

CAMPAGNE BIG

Plongée dans les grands fonds !

Le 30 mai, une équipe internationale de scientifiques a mis le cap sur le bassin de Guaymas, dans le golfe de Californie, à bord de L'Atalante pour la campagne BIG. Objectif ? Étudier sources hydrothermales et zones d'émission de fluides froids.



Mis en œuvre par L'Atalante, le sous-marin habité Nautilo doit effectuer 29 plongées.

Momareto en août 2006 ; Serpentine en mars 2007 ; Medeco en octobre de la même année... L'Ifremer se passionne pour l'exploration des grands fonds, un univers encore inconnu que chaque campagne permet de mieux appréhender. Avec BIG (Biodiversité et Interactions à Guaymas), la trentaine de scientifiques embarquée à bord de L'Atalante, souhaite étudier un lieu unique au monde qui met en présence de façon simultanée, sources hydrothermales et zones d'émission de fluides froids. De tels sites sont généralement très éloignés et séparés par des barrières géologiques ou hydrographiques. L'objectif de la campagne, qui se déroulera jusqu'au 9 juillet, est de décrire et de comparer les communautés microbiennes et animales de ces deux écosystèmes en milieu marin profond.

Les sites hydrothermaux de la dépression sud du bassin de Guaymas ont déjà été explorés par les Américains et les Français. Les zones d'émission de fluides froids sont, à l'inverse, encore peu connues. Mais ces deux écosystèmes sont fondés sur la chimiosynthèse microbienne : la vie des communautés animales dépend essentiellement de l'énergie fournie par les composés chimiques du milieu et transformée par des micro-organismes. Ces derniers, parmi lesquels on retrouve des « extrêmophiles » vivant à haute température, ont la particularité de pouvoir fixer le

gaz carbonique en l'absence d'énergie lumineuse.

Les dorsales océaniques, lieu d'écartement des plaques et de formation de la croûte océanique, sont le siège d'une intense activité tectonique, volcanique et hydrothermale. L'eau de mer s'y infiltre dans les fractures du plancher océanique et se réchauffe en approchant des chambres magmatiques. L'eau de mer ainsi chauffée se charge de minéraux variés avant de remonter et jaillir sur le fond à des températures pouvant atteindre plus de 400 °C. Le mélange de ce fluide chaud avec l'eau de mer froide et oxygénée se traduit par des précipitations minérales qui forment des cheminées hydrothermales autour desquelles vit une faune luxuriante. Les sites hydrothermaux du bassin de Guaymas abritent ainsi bivalves et vers polychètes, dont le plus emblématique est le ver géant *Riftia pachytila*.

DEUX ÉCOSYSTÈMES

Par opposition à ces fluides chauds, les « émissions de fluides froids » trouvent leur origine dans les marges continentales, zones majeures d'accumulation de sédiments. Différents processus contribuent à la résurgence, à la surface des sédiments marins, de ces émissions de fluides chargés en hydrocarbures, dont le méthane, l'une

des principales sources d'énergie des micro-organismes chimiosynthétiques. Des populations denses de vers tubicoles et de mollusques bivalves ont déjà été observées, le long d'une faille transformante de la marge de Sonora, au nord du bassin de Guaymas.

En cette « Année internationale de la biodiversité », la campagne BIG va à la rencontre des poissons, invertébrés, bactéries et autres organismes thermophiles (ayant besoin d'une température élevée pour se développer), psychrophiles (qui aiment le froid) et piézophiles (qui aiment la pression). Elle constitue une belle manière de plonger à la découverte de la biodiversité des grands fonds.

Elle se déroule en quatre grandes étapes. Dans un premier temps, l'exploration des sites a permis l'acquisition de données bathymétriques, la cartographie des zones... Est venu ensuite le moment de la caractérisation de l'environnement des deux écosystèmes : prélèvements d'eau, analyses chimiques *in situ*, mesures de débits, réalisation de profils sédimentaires, carottages dans le sédiment.

