



DEVENEZ ESPION DES GRANDS FONDS ET DES SOURCES HYDROTHERMALES PROFONDES

48

Subagua C'est quoi l'Ifremer?

M. Matabos L'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer est un institut de recherche dédié à la connaissance des océans et de leurs ressources. Il assure le suivi du milieu marin pour un développement durable des activités maritimes.

Subaqua Pourquoi s'intéresser aux grands fonds?

M. Matabos Parce qu'ils existent! Les grands fonds représentent la dernière frontière de notre planète. Ils en couvrent 66 % et représentent plus de 90 % de la biosphère! Pourtant nos connaissances sur ces milieux sont encore infimes puisque seulement 5 % en ont été cartographiés et moins d'1 % échantillonné... Nous connaissons à peine la biodiversité associée au plus grand biome (ou macro-écosystème) de la planète! L'océan régule notre climat et chaque compartiment a son rôle. Seule une vision intégrée de ce grand domaine, y compris l'océan profond, nous permettra de prédire les changements globaux à l'échelle de la planète. De plus, les grands fonds recèlent nombre de ressources biologiques, minérales et énergétiques convoitées par de nombreuses industries. Nous n'avons, à ce jour, aucune idée de l'impact de leur exploitation.

Subagua Qu'est-ce gu'une source hydrothermale?

M. Matabos Les sources hydrothermales sont des grands geysers sous-marins qui abritent une faune unique qui a su s'adapter à des conditions environnementales particulières. Découvertes en 1977, elles sont principalement localisées le long des dorsales océaniques, mais aussi dans des zones caractérisées par des évènements tectoniques et volcaniques importants.

Subagua Comment cela fonctionne-t-il?

M. Matabos Au niveau de ces zones actives, l'eau de mer s'infiltre par des fissures dans la croûte océanique, et se transforme par percolation dans la roche chaude et au contact de la chambre magmatique. Il en résulte un fluide hydrothermal très chaud (jusqu'à 400 °C), dépourvu d'oxygène, riche en éléments réduits tels que le sulfure, le méthane ou le dihydrogène, et en métaux. La précipitation du sulfure métallique au contact de l'eau de mer est à l'origine de grandes cheminées qui peuvent mesurer jusqu'à 60 m de hauteur. Leur découverte, à 2500 m de fond le long de la dorsale des Galápagos, a été surprenante d'un point de vue biologique puisqu'elle a permis de mettre en évidence toute une faune à des profondeurs que l'on croyait dépourvues de vie en raison de l'absence de lumière et de ressources alimentaires limitées. Les premières études à la fin des années 1970 ont rapidement montré que la vie ne reposait donc pas uniquement sur la photosynthèse. Les

chercheurs avaient découvert un écosystème dont la chaîne alimentaire est basée sur un processus encore peu connu, la chimiosynthèse. Dit autrement, les micro-organismes présents dans ces lieux sont capables de produire de la matière organique à partir de carbone inorganique en utilisant l'oxydation d'éléments réduits tels que le sulfure d'hydrogène (H₂S) ou le méthane (CH₄), comme source d'énergie. Ces micro-organismes vivent sous formes libres, dans le fluide ou sous forme de tapis (on parle de biofilms), mais aussi en symbiose avec des macro-organismes comme des vers tubicoles, des moules ou des crevettes.





Subaqua La vie abonde donc dans les abysses? M. Matabos Oui! Cette découverte et les expéditions qui vont suivre vont clairement révéler une biodiversité unique et inconnue avec la description de centaines de nouvelles espèces pour la majorité endémigues (c'est-à-dire juste présentes là). Les espèces se répartissent en mosaïque autour des émissions hydrothermales à des températures variant de 5 à 50 °C, le long du gradient environnemental créé par le mélange du fluide et de l'eau de mer. Leur distribution résulte de l'interaction de plusieurs facteurs tels que leur tolérance physiologique, leurs besoins nutritionnels mais aussi les interactions entre espèces telles que la compétition, la prédation ou la facilitation (certaines

espèces sont, par exemple. capables de modifier le de nouvelles espèces). Alors que, depuis leur découverte, la recherche a permis de grandes avancées dans la

description de la biodiversité associée, on ne connaît encore que peu de choses sur la biologie des organismes et le fonctionnement de ces écosystèmes, notamment en raison de la difficulté d'accès, le coût des expéditions mais aussi la difficulté de maintenir les organismes en vie une fois prélevés.

Subagua Comment étudier ces grands fonds?

