

GRANDS FONDS

Une immense source d'exploration

Les grands fonds constituent des territoires pour lesquels l'intérêt international est croissant. L'Ifremer poursuit ses recherches scientifiques pour permettre, à terme, une exploitation durable de leurs ressources minérales et énergétiques.



Zoom sur les espèces modèles, la crevette *Rimicaris exoculata* et la moule *Bathymodiolus puteoserpensis*, sur le site hydrothermal Logatchev lors de la campagne Serpentine en 2007.

Alors que l'océan occupe 71 % de la surface du globe, il reste l'un des espaces les moins bien connus de la planète. C'est particulièrement le cas de l'océan profond, très difficilement accessible. L'Ifremer appartient au club restreint des quelques structures internationales qui en possèdent les clés, tant en termes de potentiel humain pour le comprendre que technologique pour l'atteindre. Des compétences et un savoir-faire qui ont permis, depuis une trentaine d'années, d'identifier des processus géologiques et géochimiques spécifiques qui conduisent notamment à la concentration de métaux (nodules polymétalliques, encroûtements cobaltifères et sulfures hydrothermaux), à la genèse d'hydrates de gaz et d'hydrogène, et à la présence d'écosystèmes particuliers. Des découvertes qui ouvrent de nouvelles voies pour l'identification de ressources minérales et énergétiques dans les océans. L'Ifremer est impliqué

PERMIS OBLIGATOIRE

principalement dans l'estimation des gisements et de leurs potentialités. Il est désormais admis que les gisements métallifères océaniques deviendront à moyen terme, plus attractifs que les dépôts terrestres raréfiés. Aux plans géopolitique, économique et juridique, l'accès aux matières premières minérales marines engendre une compétition internationale forte et les demandes de permis sont de plus en plus régulées par les législations nationales et les instruments du Droit de la mer tels que l'AIFM.

« L'Ifremer travaille sur les ressources physiques et les écosystèmes de fond de mer depuis longtemps, précise Lionel Lemoine, directeur de ce département labellisé Institut Carnot Ifremer-Edrome. Nous avons d'ailleurs déposé, en juillet 2012, un permis d'exploration de sulfures polymétalliques sur la dorsale volcanique médio-atlantique dans les eaux internationales ». Les travaux prévus s'inscrivent dans un plan de travail de 15 ans

accepté par l'Autorité Internationale des Fonds Marins (AIFM). Il comprend des campagnes océanographiques et les développements technologiques des outils nécessaires à cette exploration. L'objectif est de déterminer l'importance et la nature des différents types de minéralisations. Comme prévu par le règlement de l'AIFM, un programme d'études écologiques permettra aussi de conduire des recherches sur la biodiversité de la zone, pour notamment évaluer l'impact des activités proposées.

En France, le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie a confié en 2012 à l'Ifremer et au CNRS, une expertise scientifique collégiale (ESCO) sur les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes.

Il apparaît en effet fondamental de décrire et de comprendre les processus biologiques et écologiques liés à ces environnements avant d'envisager les impacts potentiels de leur éven-

tuelle exploitation. Actuellement, les enjeux scientifiques et technologiques portent donc principalement sur la connaissance des grands fonds, la compréhension de la formation des gisements, la connaissance des écosystèmes associés et l'impact environnemental de leur exploitation.

« Les fonds marins représentent une véritable opportunité en termes d'approvisionnement en métaux (cuivre, nickel, cobalt...) et terres rares. Les gisements sont à découvrir, mais il faut que l'exploitation soit économiquement rentable et durable. Pour cela, il faut poursuivre notre travail d'évaluation de l'environnement pour élaborer un état zéro qui permettra d'en estimer l'impact, ajoute Lionel Lemoine. Il faut aussi que les industriels développent des méthodes d'extraction pouvant aller à des grandes profondeurs (1 500 mètres voire jusqu'à 5 000 mètres pour les nodules) et de traitement métallurgique... ce n'est pas simple car les méthodes seront différentes d'une ressource à l'autre. Les dépôts de nodules polymétalliques sont situés sur le fond de la mer, ce qui implique d'exploiter de grandes zones, alors que les amas sulfurés sont plus concentrés. C'est une course à l'innovation technologique pour les industriels concernés. » Sur le plan technologique, l'Ifremer affine ses équipements d'exploration et anticipe les besoins : « Les matériels embarqués à bord des navires océanographiques, tel que les ROV (véhicules sous-marins téléguidés) et les AUV (véhicules sous-marins autonomes) sont de plus en plus performants. Nous développons aussi la cartographie à très haute résolution. Les zones d'exploration sont grandes, notre objectif est donc de réduire les coûts par une meilleure efficacité des équipements », conclut Lionel Lemoine.