Les scientifiques s'intéressent maintenant à l'étude des communautés animales et microbiennes avant de conditionner, à bord du bateau, des échantillons pour les travaux ultérieurs en laboratoire (cultures de micro-organismes).

Pour mener à bien ces opérations, divers engins sont mobilisés : le sous-marin habité *Nautilo* réalise des travaux d'observations, des mesures et des prélèvements ; l'AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) *Aster* est utilisé pour des levés bathymétriques et pour sonder la nature des sédiments. Ces opérations se déroulent à 2 000 m de profondeur.

Anne Godfroy (*voir interview*), responsable du Laboratoire de Microbiologie des Environnements Extrêmes (LMEE), orchestre cette campagne BIG menée par le LMEE et le Laboratoire Environnement Profond de l'Ifremer, en partenariat avec l'Université Autonome de Mexico (Mexique), l'Université de Provence et de la Méditerranée, l'IRD, l'Université de Nimjgen (Pays-Bas) et l'Institut de Microbiologie Winogradsky (Moscou, Russie).

Lire le journal de bord de la campagne : http://www.ifremer.fr/institut/actualites/campagne_big_2010

Interview



Anne Godfroy
Responsable du LMEE
Chef de mission

Des questions scientifiques

➤ Quel a été votre parcours jusqu'à ce poste de chef de mission ?

Titulaire d'un doctorat en Biologie des organismes et des populations, j'ai intégré l'Ifremer en 1989. En juin de la même année, je découvrais avec émerveillement lors d'une première plongée dans le *Nautilo*, les sources hydrothermales du pacifique Sud-Ouest. Quelques mois plus tard, nous cultivions au laboratoire nos premières archaebactéries capables de pousser à plus de 80 °C. Je cherche maintenant à comprendre comment les thermophiles, ces micro-organismes hors du commun, interagissent avec leur environnement biologique et minéral.

➤ Quel est votre rôle et quelles compétences sont nécessaires pour l'exercice de cette fonction ?

L'aventure commence bien avant l'embarquement sur le bateau, avec le montage du projet. Le but d'une campagne océanographique est de

suite page 2 ➤

suite de la page 1

répondre à des questions scientifiques. Pour cela, il faut s'entourer des compétences nécessaires. Une fois la campagne programmée, tout s'emballe, entre l'organisation de l'envoi du matériel (compliqué quand il s'agit d'aller à l'autre bout du monde !), la préparation du planning, les demandes d'autorisation... Les six mois qui précèdent l'embarquement sont bien chargés !

À bord, le rôle du chef de mission est multiple. Je dois organiser l'enchaînement des opérations de surface et les plongées du *Nautille*. Elles vont permettre à l'équipe scientifique de répondre aux questions en coordination avec l'équipage et les équipes *Nautille* et AUV. Il faut être réactif, s'intéresser à des domaines scientifiques et techniques parfois bien éloignés de mes bactéries. C'est cela qui est passionnant. Il faut également une bonne dose d'humour !

➤ Quels sont les temps forts de cette campagne ?

BIG est divisée en trois parties. Lors de la première, les géologues ont dressé grâce à l'AUV *Aster*[®], des cartes précises des deux zones qui nous intéressent : les sources hydrothermales de la dépression sud du bassin de Guaymas et les zones d'émission de fluides froids de la marge de Sonora. Cette vision d'ensemble et les plongées *Nautille* nous permettent de définir les cibles sur lesquelles nous travaillons pendant les 2^e et 3^e parties. Elles sont consacrées à la caractérisation comparée des communautés animales et microbiennes et de leurs environnements dans les deux écosystèmes.

En ce qui me concerne, l'un des temps forts de cette campagne est la plongée dans le *Nautille* que j'ai faite au début du Leg 1. Revoir « pour de vrai » les magnifiques bouquets de *Riftia* ! Mais également la remontée des premiers échantillons, le démarrage d'une manip, le déploiement au fond d'un nouvel outil de mesure... Le grand moment, c'est surtout quand le bateau quitte le port : « Ça y est on y est, c'est parti ! ».

➤ Et la suite, à terre et en mer ?

