

DÉCEMBRE 2010

numéro
118

RESSOURCES MINÉRALES

Mines de fonds... de mer ?

Les fonds des océans recèlent une grande richesse de métaux. La France, avec l'Ifremer et ses partenaires publics et privés, s'engage vers leur exploration pour identifier leur potentiel économique.



© Ifremer-Nautile / Campagne Futuna 2010

Certains métaux sont concentrés dans les sulfures contenus dans les cheminées hydrothermales.

Àvec l'énergie, les ressources minérales constituent des éléments essentiels du développement des économies industrielles. Or, la forte demande des pays émergents et de leur population (Chine, Inde...), place les questions d'accès aux matières premières au centre des enjeux de la géopolitique internationale. Sécuriser ces approvisionnements devient une question vitale pour les nations. La France, aujourd'hui quelque peu dépourvue de ressources minières en métropole, est confrontée au risque de se voir imposer des prix élevés pour se fournir. L'envolée du cours des métaux stimule la recherche de nouveaux gisements, terrestres, mais aussi dans le domaine marin.

En 1974, la campagne franco-américaine Famous, sur la dorsale Atlantique, voyait le submersible *Cyana* remonter un bloc de manganèse des premiers dépôts hydrothermaux découverts. En 1979, on observait la première source hydrothermale active dans le Pacifique. L'Ifremer a depuis multiplié les campagnes en eaux profondes et enrichi sa connaissance de ce vaste univers. Ces campagnes ont notamment aidé à identifier les processus géologiques et géochimiques qui conduisent à la concentration des métaux et à leur localisation : nodules, encroûtements cobaltifères et manganésifères ou sulfures hydrothermaux. Toutes contiennent des métaux tels que cuivre, zinc, manganèse, or, argent, platine et

d'autres utilisés dans les technologies de pointe (électronique, écrans plats, énergies renouvelables...).

Cette expérience vaut à l'Ifremer d'être au premier rang du grand chantier gouvernemental lancé par Jean-Louis Borloo, alors ministre de l'énergie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, le 27 avril 2010. Ce jour-là, le conseil des ministres annonçait un ambitieux plan d'actions. Il vise à sécuriser l'accès de la France aux matières premières minérales rares, partant notamment du principe que le pays dispose d'un ensemble cohérent d'expertise scientifique et de compétences technologiques en matière de grands fonds sous-marins ou d'exploitation minière : l'Ifremer et le BRGM (Bureau des recherches géologiques et minières) pour les établissements publics, Technip, AREVA et ERAMET, pour les industriels.

SAVOIR-FAIRE

Eric Besson, qui vient d'être chargé du dossier des matières premières, l'a clairement identifié comme prioritaire. Un Comité pour les métaux stratégiques (Comes) devrait donc être créé et animé par François Bersani : « Cet organe de concertation réunira des ministres, des représentants d'organismes publics et d'autres acteurs de l'économie. Le pilotage d'opérations ne relèvera en principe pas de sa responsabilité, mais il accompagnera la politique des pouvoirs

publics qui est notamment de faire explorer les zones maritimes où la France exerce des droits souverains. Les milieux économiques ont besoin de certaines substances au titre de matière première et l'exploration des potentiels est un axe important. Nous sommes encore dans la reconnaissance préliminaire car les cibles, amas sulfurés et encroûtements métallifères, n'ont été découvertes que récemment. Nous sommes loin de l'évaluation en termes de perspective minière. Mais des titres ont été délivrés dans certaines zones étrangères et un projet avancé de mise en exploitation existe au large de la Papouasie Nouvelle-Guinée ».

L'exploitation des minerais sous-marins ne nécessite pas le creusement de galeries et certaines minéralisations sont plus riches que leurs équivalents terrestres. Ces facteurs convergent pour minimiser les coûts d'exploitation, la dépense énergétique nécessaire aux exploitations et l'impact environnemental. L'exploration scientifique permettra aussi de dynamiser la connaissance de la biodiversité et apportera des données de base (cartes bathymétriques...) pour définir des espaces à protéger, sous forme de zones de références ou d'aires marines protégées (AMP), afin de garantir le juste équilibre entre préservation et exploitation. L'Agence des AMP est directement impliquée dans cette démarche, dès la phase de reconnaissance.

