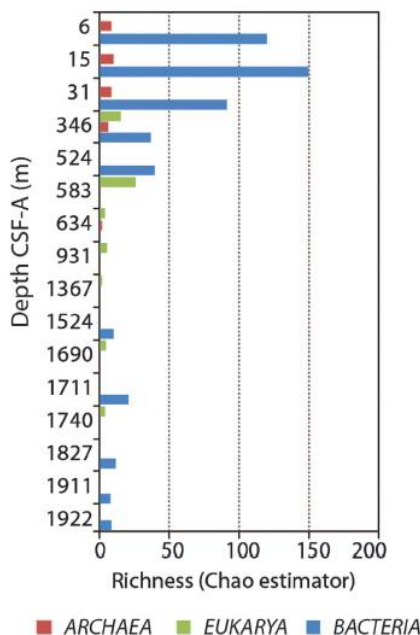
De l'ADN a été extrait d'échantillons prélevés sur toute la longueur de la carotte, amplifié par la technique de réaction en chaîne par polymérase (PCR) puis séquencé. Le nombre de cellules de procaryotes (bactéries et archées) a été compté sur 13 échantillons. La quantification de l'abondance des différents groupes a reposé sur la détection de leurs ARN spécifiques et de différents gènes fonctionnels de l'ADN. Les résultats du séquençage ont été comparés à des bases de données pour en déduire l'affiliation taxonomique des organismes. Les cellules ont été mises en culture en absence d'oxygène, en ciblant différentes voies métaboliques.



Manipulation des échantillons microbiologiques dans une enceinte stérile et anaérobie (© William Crawford, IODP/TAMU)

La carotte comporte trois unités principales, depuis les sédiments meubles du fond de la mer jusqu'aux roches consolidées. Au plus profond, la température était de 60 à 100 °C. La porosité diminuait avec la profondeur, avec des pores de 2 à 4 µm de diamètre en bas de la carotte.

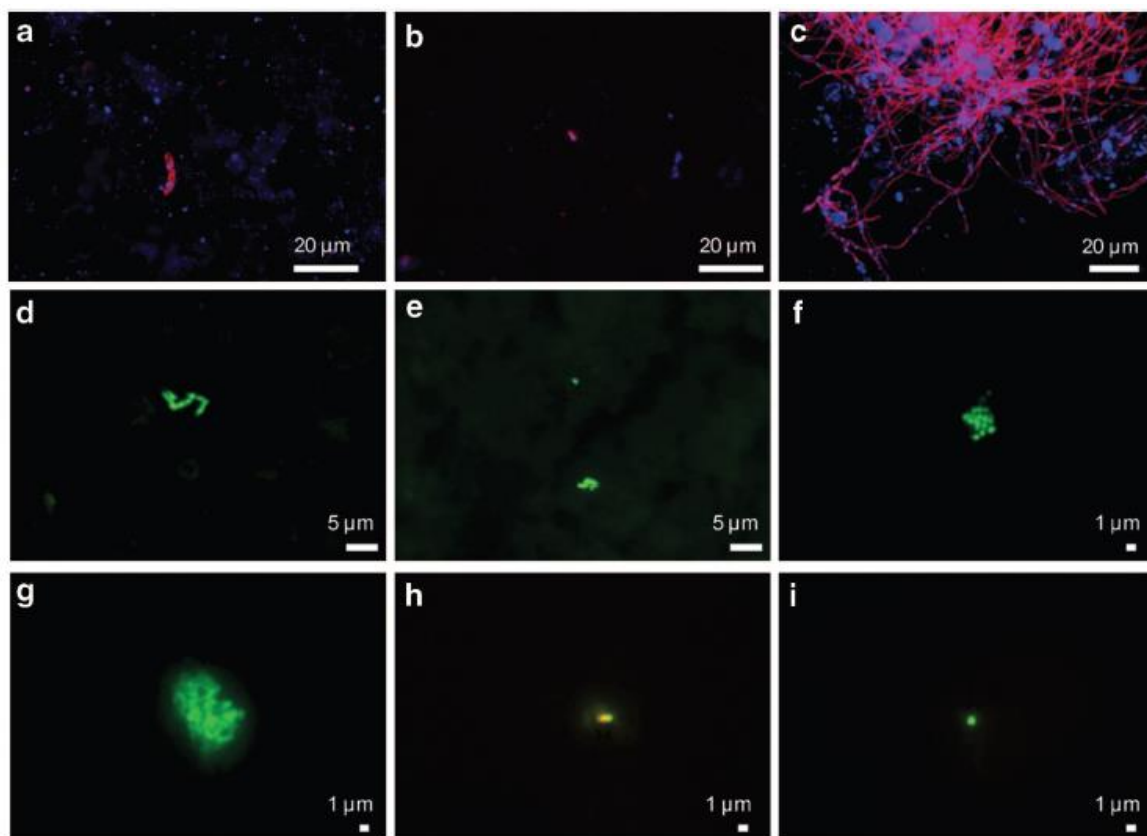
Le nombre moyen de cellules diminuait lui aussi avec la profondeur, d'environ 1.500.000 cellules/cm³ à la surface à 25.000 dans les échantillons les plus profonds.