La suite à terre surtout, c'est pour tous les scientifiques embarqués le dépouillement des données, étalé sur plusieurs années : tri de la faune, cultures de micro-organismes, découverte d'une nouvelle espèce... Cela passe par une collaboration durable et productive avec les scientifiques mexicains.

L'étonnante biodiversité des grands fonds

La campagne BIG étudie la biodiversité marine profonde du bassin de Guaymas. La comparaison des deux écosystèmes différents, sources hydrothermales et zones d'émission de fluides froids, passe par l'observation d'espèces animales et microbiennes spécifiques de ces milieux.

Riftia pachyptila, l'espèce emblématique

Riftia pachyptila est emblématique des sources hydrothermales. Ce ver géant peut atteindre plus de 2 m. Il vit dans un tube qui lui permet de se protéger, n'a ni bouche, ni tube digestif, ni anus. Son corps est rempli d'un grand sac (le trophosome), dans lequel vivent des bactéries chimio-synthétiques. Ces bactéries utilisent l'énergie chimique contenue dans les fluides hydrothermaux que leur transmet le ver, via son système sanguin. Les longues branchies de *Riftia* baignent dans les fluides chauds et puisent les éléments chimiques émis par les sources hydrothermales, parmi lesquels se trouve l'hydrogène sulfuré. Les vers et les bactéries vivent en symbiose : ils ont besoin les uns des autres pour leur survie. Les *Riftia* sont présents dans des fluides où la température oscille autour de 20-25°C. Ils servent d'abri et de refuge à plusieurs petites espèces qui vivent en association avec eux.

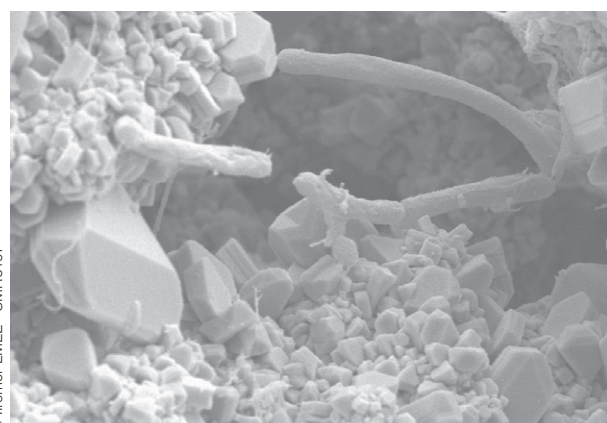


© Ifremer-Nautile / BIG 2010

Methanopyrus kandleri produit du méthane

Methanopyrus kandleri est un micro-organisme, plus précisément une archaebactérie, qui vit à des températures très élevées et qui produit du méthane. Ce « microbe » a été trouvé dans des environnements marins chauds : à 200 m de profondeur à proximité des côtes de l'Islande et à 2 000 m de profondeur dans le Golfe de Californie.

Cette archaebactérie se présente comme un long bâtonnet de 3 à 13 microns de long, pour environ 2 microns de diamètre. L'hydrogène lui sert de source d'énergie, elle se nourrit de gaz carbonique et fabrique du méthane. Elle vit dans une gamme de température comprise entre 84 et 110 °C. Dans ces conditions, ses cellules se divisent toutes les 50 minutes. L'une des enzymes impliquées dans la production de méthane fluoresce naturellement.