M. Matabos Comme on vient de le souligner ci-dessus, du fait de leur éloignement géographique et la nécessité pour y accéder de mettre en œuvre des moyens lourds et coûteux, l'étude des écosystèmes hydrothermaux s'est longtemps limitée à l'analyse d'échantillons prélevés de façon ponctuelle lors de missions océanographiques hauturières, grâce à l'utilisation de submersibles. Par conséquent, notre connaissance de la dynamique de l'environnement et de la faune associée est extrêmement limitée. De plus, en raison du lien étroit entre les sources hydrothermales et la géodynamique régionale, les sites hydrothermaux présentent un caractère éphémère à la fois dans le temps et dans l'espace. Alors qu'une éruption volcanique va entraîner la destruction des sites et de la faune associée sur des dizaines à centaines d'années, l'ouverture et la fermeture d'évents individuels peuvent se faire sur des échelles de quelques semaines à quelques mois. Les courants de fond, et la turbulence à petite échelle, vont également affecter l'hydrodynamisme local, et donc la direction du panache hydrothermal... sans qu'on connaisse les implications sur la faune ni comment celle-ci s'adapte

à une telle variabilité environnementale. Pour remédier à ce manque de connaissances, la communauté scientifique a imaginé un moyen d'assurer le suivi temporel des écosystèmes profonds, les observatoires

Subaqua De quoi s'agit-il?

ON PEUT SUIVRE EN

GRÂCE À DES CAMÉRAS

VIDÉO CONNECTÉES.

M. Matabos Depuis les années 2010, grâce aux récents développements technologiques, il est maintenant possible de suivre en continu ces écosystèmes grâce à l'utilisation de caméras vidéo connectées à des installations sous-marines. Ces observatoires permettent le suivi quotidien d'une large gamme de paramètres physiques, géophysiques, chimiques et biologiques. Entre autres, le module d'observation écologique TEMPO, conçu par des équipes de l'Ifremer, est dédié à la surveillance des communautés animales in situ. Il est équipé d'une caméra, de quatre projecteurs lumineux positionnés sur des bras, une sonde de température, une sonde à oxygène et un analyseur chimique qui permet de déterminer en temps réels les concentrations en fer du milieu. Deux versions de TEMPO sont actuellement déployées sur les observatoires fond de mer EMSO-Açores (http://wwz.ifremer.fr/emso-france/EMSO-Azores), sur la dorsale médio-Atlantique, et Ocean Networks Canada (http://www.oceannetworks.ca/), sur la dorsale Juan de Fuca dans le Pacifique. Ces images permettent de suivre les espèces dans leur milieu à des fréquences journalières. L'analyse des premières images a permis des avancées majeures dans la compréhension du fonctionnement de ces écosystèmes, comme notamment l'influence de la marée et des phénomènes atmosphériques sur le comportement des espèces!

Subaqua Peux-tu nous évoquer quelques résultats majeurs?

49

M. Matabos Alors qu'on connaissait bien l'influence de la marée sur l'environnement hydrothermal, son effet sur la faune n'avait jamais pu être démontré, bien que quelques études l'aient révélé dans les mesures de stries de croissance de bivalves. Le suivi en continu, pendant un mois, d'une colonie du ver tubicole Ridgeia piscesae a montré que celui-ci sortait et entrait dans son tube au rythme des marées. Ce ver est un organisme symbiotique, dépourvu de bouche et d'anus, qui se nourrit directement des micro-organismes chimio-autotrophes contenus dans un organe spécialisé, le trophosome. Il possède des branchies avec lesquelles il

pompe l'oxygène et le sulfure nécessaires à ces symbiontes et serait donc capable d'adapter son comportement aux variations environnementales en fonction de ses besoins respectifs en O_a ou H_aS. Plus récemment, à partir de l'analyse d'une année substrat, facilitant l'arrivée CONTINU CES ÉCOSYSTÈMES complète d'images vidéos, l'influence du cycle de la marée a également été détectée sur l'activité de pycnogonides (Serucosa spp., des cousins de nos araignées) et de vers polychètes associés (Branchinotogluma sp., Lepodonotopodium piscesae).

> Les abondances de ces espèces mobiles, mesurant à peine quelques centimètres, varient de façon périodique, elles aussi, au rythme des marées. Les courants balayent

le fluide, ainsi les assemblages de faune sont tour à tour sous l'influence majoritaire de l'eau de mer ou du fluide hydrothermal. Les animaux seraient donc capables d'ajuster leur comportement afin de se positionner dans les conditions les plus favorables : dans le buisson de vers tubicoles pour se protéger des prédateurs et se nourrir quand les températures sont plus faibles et le milieu oxygéné; ou visibles à la surface du buisson à la recherche de conditions plus clémentes. Mais cette hypothèse reste à vérifier...