Les données acquises seront fondamentales pour les études d'impact des exploitations. Il s'agit de définir des domaines à protéger et des réserves de métaux qui, même si elles ne sont pas rentables économiquement à court terme, pourraient être considérées comme des réserves stratégiques dans un contexte mondial de plus en plus concurrentiel dans ce domaine.

Une première opération d'exploration des fonds océaniques a eu lieu dans le cadre d'un partenariat public-privé (voir page 2) au cours de l'été 2010, dans la Zone Économique Exclusive (ZEE) française au large de Wallis et Futuna. Le gouvernement souhaite renforcer le savoir-faire technologique du BRGM et de l'Ifremer en matière d'exploration, d'extraction et de transformation des métaux rares. Par ailleurs, AREVA et ERAMET poursuivent le développement de leurs activités minières.

Interview



Yves Fouquet

Responsable du laboratoire de géochimie et de métallogénie de l'Ifremer

Des dépôts riches et concentrés

➤ Quel a été votre parcours jusqu'à cette fonction ?

À l'origine, je suis titulaire d'une thèse de métallogénie et donc spécialiste de la formation des gisements métalliques. J'ai d'abord travaillé en terrestre pour le BRGM (Bureau des recherches géologiques et minières). C'est en 1982 que je suis devenu géologue marin avec le Cnex, puis l'Ifremer. Aujourd'hui, j'assume la responsabilité du laboratoire de géochimie et de métallogénie et m'intéresse particulièrement aux échanges entre l'eau de mer et les roches. À ce titre, je suis régulièrement chef de mission de campagnes océanographiques, comme cet été pour Futuna 2010. L'idée était de découvrir des systèmes hydrothermaux au Nord des îles Fidji dans une zone sous juridiction française, près de l'île de Futuna.

➤ De quels types de ressources minérales parle-t-on ?

Les campagnes auxquelles j'ai participé depuis 25 ans sur des

suite page 2 ➤

suite de la page 1

océans relativement méconnus, ont un caractère d'exploration et de connaissance scientifique. Les systèmes volcaniques, qui associent des sources sous pression et des températures de plus de 400 °C, ont des capacités spécifiques de réaction avec les roches. Le contact avec une eau de mer à 2 °C crée un refroidissement rapide. Les métaux contenus en solution précipitent alors sous forme de minéraux qui créent les cheminées hydrothermales. Sur plusieurs milliers d'années, cela peut former plusieurs millions de tonnes de dépôts sulfurés de compositions variables selon la nature des roches.

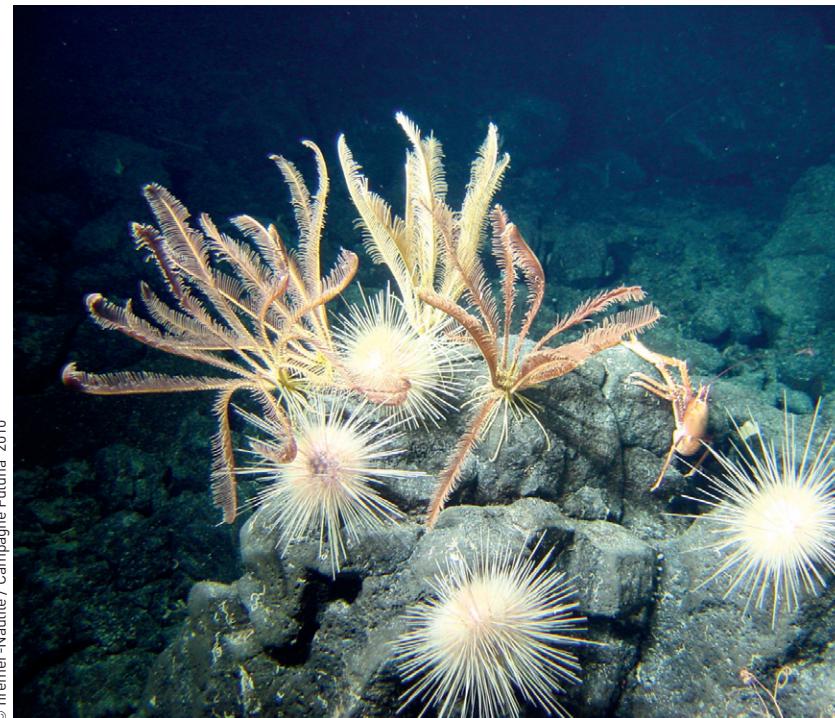
► À quel stade en est la recherche en géosciences marines sur ce sujet ?