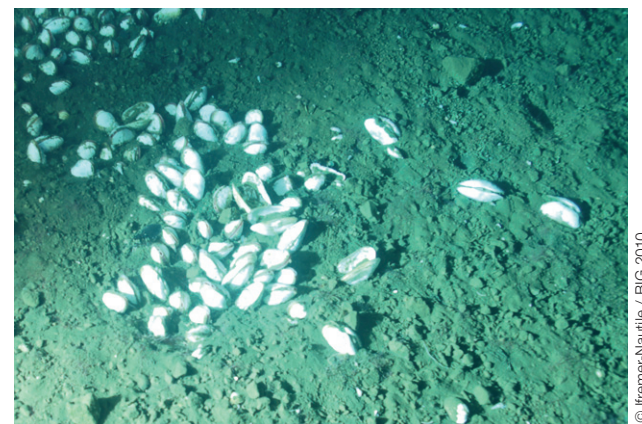


© Ifremer LMEE - UMR6197

Calyptogenia pacifica aime le chaud et froid

Bivalve de la famille des vésicomysidés, *Calyptogenia pacifica* a été découverte au XIX^e siècle. Elle vit en symbiose avec des bactéries chimio-autotrophes qui utilisent l'hydrogène sulfuré comme source d'énergie. Les bactéries, abondantes dans ses branchies, lui apportent la nourriture nécessaire à sa survie. Son système digestif, pratiquement inutile, est réduit. Elle possède un pied très développé qui lui permet d'aller chercher les sulfures dans les sédiments et de se déplacer. Son hémoglobine particulière lui permet de respirer dans les milieux pauvres en oxygène et de fixer les sulfures qui constituent habituellement un poison pour les animaux.

Les membres de cette famille ne peuvent se distinguer sur leur seule morphologie. L'analyse combinée de la morphologie et de la génétique permettra de déterminer si l'espèce qui colonise les sources de fluides froids et les sources hydrothermales du bassin de Guaymas est la même.



© Ifremer-Nautile / BIG 2010

Paralvinella grasslei déploie ses branchies

Paralvinella grasslei, tout comme *Riftia*, est un ver polychète. Il appartient à la famille des Alvinellidés. Il vit sur les pôles très chauds de l'écosystème hydrothermal. On dit même que *Alvinella pompejana*, son proche cousin, est l'espèce eucaryote la plus thermophile. Un doute persiste, mais des températures supérieures à 80 °C auraient été enregistrées à proximité de ces vers.

Paralvinella grasslei colonise les grands édifices de sulfures du bassin de Guaymas. On le retrouve sur des surplombs rocheux au travers desquels percole du fluide hydrothermal. Il vit dans un épais mucus qui le protège contre les conditions extrêmes. Seules ses branchies sont visibles. Elles lui servent à capturer des micro-organismes attachés sur la surface de la roche.



© Ifremer-Victor / Campagne PHARE

CAMPAGNE BIG

Ils sont à bord...

Chef d'opération, écologue, géologue, commandant, biologiste, technicien : le 30 mai à Manzanillo, ils ont embarqué ensemble sur L'Atalante. Les Nouvelles leur ont demandé quelle était leur fonction à bord, ce qu'ils apprennent auprès de l'équipe de L'Atalante et de celles du Nautille et de l'AUV. Elles leur ont aussi demandé de livrer le plus beau moment qu'ils avaient vécu depuis le début de la campagne.

► **Elva Escobar-Briones,**

Écologue à l'Université autonome de Mexico.

En tant qu'experte en mer profonde et en écologie benthique, je mets en place un catalogue de la biodiversité de la zone d'étude. Il sera utile aux chercheurs mexicains, aux étudiants et aux gestionnaires d'aires marines protégées. Il contribuera à améliorer les stratégies de conservation et, côté scientifique à la connaissance de l'abondance des invertébrés et de la biomasse. Il aidera à comprendre la relation symbiotique de la

faune et de leur environnement dans les sites actifs. Le Nautille et l'AUV sont des outils fascinants qui aident à acquérir des connaissances inédites sur le royaume de la mer profonde, sa géomorphologie et les habitats à petites échelles. Elles contribuent, avec l'expertise et le soutien des équipes techniques, à une meilleure compréhension de la vie en mer profonde et de ses processus.

Les plus beaux moments sont ceux de la collaboration, après chaque immersion, avec les scientifiques français en regardant les images et vidéos des fonds et en observant les échantillons collectés par le Nautille.

► **Franck Rosazza,**

Chef d'opération du sous-marin habité Nautille.

Outre ma fonction de pilote responsable technique du Nautille, je suis, dans le cadre de cette campagne, responsable des opérations engins. Au service de l'équipe scientifique, nous mettons en œuvre un vecteur support sous-marin capable de déployer les outillages de la mission. La compréhension des différentes chaînes de traitement des échantillons nous permet de mesurer l'importance de

la qualité du travail à effectuer sur le fond.