SUBAQUA Janvier - Février 2018 - N° 276 **SUBAQUA** Janvier - Février 2018 - N° 276

RUBRIQUE FOCUS



LES IMAGES ACQUISES APPORTENT DE NOUVELLES INFOS SUR LA DYNAMIQUE DES ORGANISMES.

Plus surprenant encore, cette même étude a montré que les variations d'abondance de ces mêmes vers polychètes Branchinotogluma sp. et Lepodonotopodium piscesae suivaient également des périodicités de 16 heures et 4 jours uniquement pendant la période hivernale. Ces cycles correspondent à ceux générés par les tempêtes de surface dont l'influence se fait ressentir jusqu'au fond

des océans! Ces résultats ont des implications non négligeables dans le contexte du changement climatique, puisque des modifications des régimes de tempêtes atmosphériques pourraient avoir des conséquences importantes sur la dynamique et le fonctionnement de l'écosystème hydrothermal, voire des écosystèmes profonds en général. Ainsi, ces images contiennent des informations précieuses qui permettront de mieux comprendre les mécanismes et les adaptations physiologiques et comportementales des organismes.

Subaqua Et la science participative dans tout cela?

M. Matabos II faut bien comprendre que les séquences vidéo évoquées ci-dessus s'accumulent bien trop rapidement, compte tenu de la capacité d'analyse des chercheurs du laboratoire. Les deux modules ont enregistré depuis 2011 plus de 5 000 heures de vidéos quotidiennes dont l'analyse est chronophage. Ces images contiennent pourtant des informations nouvelles et essentielles pour la compréhension des écosystèmes hydrothermaux! C'est pour remédier à cet engorgement de données que le projet de sciences participatives Espion des grands fonds a vu le jour...

Subaqua Explique-nous tout cela et ce que nous pouvons faire.

M. Matabos Les « sciences participatives », aussi appelées « sciences citoyennes » ou « sciences collaboratives », sont une forme de collecte d'informations scientifiques dans laquelle des citoyens volontaires participent à l'acquisition, au traitement ou à l'analyse des données. C'est une démarche qui s'est longtemps limitée à des projets de recensements naturalistes effectués par un nombre restreint de volontaires. Plus récemment, une nouvelle branche de sciences participatives a vu le jour : le « crowdsourcing ». Ce processus consiste à confier des tâches à accomplir à un grand nombre d'internautes via des interfaces Web. C'est ainsi que la NASA a, entre autres, délégué aux internautes l'analyse d'images satellitaires via la plateforme Zooniverse. Cette approche repose sur le fait qu'une même donnée, ici une image, sera analysée un grand nombre de fois par différentes personnes. C'est sur ce principe que l'application en ligne Espions des grands fonds a été développée (www.deepseaspy.com). Les internautes sont invités à collaborer en participant à l'annotation de la faune dans des images collectées grâce aux modules TEMPO. En attendant de pouvoir automatiser ces tâches grâce à des algorithmes informatiques, la contribution de volontaires est indispensable au traitement de l'ensemble du jeu de données. L'application constitue d'autre part un outil puissant de médiation scientifique et offre une nouvelle approche afin de sensibiliser et éduquer la jeune génération aux défis d'aujourd'hui sur les ressources d'un milieu encore méconnu du grand public.

Subaqua À quoi vont servir tous ces résultats? M. Matabos Ces images acquises par les observatoires fond de mer apportent de nouvelles informations sur la dynamique quotidienne des organismes, leur comportement, les interactions entre espèces et la réponse de la faune aux changements environnementaux. In fine, ces données permettront par exemple de mieux prédire l'impact des changements environnementaux sur les écosystèmes hydrothermaux et donc d'informer les politiques, de proposer des protocoles de suivi et d'influencer les pratiques de gestion. En effet, ces écosystèmes font l'objet d'un intérêt industriel grandissant pour les ressources qu'ils recèlent! Les cheminées sont constituées de dépôts de sulfure polymetalliques riches en zinc, cuivre, mais également enrichis en argent et souvent en or. Leur teneur en terres rares, tel que l'indium ou le germanium, présents dans les panneaux solaires, les ordinateurs portables, ou les cellulaires en font des cibles privilégiées pour l'industrie minière (cf. Subaqua n° 272 page 30). Il est donc important de rapidement accroître notre connaissance de ce milieu afin d'estimer l'impact potentiel du changement climatique et d'une exploitation minérale à venir. Chers lecteurs de Subaqua, venez jouer!

deepseaspy.ifremer.fr