Sur 25 années de recherche, nos connaissances ont évolué, de la théorie de la tectonique des plaques à l'observation directe en plongée de sources, et donc de dépôts sulfurés. L'intérêt pour la facette biologique notamment, a déclenché une série de campagnes. Dans les années quatre-vingt, nous étions les seuls, avec les Américains, à disposer d'un submersible efficace en profondeur. Les dorsales Pacifique puis Atlantique ont été explorées, puis des mini-dorsales ou rides volcaniques en arrière des grandes fosses océaniques. Ces dernières abritent aussi une activité hydrothermale. Dans les grands fonds, il existe trois types de ressources minérales potentielles : des nodules dans les eaux internationales à près de 5 000 m de profondeur, des croûtes manganésifères et cobaltifères dans de nombreux points des océans, et des dépôts sulfurés hydrothermaux moins profonds (2 000 à 3 000 m), plus riches et plus concentrés. Aujourd'hui, des compagnies minières s'intéressent à ces ressources potentielles. Nautilus a déposé un permis d'exploration au large de la Papouasie, pour apprécier l'épaisseur des dépôts sulfurés notamment. Pour les nodules, la France dispose de deux permis d'exploration entre le golfe de Californie et Hawaï, comme d'autres pays.

Au-delà de notre souci scientifique de recherche et d'exploration, le contexte évolue. L'intérêt de groupes miniers est croissant, une législation se met en place dans les eaux internationales et les technologies se développent. Alors, est-ce une industrie qui démarre ?

Campagne Futuna : première prometteuse

La campagne d'exploration Futuna s'est déroulée cet été dans une ZEE française de Wallis et Futuna. Cette zone pourrait servir de pilote à une éventuelle exploitation de minerais hydrothermaux.



© Ifremer-Nautile / Campagne Futuna 2010

L'un des volets de cette campagne pluridisciplinaire était l'étude de la biodiversité, comme par exemple ces comatules, oursins et galathée sur la ride Futuna.

La présence d'encroûtements de cobalt et de platine avait déjà été constatée dans la ZEE de la Polynésie française. Aujourd'hui, on vient de mettre en évidence la présence d'une zone potentiellement favorable du point de vue hydrothermal dans la ZEE française au large de l'île de Futuna, dans le sud-ouest du Pacifique. Durant le Grenelle de la mer, il a été proposé que l'État français prenne l'initiative de financer un projet minier en Outre-Mer. Outre les actions de recherche, cette démarche implique des actions industrielles (transport de minerai, logistique, infrastructures portuaires, développement de technologies innovantes d'exploration d'évaluation, d'extraction et de transformation du minerai).

BIODIVERSITÉ

L'idée consistait dès lors à réaliser un pilote industriel afin de positionner les entreprises françaises à la pointe technologique d'une nouvelle industrie. La zone de Wallis et Futuna, relativement petite, est favorable pour roder cette stratégie. La campagne française Alaufi menée en 2000 avait montré l'existence d'une dorsale volcanique active à l'ouest de l'île de Futuna. Réalisée dans le cadre d'un partenariat regroupant le Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer en lien avec le territoire de Wallis et Futuna, des établissements publics (Ifremer, Agence des aires marines protégées, BRGM), et des entreprises industrielles (AREVA, ERAMET, Technip), la campagne Futuna 2010 s'est déroulée du 3 août au 23 septembre.

L'objectif était d'établir les cartes bathymétriques, de déterminer la nature et l'extension des zones volcaniques, de rechercher des indices de minéralisations hydrothermales (actives ou inactives) et de réaliser les premières observations de la biodiversité de surface et du fond.