Richesse de la communauté microbienne en fonction de la profondeur

Les archées étaient les plus abondantes dans les premiers mètres et n'étaient plus détectables au-delà de 650 m. Les bactéries dominaient dans le reste de la carotte, et l'abondance des eucaryotes restait assez constante quelle que soit la profondeur. Des séquences ont été détectées jusqu'à 1740 m pour les eucaryotes, et à 1922 m pour les bactéries. La diversité taxonomique était extrêmement faible par rapport à d'autres habitats microbiens, y compris dans des milieux extrêmes. Pour les archées et les eucaryotes, la richesse diminuait très rapidement avec la profondeur. Deux groupes typiquement présents dans les sédiments de subsurface dominaient les populations d'archées. Chez les eucaryotes, on a identifié peu de protistes mais surtout des champignons microscopiques (mycètes). Les bactéries étaient dominées par deux groupes bien représentés dans les sédiments de subsurface mais de répartition complémentaire le long de la carotte.

L'analyse de divers paramètres environnementaux a montré que la profondeur est le principal facteur explicatif des variations de diversité et de composition de la communauté microbienne.



Microphotographies de cultures de cellules ayant incorporé un marqueur fluorescent

Des souches de procaryotes et d'eucaryotes ont pu être cultivées. À partir d'échantillons prélevés entre 21 et 765 m, des souches de mycètes ont ainsi été obtenues : une souche déjà connue dans d'autres milieux extrêmes et 57 souches anaérobies en cours de description ont été isolées de ces sédiments. Des souches bactériennes collectées à 1827 et 1922 m ont aussi pu être cultivées, mais avec des densités et des taux de croissance toujours faibles. Les cellules étaient capables de vivre à la pression atmosphérique et à la pression estimée dans la roche in situ, 220 fois plus élevée. Elles étaient très petites (0,3 à 0,8 µm de diamètre) et formaient souvent des agrégats. Elles pourraient avoir survécu à l'enfouissement progressif des sédiments ou y avoir été transportées par les liquides qui y circulent, et auraient acquis les capacités métaboliques leur permettant de résister à ces changements de milieu.

Ces résultats établissent l'existence, à des profondeurs jamais encore observées, de micro-organismes aptes -au moins dans une certaine mesure- à se développer : archées (650 m), bactéries (1922 m), mycètes (1740 m). Au-delà de cette découverte, ils ouvrent de nombreuses perspectives de recherche, sur les causes de la faible diversité phylogénétique de ces communautés, la versatilité métabolique microbienne, le concept d'espèce ou le rôle des mycètes dans le cycle profond du carbone et dans la régulation des populations de procaryotes.

L'article

Ciobanu M.-C., Burgaud G., Dufresne A., Breuker A., Redou V., Ben Maamar S., Gaboyer F., Vandenaabeele-Trambouze O., Lipp J.S., Schippers A., Vandenkoornhuysen P., Barbier G., Jebbar M., Godfroy A., Alain K., 2014. Microorganisms persist at record depths in the seafloor of the Canterbury Basin. *The ISME Journal* 8, 1370-1380.

Les auteurs

Les quinze co-auteurs de ce travail sont membres de laboratoires français ([LMEE](#) de l'IUEM, [LUBEM](#), [ECOBIO](#)) et allemands ([BGR](#), Hanovre ; [Département de Géosciences](#) et [Centre MARUM](#) de l'Université de Brême)

La revue

[ISME Journal](#) est publié par la *International Society for Microbial Ecology* et le *Nature Publishing Group*. Cette revue de référence dans le domaine de l'écologie microbienne (bactéries, archées, eucaryotes et virus) couvre des domaines très divers parmi lesquels l'écologie des populations, les interactions entre les microbes et avec leurs hôtes, la génétique évolutive, les approches génomiques et post-génomiques, l'ingénierie microbienne, les contributions microbiennes aux cycles géochimiques ou la diversité fonctionnelle des habitats naturels.

Contacts

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

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

L'Actu des publis

Une rubrique à retrouver chaque mois sur le site de l'IUEM :

<http://www-iuem.univ-brest.fr/fr/science-et-societe/sciences-pour-tous/actu-des-publis>