

## Producteurs et consommateurs de méthane dans un volcan de boue sous-marin

*Jusqu'à plusieurs mètres sous le fond de la mer, des micro-organismes fabriquent du méthane ; d'autres au contraire, peut-être les mêmes, en consomment... Les scientifiques ont carotté sous un "volcan de boue" à 2000 m de fond en Mer Méditerranée pour en savoir plus sur ces communautés microbiennes, leur diversité et leur fonctionnement.*

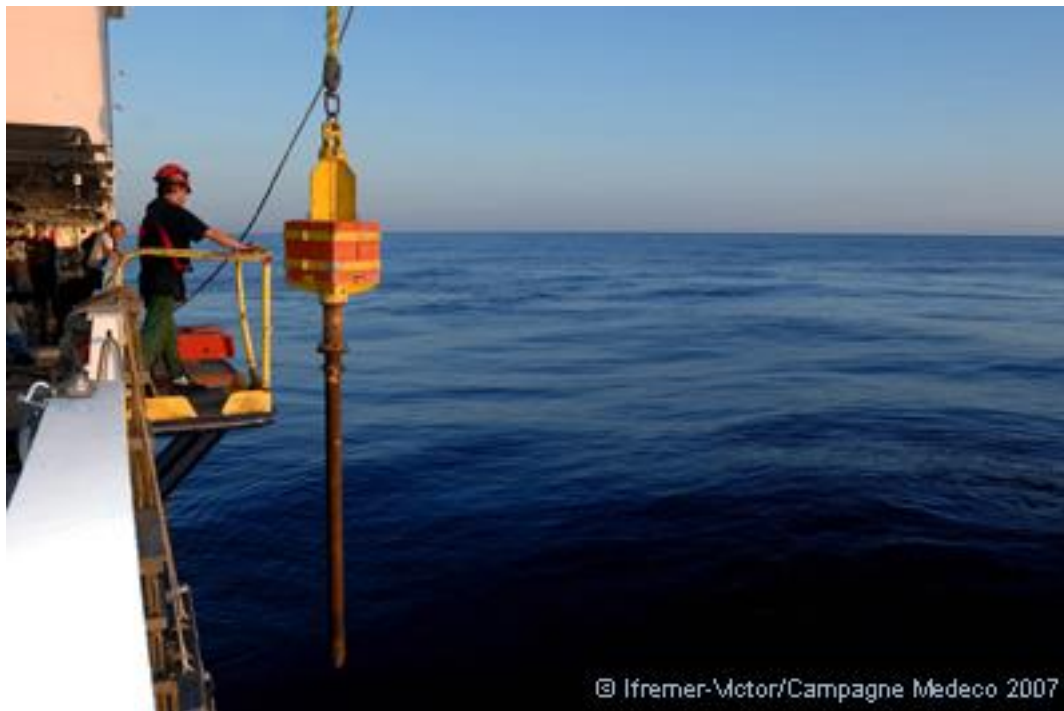


Au niveau des marges continentales, frontières des plaques tectoniques, des volcans de boue se sont formés au fond des mers par l'expulsion de fluides, de boues et de gaz provenant de réservoirs profonds sous-jacents. Au sud de la Turquie, le volcan de boue "Amsterdam", objet de cette étude, fait partie des monts Anaximandre qui sont associés à une déformation tectonique très active. Il s'en échappe de grandes quantités de méthane (CH<sub>4</sub>), produites essentiellement par des microorganismes du groupe des Archées au terme d'un processus biochimique de dégradation de la matière organique contenue dans les sédiments sous-marins.

Ces espèces sont les seuls organismes vivants connus capables de produire du méthane. On connaît peu de choses sur leur diversité et leur distribution au sein des couches sédimentaires. On sait cependant que des Archées utilisent le méthane pour leur propre métabolisme, en aérobiose ou en anaérobiose (avec ou sans oxygène). Les producteurs et les consommateurs anaérobies obligatoires (dits méthanogènes et méthanotrophes) sont phylogénétiquement très proches, au point qu'il pourrait s'agir des mêmes populations qui seraient capables d'inverser leur métabolisme.