Trois biologistes ont participé à cette campagne. Leur rôle ? Assurer une première évaluation de la diversité biologique des communautés de fond de mer sur les sites prospectés. « *Dans ces zones de volcanisme actif ou passé, plusieurs types d'écosystèmes cohabitent. Les communautés biologiques liées au système hydrothermal actif constituent des « oasis de vie » où des espèces de grande taille (vers géants, bivalves,...) prolifèrent en utilisant l'énergie chimique des fluides hydrothermaux par des processus de chimiosynthèse. Quand on s'éloigne des zones actives, la faune est plus dispersée et plutôt composée d'organismes fixés sur les roches volcaniques comme les coraux solitaires ou les éponges,* explique Joëlle Galéron, responsable du Laboratoire Environnement Profond à l'Ifremer.

Notre rôle de scientifiques est de produire des informations sur la composition et la distribution de la biodiversité et sur leurs habitats. La finalité de ces recherches est de proposer des solutions de préservation des écosystèmes dans l'éventualité d'activités minières. C'est le principe des aires marines protégées dont la responsabilité est assurée par l'Agence des Aires Marines Protégées. Deux scientifiques de l'Agence ont aussi participé à la campagne pour recenser les oiseaux et mammifères marins. »

L'équipe scientifique était par ailleurs très pluridisciplinaire, puisque la campagne regroupait des géologues, géophysiciens, volcanologues, chimistes des fluides, biologistes (fond et surface), des microbiologues et des spécialistes de la colonne d'eau. À bord du navire océanographique *L'Atalante*, équipé du sous-marin *Nautile* et de l'AUV (*Autonomous underwater vehicle*) *AsterX*, scientifiques et techniciens ont réalisé nombre de travaux d'acquisition de données. Les capacités de cartographie et d'imagerie de l'*EM122* (nouveau sondeur multifaisceaux de *L'Atalante*) ont produit des cartes très précises (25 m pour la bathymétrie et 10 m pour l'imagerie).

CAMPAGNE PLURIDISCIPLINAIRE

Les chimistes ont localisé des panaches hydrothermaux à partir des anomalies signalées dans la colonne d'eau. Au cours de la deuxième partie de la campagne, le couplage entre *Nautile* et *AsterX*, a permis de cartographier plus de 35 000 km². Près de 7 % de ces surfaces sont couvertes par des formations volcaniques récentes, soit autant de zones potentielles d'existence de sources hydrothermales actives ou inactives auxquelles s'associent des minéralisations sulfurées et des communautés biologiques spécifiques. Du point de vue volcanique encore, deux découvertes majeures sont à souligner : une nouvelle dorsale active et un volcan majeur, actif, le Kulolasi de 20 km de diamètre. Il comporte le premier site hydrothermal profond et de haute température connu dans la zone économique exclusive française.

L'ensemble des échantillons récoltés (fluides, roches, faune) nécessite désormais un important travail d'analyses menées à terre dans le cadre de coopérations entre les organismes scientifiques impliqués dans la campagne : Ifremer et BRGM mais aussi CNRS, IPGP, UBO-IUEM ou encore CEA.



© Ifremer / Stéphane Lesbats

La bathysonde utilisée a permis de réaliser des analyses d'eau.

RESSOURCES MINÉRALES

Vincent TRELUT - Directeur du développement du groupe minier et métallurgique français ERAMET.

► Quelles sont vos attentes par rapport à ce programme ?

« À l'école, dans les années 70, on nous parlait déjà des réserves maritimes de notre outre-mer, pépites sous-marines de l'avenir et nos yeux d'enfants brillaient... Aujourd'hui, grâce à ce partenariat, tout en apportant son expertise dans les domaines de la recherche minière et du développement industriel, ERAMET espère pouvoir acquérir de nouvelles ressources minérales et des technologies, pour se positionner sur cette « mine du futur » que représentent les fonds marins. Les échanges, la mutualisation des connaissances avec des partenaires comme l'Ifremer et Technip constituent une belle opportunité pour notre Groupe. Ce partenariat public-privé va nous permettre de maximiser les chances de succès et d'acquérir un savoir-faire pour les générations futures. Nous comptons bien ainsi pouvoir découvrir des métaux de valeur voire stratégiques dans les zones territoriales françaises. Nous avons bon espoir que nos rêves d'enfants se concrétisent ! »



Xavier FOATA - Chef du bureau des ressources minérales au ministère de l'Énergie, du Développement durable, des Transports et du Logement.