En tant que pilote, le beau moment de la mission, c'est la satisfaction après la réussite d'une plongée dans laquelle les objectifs scientifiques s'annonçaient complexes d'un point de vue manipulation et pilotage.

Une plongée de prélèvement de fluide chaud à 15 m d'altitude au sommet d'une cheminée et le déploiement d'un module d'analyse très sensible ont été de beaux moments d'accomplissement de mon métier.

► **Régis Pichard,**

Commandant de L'Atalante.

En tant que commandant, je suis responsable de l'expédition maritime.

La diversité des missions océanographiques que nous menons est une source d'enrichissement personnel toujours renouvelée. Les équipes scientifiques sont souvent très cosmopolites et nous permettent de faire des rencontres humaines improbables dans le monde de la marine marchande.

Cette mission étant mon premier commandement, beaucoup de moments prennent un caractère un peu particulier. Mais s'il faut choisir, je mettrais deux de ces moments à égalité : mon premier appareillage en tant que commandant, sur un navire que j'ai connu comme élève il y a presque quinze ans maintenant, et la première mise à bord du Nautille effectuée sous ma responsabilité.



Sur le pont arrière de L'Atalante, entourant la chef de mission (de gauche à droite) : Elva Escobar-Briones, Franck Rosazza, Régis Pichard, Hélène Ondreas, Anne Godfroy, Patrick Briand et Philippe Noël.

► **Philippe Noël,**

Technicien instrumentation.

Je suis chargé de la préparation et de l'installation des outils de prélèvements scientifiques que manipule le sous-marin. Ces outils sont, soit dans un panier à l'avant du Nautille, soit descendus au fond grâce à des lests.

Ma fonction est proche de cet engin et me permet de voir la rigueur et le sérieux de l'équipe Nautille pour le bon fonctionnement et pour la sécurité de ses passagers. Ces précautions nécessaires sont assorties d'une communication constante entre l'équipage du navire et celle du sous-marin. On sent un grand professionnalisme rassurant lorsque se prépare une plongée.

La plongée que j'ai eue la chance d'effectuer, bien que ce ne soit pas la première, est un moment chargé d'émotion. Je mesure la chance que j'ai de pouvoir regarder le fond marin à ces profondeurs.

► **Hélène Ondreas,**

Géologue à l'Ifremer.

Je travaille avant tout sur le contexte géologique des sorties de fluides, même si je passe beaucoup de temps à la préparation et à la gestion, sous Système d'Information Géographique, des données des engins sous-marins. L'informatisation rapide des moyens a rendu cette fonction incontournable !

À chaque mission, je réapprends la difficulté du travail en mer et la complexité des engins utilisés. On

oublie vite que la mer est un milieu difficile où rien n'est garanti ni gagné d'avance. Il faut être patient et expérimenté, des qualités très présentes chez les équipes navire et engins.

Le plus beau moment depuis mon embarquement à Manzanillo ? Sans aucun doute et même si ce n'est pas la première pour moi, ma plongée Nautille effectuée par 1 600 m sur les sorties de fluides de la marge de Sonora. Explorer une zone inconnue de tous, y découvrir des sites remarquables, observer la vie si présente... tout cela touche à l'exceptionnel et à la magie !

► **Patrick Briand,**

Biologiste à l'Ifremer.

J'ai un rôle important dans la préparation des plongées. Chaque jour, en accord avec les scientifiques et le chef de mission, je crée les profils de navigation. Au retour des plongées, j'édite les rapports de plongées à partir des observations des scientifiques et établis la liste des opérations et prélèvements réalisés sur le fond.

Auprès des équipes Nautille et AUV, j'ai beaucoup appris sur les différents systèmes de navigation utilisés, et

aussi pris connaissance des limites techniques des engins. J'ai découvert l'importante et incontournable phase cachée de la préparation des engins avant la plongée. Auprès de l'équipage, j'ai découvert les techniques de mise à l'eau des submersibles et des lignes de mouillages d'équipements scientifiques, manœuvres dans lesquelles rien ne doit être improvisé.