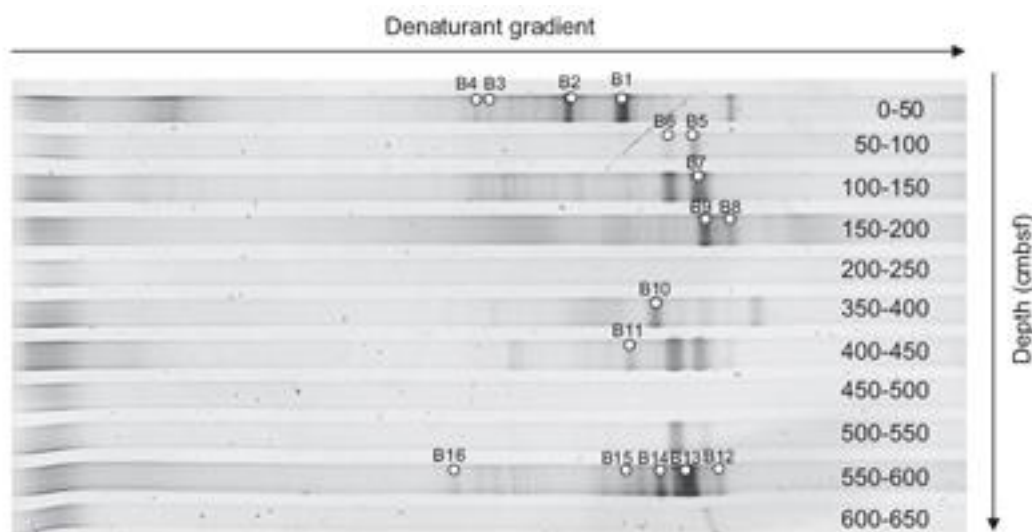
Une des raisons de l'intérêt porté à ces mécanismes est que les émissions sous-marines de méthane (notamment celles associées aux volcans de boue) jouent un rôle climatique certain : la contribution (sur 100 ans) du méthane à l'effet de serre est en effet environ 25 fois supérieure à celle du dioxyde de carbone à masse égale.

L'analyse de carottes sédimentaires de plusieurs mètres de long, prélevées à environ 2000 m de fond au niveau du centre actif du volcan de boue "Amsterdam", a permis d'en savoir plus sur ces communautés microbiennes notamment sur leur fonctionnement et leur rôle dans l'environnement. La carotte a été découpée en tronçons de 50 cm, et des sous-échantillons ont été prélevés pour analyser la composition géochimique de l'eau circulant dans les pores du sédiment, mesurer le taux de production du méthane, et étudier la diversité moléculaire des micro-organismes.



*Mise à l'eau du carottier*

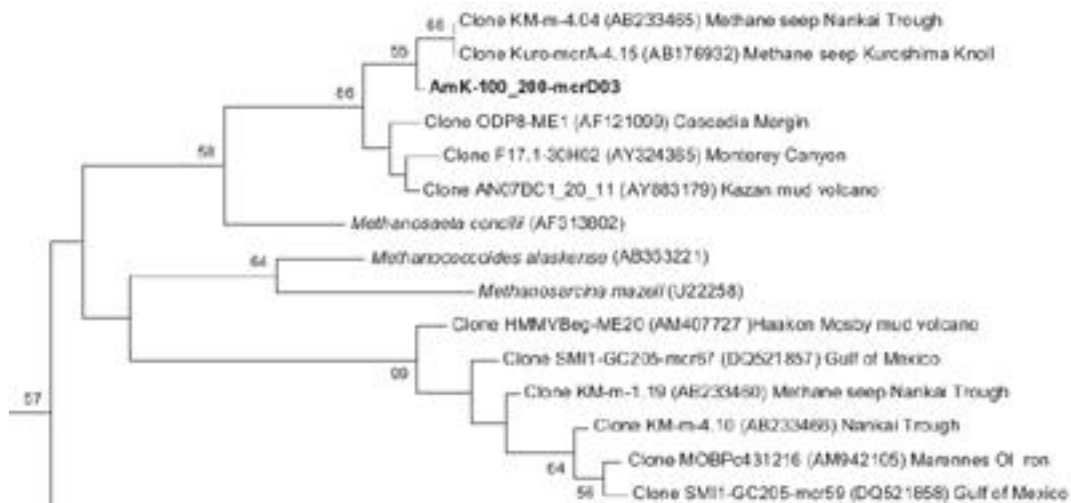
Des techniques de biologie moléculaire et de culture en laboratoire ont été mises en œuvre. L'ADN total contenu dans chaque échantillon de sédiment a été extrait et purifié puis un gène particulier en a été isolé et répliqué à l'identique pour mieux l'étudier (polymérisation en chaîne ou 0PCR). Ce gène a la même fonction chez toutes les Bactéries et Archées mais comporte des régions très variables selon l'espèce, ce qui en fait un marqueur spécifique très intéressant pour étudier la diversité microbienne. Les différentes versions du gène ont été séparées par migration sur un support comportant un gradient chimique (électrophorèse).