Le 11 janvier 2014, le Pourquoi pas ? appareillera de Pointe-à-Pitre, pour la mission BICOSE (voir page suivante). L'objectif est de poursuivre le travail d'exploration des écosystèmes de la dorsale médio-Atlantique. C'est sur cette zone que l'Ifremer va disposer d'un permis de 15 ans. À terme, ces études permettront d'appréhender la capacité de résilience des écosystèmes et de contribuer à la définition de stratégies de préservation.

ENTRETIEN

« Une campagne de recherche fondamentale »



Ifremer

Marie-Anne Cambon-Bonavita,

Ingénieure diplômée de l'INAPG, elle a intégré l'Ifremer en 1997 comme chercheuse en microbiologie moléculaire après un DEA puis un doctorat/HDR en microbiologie. Elle a mis en place des analyses moléculaires dans des domaines très variés (microalgues toxiques, algues fourrage, microorganismes des sources hydrothermales, bactéries du saumon fumé ...) et travaille aujourd'hui au sein du Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes du Département Ressources Physiques et Écosystèmes de fond de Mer (Centre Ifremer Bretagne). Spécialiste de la symbiose en milieu profond, elle sera chef de mission sur la campagne BICOSE (Biodiversité, Interactions, COnnectivité et Symbioses en milieux Extrêmes).

► Comment devient-on chef de mission ?

La mission BICOSE sera mon baptême ! A partir de 1999, j'ai commencé à embarquer régulièrement à bord de navires océanographiques en tant que jeune chercheuse. Puis je me suis investie de plus en plus, notamment dans la préparation en amont de campagnes pluridisciplinaires, en travaillant avec des collègues géologues comme Yves Fouquet. Je suis passionnée par ce type de missions d'exploration, dans lesquelles on ne sait pas toujours ce que l'on va découvrir ! Pour BICOSE, j'ai commencé par écrire quelques lignes il y a plus de 5 ans. Progressivement c'est devenu un véritable projet de recherche. Il y a deux ans, la campagne a été évaluée prioritaire par la commission et inscrite au calendrier 2014 de la flotte !

► Quelles sont les particularités de la zone que vous allez explorer ?

La zone que nous allons explorer est singulière, il s'agit d'une ride volcanique soulignant la séparation entre les plaques Afrique et Amérique. Situés entre les Açores et Pointe-à-Pitre, les deux champs hydrothermaux de la dorsale Médio-Atlantique que nous allons plus particulièrement étudier (TAG et Snake Pit), sont emblématiques pour les scientifiques qui travaillent comme moi sur la crevette *Rimicaris exoculata*. Décrite pour la 1ère fois en 1986, cette crevette qui vit sur des sites très profonds (ici à 3 500 mètres de profondeur) a la particularité, au stade adulte, de subir une métamorphose très importante. Elle vit en symbiose avec des bactéries. J'ai commencé à travailler sur cette espèce en 2001 et elle pose encore beaucoup de questions.

► Quels sont les objectifs de la campagne ?

La campagne sera pluridisciplinaire, commençant par de la cartographie et des études géologiques. Nous allons ensuite décrire la biodiversité, les cycles de vie, les connexions entre les sites... Notre travail consistera à décrire les communautés microbiennes associées aux invertébrés hydrother-

maux. Nous voulons comprendre comment ces bactéries symbiotiques s'adaptent à des conditions changeantes. Il s'agit avant tout de recherche fondamentale même si nous allons aussi explorer des minéralisations hydrothermales actives et inactives (fossiles) qui constituent des ressources minérales potentielles. La campagne s'effectue dans le cadre du projet européen MIDAS, fruit d'une réflexion sur l'impact potentiel de l'exploitation des ressources dans les grands fonds. Depuis quelques années il existe un regain d'intérêt au niveau mondial pour les ressources minérales des grands fonds. Notre approche permettra de dresser un état de référence des processus naturels, ce qui constitue la première étape des études d'impact en cas d'exploitation.