En tant que biologiste, mon plus fort moment fut l'observation sous la loupe binoculaire d'une population vivante de protistes microscopiques de couleur bleue, ramenés de la zone de Sonora.

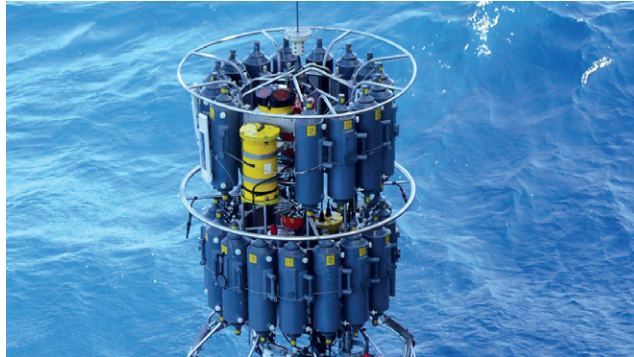
BRÈVES DE MER

L'océan Atlantique Nord livrera-t-il ses secrets ?

La cinquième et dernière campagne de la série Ovide est partie le 7 juin. Ce programme vise depuis 2002, à mieux comprendre la variabilité naturelle de l'océan Atlantique Nord et son impact sur le climat européen.

Dans le cadre d'Ovide, des observations des courants et des propriétés des masses d'eau du tourbillon subpolaire de l'Atlantique Nord sont menées sur dix ans. Cela passe par la réalisation, tous les deux ans, d'une centaine de stations d'hydrographie le long d'une radiale allant du Portugal au Groenland. Sous la direction du chef de mission Virginie Thierry du Laboratoire de Physique des Océans (LPO2), une vingtaine de scientifiques de l'Ifremer, du CNRS, de l'IRD, et de l'Institut en recherches marines de Vigo (Espagne), a embarqué à bord du navire océanographique *Thalassa* de l'Ifremer.

+ d'infos : Suivez le journal de bord d'Ovide jusqu'au 10 juillet sur www.ifremer.fr/lpo/ovide/ovide10



Les scientifiques réalisent des mesures de température, salinité, pression... grâce à une bathysonde complétée de bouteilles de prélèvement.

Flotte & engins

L'Atalante réalise la mission BIG (31 mai au 9 juillet) dans le golfe de Californie. L'étude comparative et la caractérisation des écosystèmes seront entreprises par l'AUV *Aster* et le *Nautil*.

Pourquoi pas ? participe à la mission Sargass (12 juillet au 12 août) pour une cartographie du canyon de Capbreton, afin de comprendre ses mécanismes de formation et ses systèmes turbiditiques. 31 carottages et des mesures géotechniques avec le Penfeld seront réalisés. Le SAR et son passager sismique ainsi que le sondeur grand fond seront aussi mis en œuvre pour des profils des pentes.

Thalassa observe avec Ovide-10 (7 juin au 10 juillet) la variabilité de la circulation et des masses d'eau en Atlantique Nord. Elle sera suivie d'une mission Indemares pour l'Institut Español de Oceanografía (15 juillet au 25 août).

Le Suroît étudie lors de Bobgeo2 (17 au 26 juillet) la géologie et l'écologie des coraux des hauts de pente du golfe de Gascogne, dans le cadre du projet européen CoralFish. Puis il réalise avec Hydrobsmomar (27 juillet au 10 août) la surveillance à long terme de la sismicité de la zone Momar à l'échelle régionale.

L'Europe évalue (24 juin au 29 juillet) les ressources de petits pélagiques du golfe du Lion par écho-intégration et par chalutages lors de la mission Pelmed.

Thalia évalue avec Comor-40 (30 juin au 18 juillet) le stock de coquilles Saint-Jacques en baie de Seine. Le navire sera en arrêt technique jusqu'au 11 août.