► Comment réaliser une exploration et une exploitation des ressources minérales marines de manière durable ?



« L'exploration minérale marine connaît un regain d'intérêt croissant. Une exploration et une exploitation des ressources minérales marines de manière durable nécessite d'intégrer très en amont un ensemble d'enjeux. Au plan technique industriel, la maîtrise des procédés d'extraction en mer doit avoir fait l'objet d'une pré-faisabilité. Parallèlement, la dimension sociale d'un tel projet doit être renforcée. Enfin, le volet écologique est fondamental dès l'amont, la connaissance des milieux halieutiques, benthiques et leur préservation, sont à intégrer aux objectifs :

le suivi environnemental tout au long de l'intervention industrielle constitue le troisième facteur à respecter afin de satisfaire l'intervention anthropique de façon durable. Le Grenelle de la Mer a proposé dans ses conclusions de préparer le développement à moyen terme de projets miniers en eau profonde, en recommandant de prendre en compte l'impact environnemental que ce type d'exploitation pourrait engendrer. Il s'agit d'une orientation précise des pouvoirs publics où la connaissance constitue un axe prioritaire. Ceci permet d'identifier et de localiser les ressources minières et biologiques des grands fonds lors d'une même opération. L'exemple de la campagne Futuna réalisée en 2010 est remarquable à cet égard. »

Dominique DELORME - Président-directeur général de La Mancha, filiale d'AREVA.

► Quelles sont vos attentes par rapport à ce programme ?

AREVA a participé activement aux réflexions du groupe de travail sur les ressources minérales océaniques. Certes notre cœur de métier reste l'uranium et les probabilités de trouver ce métal à grande profondeur paraissent très faibles. Mais les gisements de type sulfures hydrothermaux sont assez comparables à ceux qu'exploitent notre

filiale aurifère, la société La Mancha. On y trouve en effet une association de métaux à forte concentration, notamment le cuivre et l'or, et accessoirement le zinc et l'argent. Comprendre la formation des gisements actuels ne peut que nous aider à explorer et exploiter les gisements fossiles. Les possibilités de la récupération, à moindre profondeur, de l'or des placers sous-marins ou de l'uranium des phosphates constituent un axe de réflexion intéressant. Par ailleurs,

Patrice CHRISTMANN - Responsable de la division de la Stratégie des Ressources Minérales à la direction de la Stratégie du BRGM.

► Comment se répartissent les missions du BRGM et de l'Ifremer sur les enjeux liés aux minéraux et métaux stratégiques ?

« L'une des missions essentielles du BRGM (Bureau des recherches géologiques et minières), porte sur la connaissance des ressources minérales du domaine continental et la réduction des vulnérabilités concernant l'approvisionnement de la France et de l'Union Européenne en métaux, notamment stratégiques. Le BRGM apporte ses compétences en économie des matières premières minérales (essentielle pour l'évaluation des ressources potentielles), en métrologie, en caractérisation et traitement des minerais. Il apporte aussi ses connaissances des minéralisations sous-marines fossiles, qui constituent aujourd'hui des gisements économiquement très importants en domaine continental, son expertise issue des recherches sur les processus métallogéniques, en particulier celles en cours sur la distribution des métaux stratégiques liés à divers types de gisements. »



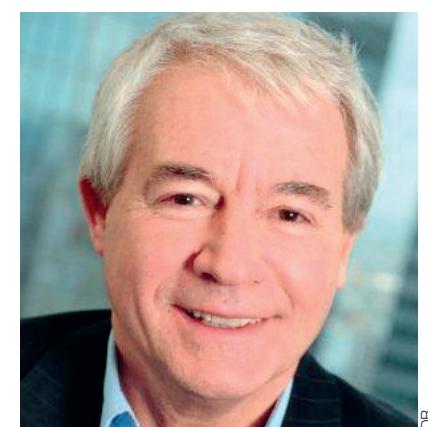
Julien DENÈGRE - Responsable commercial pour l'activité mines et métaux, Technip (spécialiste de l'ingénierie, des technologies et de la réalisation de projets pour l'industrie du pétrole, du gaz, des mines et métaux).