*Résultat de l'électrophorèse : les bandes noires visibles aux différentes profondeurs (de 0 à 6,50 m) correspondent à des séquences différentes d'un des gènes analysés. Leur nombre témoigne de la richesse et de la diversité microbienne.*

Un autre gène, spécifique des Archées méthanogènes et méthanotrophes anaérobies, a été amplifié par PCR pour être séquencé. Pour chaque échantillon, on a ainsi établi la suite d'acides aminés de la protéine correspondante et codée par le gène spécifique ciblé. Les différences entre ces séquences

ont conduit à une classification phylogénétique, c'est-à-dire un arbre traduisant leur plus ou moins grande proximité génétique.



*Une partie de la classification phylogénétique où les échantillons prélevés sur le volcan de boue Amsterdam sont comparés à des séquences d'Archées répertoriées dans les bases de données internationales.*

Les espèces méthanogènes recherchées trouvent leur source de carbone dans des composés méthylés (dont le méthanol), dans le dioxyde de carbone ou dans l'acétate. Afin de mieux comprendre l'importance respective de ces voies métaboliques et leur distribution spatiale en fonction de l'enfouissement, on a mesuré la production du méthane dans des échantillons cultivés sur des milieux enrichis avec l'une ou l'autre de ces trois sources de carbone.

Les sédiments abritent une communauté d'Archées très riche, et très différente en abondance et en diversité selon la profondeur. Producteurs (méthanogènes) et consommateurs (méthanotrophes) peuvent coexister, mais la composition chimique de l'eau interstitielle traduit une consommation du méthane dans les couches les moins profondes. L'hétérogénéité de la composition de l'eau et de la répartition des espèces témoigne de l'existence de niches écologiques très différentes au sein du sédiment.

La répartition en profondeur des microorganismes représentatifs des voies métaboliques utilisées pour la production du méthane est en accord avec celle des affiliations génétiques des séquences obtenues. La voie de méthanogenèse basée sur l'utilisation de composés méthylés est présente à toutes les profondeurs avec des séquences génétiques très proches d'espèces connues dans les collections de cultures internationales. La voie basée sur l'acétate est globalement plus importante que celle par le dioxyde de carbone, ce qui est peu courant dans les sédiments de suintements froids. Les concentrations en acétate mesurées dans les eaux interstitielles étaient également très élevées. Cependant les processus à l'œuvre dans le sédiment entre le méthane et ses sources de carbone sont très complexes et impliquent des interactions entre cellules d'Archées méthanogènes et méthanotrophes, et entre cellules d'Archées et Bactéries.

Ces résultats soulignent l'interaction possible entre le réservoir sous-jacent et les sédiments superficiels du centre du volcan de boue Amsterdam. L'acétate qui y est présent en abondance pourrait avoir été généré par l'enfouissement et le craquement à haute température de la matière organique contenue dans les sédiments ; le flux de fluide qui le transporte vers la surface sédimentaire pourrait également y apporter des microorganismes présents dans la biosphère profonde de subsurface.

## L'article

C. [Lazar](#), R. Parkes, B. Cragg, S. [L'Haridon](#), L. [Toffin](#), 2012. Methanogenic activity and diversity in the centre of the Amsterdam Mud Volcano, Eastern Mediterranean Sea. *FEMS Microbiology Ecology* 81 : 243–254.

## Les auteurs

Ce travail associe des scientifiques de l'IUEM et de l'Ifremer ([Laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes](#), UMR6197 CNRS/Ifremer/UBO), de l'Université de Caroline du Nord (Etats-Unis) et de l'Université de Cardiff (Grande-Bretagne).

## La revue

Publié par Blackwell, *FEMS Microbiology Ecology* est l'une des cinq revues scientifiques de la Fédération des Sociétés microbiologiques européennes (FEMS). Son domaine couvre les micro-organismes (bactéries, Archées, champignons filamenteux et levures, protozoaires, algues et virus) et leurs environnements (sols naturels, milieux aquatiques et aériens, milieux artificiels, milieux extrêmes). Les articles portent sur des thèmes très divers, l'écologie, la biologie évolutive, la diversité phylogénétique, les interactions avec l'environnement et les autres organismes, etc.

## Pour en savoir plus

[La mission MEDECO](#), au cours de laquelle les forages ont été effectués sur le volcan de boue Amsterdam

## Contacts

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

Service Communication et médiation scientifique : [communication.iuem@univ-brest.fr](mailto:communication.iuem@univ-brest.fr)