Gwen Drez poursuit, avec Isobaie (19 juin au 4 juillet), l'étude des influences terrestres dans l'écosystème de la baie de Vilaine. Puis il sera en arrêt technique jusqu'au 26 août.

Haliotis établit (23 juin au 8 juillet) la cartographie bathymétrique de la zone du cap de la Hague, lors de Bathague, pour développer des modèles hydrodynamiques aux alentours de la centrale nucléaire. Puis avec Estudnor (10 juillet au 30 juillet), il mesure l'épaisseur de la couverture sableuse aux abords de la centrale EDF de Penly. Arrêt technique jusqu'au 1er septembre.

Site flotte : www.ifremer.fr/flotte

Éditions

Données économiques maritimes françaises 2009

Sous la responsabilité scientifique de Régis Kalaydjian
Éditions Quæ, collection Matière à décider, 25€.

Les Données économiques maritimes françaises (DEMF) constituent un outil précieux pour les acteurs de l'économie maritime. L'édition 2009 livre un ensemble de données détaillées sur les activités maritimes françaises, une évaluation de leur poids économique, de leur place dans la concurrence internationale et dans le secteur public. Elle distingue les secteurs industriel (exploitation des ressources marines, activités manufacturières et services) et public non marchand (Marine nationale, intervention de l'Etat en mer, protection de l'environnement côtier et recherche marine). Dirigé par Régis Kalaydjian, économiste au Département d'Économie Marine de l'Ifremer, cet ouvrage est principalement destiné aux professionnels de la mer, gestionnaires et décideurs.



Les secrets des algues

Véronique Leclerc et Jean-Yves Floc'h
Éditions Quæ, collection Carnets de sciences, 22€.

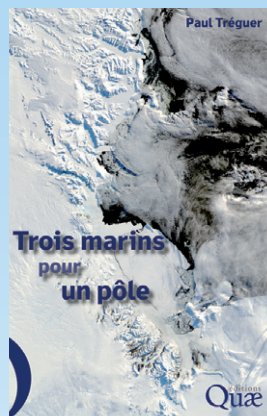


Cet ouvrage présente un large éventail d'algues d'eau douce et d'algues marines dans toute leur diversité, et permet de découvrir tous leurs milieux de vie. Des énigmes, des anecdotes, des balades sur le terrain ou des expériences culinaires accompagnent le lecteur à la découverte d'un monde fascinant et surprenant. Ce livre a reçu le label de l'Année internationale de la biodiversité.

Trois marins pour un pôle

Paul Tréguer
Éditions Quæ, 26€.

1910 : planter le premier le pavillon national au pôle Sud est l'ambition de la Norvège, de la Grande-Bretagne et du Japon. Roald Amundsen, Robert Falcon Scott et Nobu Shirase se lancent dans l'aventure et mettent sur pied des expéditions fameuses, mais dont tous ne reviendront pas vivants. Ce sont les odysées de ces trois hommes, de leurs équipages et de leurs navires qui sont contées dans ce livre. Réussites et échecs de leurs campagnes sont revisités avec les moyens modernes de la connaissance.



Pollutions chimiques accidentelles du transport maritime

Michel Girin et Emina Mamaca
Éditions Quæ, collection Matière à décider, 25€.

Avec l'augmentation, depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, du nombre et du volume de produits chimiques transportés par voie maritime, la question des risques liés a pris une acuité évidente. Cet ouvrage constitue une synthèse de la situation actuelle, s'appuyant largement sur les travaux des organismes scientifiques et techniques du secteur, le Cedre et l'Ifremer en particulier. Il tire pour les professionnels les leçons de l'expérience acquise, tout en restant accessible à tous les publics.



+ d'infos : www.quae.com

Directrice de la publication : Pascale Pessey-Martineau - Rédactrice en chef : Clémentine Jung

Rédacteur du dossier : Dominique Guillot, avec les contributions d'Anne Godfroy, Patrick Briand, Carole Decker, Karine Olu, Jozée Sarrazin, (page 2).

Ont participé à ce numéro : Johanna Martin et Claire Andrade (service presse), Pierre Baron (colonne flotte), Nelly Courtay (éditions).

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