► Quels développements techniques permettront, à terme, une exploitation à de telles profondeurs ?



« À l'exception notable de celles qui sont appliquées à la mise en valeur des diamants, la plupart des techniques d'exploitation des fonds marins ont été conçues à l'origine pour de faibles profondeurs (la moitié des diamants produits par De Beers provient des fonds marins namibiens par 150 à 200 m de profondeur). Néanmoins, les progrès technologiques de l'industrie pétrolière offshore ouvrent aujourd'hui des perspectives intéressantes pour l'exploitation des ressources minérales profondes (près de 30 % du pétrole mondial est produit offshore : jusqu'à 2 500 m dans le golfe du Mexique). Technip travaille avec Nautilus Minerals et Neptune Minerals, compagnies privées toutes deux propriétaires de licences d'exploration minières dans l'océan Pacifique. Le gisement de Solwara 1 de Nautilus (au large de la Papouasie Nouvelle-Guinée par 1 700 m), sera le premier projet sous-marin d'exploitation commerciale de sulfures polymétalliques. Le projet Futuna est une nouvelle référence dans le portefeuille de solutions d'ingénierie de Technip. »

l'inventaire et la reconnaissance du potentiel en métaux stratégiques nous semble une nécessité dans le cadre de l'approvisionnement de la France dans le futur. La coopération entre scientifiques et opérateurs miniers, entre établissements publics et industriels, nous apparaît également enrichissante et prometteuse. Les compétences d'AREVA en matière d'exploration, d'extraction et de valorisation des minerais, doivent y trouver pleinement leurs places.



L'outre-mer français à la une

En 2011, la France célébrera ses territoires d'outre-mer. Une opportunité de valoriser un immense espace maritime.



© Ifremer/Lionel Loubersac

Faire évoluer les mentalités et « le regard de la métropole sur l'outre-mer [...] comme celui de l'outre-mer sur la métropole », tel est l'objectif du Président de la République, qui a décidé de faire de 2011 l'année des outre-mer français. Le commissariat interministériel en charge de cette célébration entend encourager l'organisation de manifestations mettant en lumière les cultures, l'économie, l'environnement... des collectivités ultramarines.

Répartis sur tous les océans du monde, les outre-mer représentent un espace maritime immense, confé-

rant à la France plus de 11 millions de km² de zone économique exclusive. L'Ifremer y possède six implantations : en Polynésie française, Nouvelle-Calédonie, Martinique, Guyane, à Saint Pierre et Miquelon et à La Réunion. C'est donc tout naturellement que l'Ifremer s'attachera à inscrire les sciences marines dans l'année des outre-mer. L'institut mettra en lumière ses travaux de recherche dans les domaines des ressources vivantes, du développement durable ou de la biodiversité, afin de mieux faire connaître les richesses et potentiels de l'outre-mer.

Flotte & engins

Pourquoi pas ? effectue du 27 décembre 2010 au 25 janvier 2011 la campagne d'acquisition géophysique et géologique REPREZAï 1, qui étudie le système turbiditique du Zaïre. Puis il évalue lors de WACS (du 27 janvier au 28 février) le fonctionnement et la diversité des écosystèmes associés aux sources de fluides froids dans le golfe de Guinée, à l'aide du robot téléopéré Victor 6000.

L'Atalante poursuit le projet SANBA (du 13 décembre au 1er février) de sismique réfraction et réflexion dans le système bassin de Santos/plateau de Rio Grande, au large du Brésil. Puis la mission CASCADE étudie la dynamique, le transport et le mélange d'une veine d'eau dense côtière lors de son transit sur la pente continentale, du 26 février au 20 mars dans le golfe du Lion.