► Qu'allez-vous faire exactement sur zone ?

Nous prendrons la mer le 11 janvier à bord du *Pourquoi pas ?* pour 33 jours. Sur chacun des sites explorés, nous effectuerons 6 plongées d'une trentaine d'heures avec le *Victor 6000*. Il s'agit de réaliser des cartographies précises, de caractériser les environnements des sources hydrothermales et d'effectuer des prélèvements (de roches, fluides, animaux, de larves, etc.). Des scientifiques de l'Université Pierre et Marie Curie (UPMC) avec qui nous travaillons en étroite collaboration depuis plusieurs années seront des acteurs forts de la campagne. Ils disposent de superbes outils : des aquariums sous pression qui permettent de prélever des animaux et de les remonter vivants à la surface en les gardant dans leurs milieux originels ! Le Museum National d'Histoire naturelle sera aussi de la partie !

La campagne sera d'ailleurs placée sous le thème : « Mieux comprendre pour mieux protéger » et nous allons activer un maximum de réseaux afin d'en faire un véritable temps de vulgarisation. Nous souhaitons partager nos connaissances de la vie dans les grands fonds avec le public (journal de bord à suivre sur le blog de la campagne, actions avec Océanopolis, relations avec les scolaires...).

Propos recueillis
par Dominique Guillot

ACTUALITÉS

► Restitution d'un projet de recherche sur la coquille Saint-Jacques

Avec le soutien de la région Basse-Normandie, l'Ifremer a organisé

les 10 et 11 décembre à Caen, un colloque de restitution du projet de recherche COMANCHE, destiné aux élus et aux professionnels concernés par la filière coquille Saint-Jacques.

Le projet COMANCHE (Interactions écosystémiques et impacts anthropiques dans les populations de coquilles Saint-Jacques *Pecten maximus* de la Manche), co-financé par le programme Systerra de l'Agence Nationale pour la Recherche, arrivera à terme courant 2014. Ce projet, associant des équipes de recherche de l'Ifremer, du CNRS et de plusieurs universités françaises (Université de Bretagne

Occidentale de Brest, Université de Caen Basse-Normandie, Université Pierre et Marie Curie Paris VI) a vocation à améliorer les connaissances sur la dynamique des populations de coquilles Saint-Jacques, à travers une approche pluri-thématique allant de l'écologie fondamentale à l'économie des filières.

► Un nouvel indice positionne l'Homme au même niveau que l'anchois dans la chaîne alimentaire !

Le niveau trophique détermine la position d'une espèce dans la chaîne alimentaire. Bien que ce niveau trophique soit un indice connu pour la majeure partie des espèces terrestres et marines, cet indice n'avait jamais été calculé pour l'Homme.

La revue PNAS a publié début décembre les résultats d'une équipe de chercheurs Ifremer/IRD/Agrocampus-Ouest, qui a estimé, pour la première

fois, le «niveau trophique humain» (*Human trophic level*, HTL).

En utilisant les données de la FAO (Food and Agriculture Organization) sur la consommation humaine pour la période 1961-2009, les scientifiques ont défini un niveau trophique de 2.2 pour l'Homme... résultat surprenant puisque c'est un niveau proche d'un anchois ou d'un cochon, et bien loin de celui que peut atteindre un prédateur supérieur (5.5 pour l'orque) !

Les chercheurs ont également constaté que le niveau trophique humain a augmenté de 3 % au cours des 50 dernières années. Cette augmentation montre que l'alimentation de l'homme a un impact plus important sur son écosystème (quantités et diversité des aliments consommés). Cette évolution pose la question de la durabilité de l'exploitation des ressources naturelles vis-à-vis de l'alimentation humaine.



Ifremer / O. Dugornay

Directrice de la publication : Pascale Pessey-Martineau - Rédactrice en chef : Marion Le Foll - Rédacteur du dossier : Dominique Guillot avec la participation de Lionel Lemoine et Marie-Anne Cambon-Bonavita - Ifremer : Siège social et rédaction : 155, rue Jean-Jacques Rousseau - 92138 Issy-les-Moulineaux cedex