Thalassa réalise la campagne annuelle d'évaluation des ressources halieutiques dans une démarche écosystémique IBTS 11 (International Bottom Trawl Survey), en Atlantique, Manche Est et mer du Nord du 13 janvier au 14 février. Les analyses effectuées alimentent ensuite les propositions émanant des groupes de travail du CIEM (Conseil International pour l'Exploration de la Mer).

L'Europe part du port de La Seyne-sur-mer pour la mission COSTEAU 5/1 (du 22 janvier au 10 février), afin d'effectuer des prélèvements et des mesures d'eau, de phytoplancton et de zooplancton en période hivernale dans le golfe du Lion.

Thalia réalise la campagne EDO 1 du 28 janvier au 7 février, pour obtenir une cartographie ponctuelle de la distribution des populations d'ophiures de la pointe de Bretagne, à l'aide de prospection vidéo et de prélèvements.

Le site Internet « flotte » de l'Ifremer a évolué. Désormais, retrouvez les informations sur les navires, les systèmes sous-marins et les campagnes à cette nouvelle adresse : <http://flotte.ifremer.fr>

L'Ifremer : nouveau portail Internet

L'Ifremer vous révèle les océans. Pour mieux vous faire partager ses découvertes, l'institut a totalement rénové son site Internet.

Quinze ans après sa première mise en ligne, le site Internet de l'Ifremer fait peau neuve. Bénéficiant d'une triple refonte (technique, graphique et éditoriale), ce site portail offre aujourd'hui une navigation simplifiée et un confort de lecture, mettant en valeur l'ensemble des activités de l'institut. Parmi les évolutions majeures, deux espaces dédiés, l'un aux médias, l'autre aux professionnels de la mer, leur réservant un accès direct à une sélection de documents

concernant la pêche, l'aquaculture et l'environnement. Les plus jeunes, enfin, pourront s'informer, jouer et s'émerveiller grâce à la nouvelle rubrique « Découvrir les océans ».

► + d'infos : www.ifremer.fr

Les Nouvelles de l'Ifremer sont toujours disponibles en ligne : www.ifremer.fr/institut/Les-ressources-documentaires/Medias/Les-Nouvelles-de-l-Ifremer



Idées de cadeaux marins !



► Les secrets des algues

Véronique Leclerc et Jean-Yves Floc'h

Éditions Quæ, collection Carnets de sciences, 22€.

À l'origine du premier oxygène biologique de notre planète, microscopiques ou géantes, les algues n'hésitent pas à vivre en symbiose avec

d'autres organismes végétaux ou animaux. Nourricières, elles forment les premiers maillons de nombreuses chaînes alimentaires mais peuvent aussi être toxiques.

Cet ouvrage richement illustré invite le lecteur à découvrir le monde fascinant des algues, à travers énigmes, anecdotes et expériences culinaires !

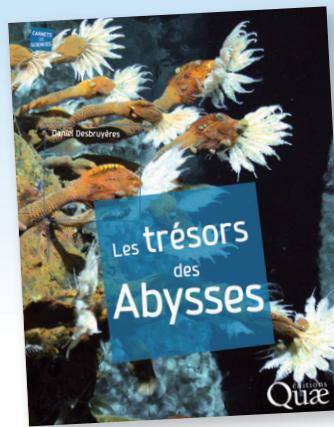
<http://www.quae.com/fr/livre/?GCOI=27380100304580>

► Les Trésors des abysses

Daniel Desbruyères

Editions Quæ, collection Carnets de sciences, 22€.

Le domaine profond est un monde sans soleil et sans vie végétale. Il est pourtant loin d'être un immense désert hostile. Plongeons parmi les « peuples de la nuit » : les très étranges organismes luminescents qui migrent



Directrice de la publication : Pascale Pessey-Martineau

Rédactrice en chef : Clémentine Jung - Rédacteur du dossier : Dominique Guillot

Ont participé à ce numéro : les partenaires de la campagne Futuna, Nelly Courtay & Marie Le Clorennec (idées cadeaux), Clémentine Jung (brèves, colonne flotte).

Ifremer : Siège social et rédaction : 155, rue Jean-Jacques Rousseau - 92138 Issy-les-Moulineaux cedex