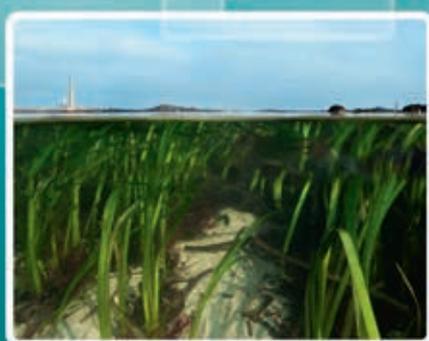


# Rapport annuel 2012



## Faits marquants scientifiques







# L'ACTION SCIENTIFIQUE DE L'IFREMER

04 / CONNAÎTRE LA DYNAMIQUE  
OCÉANIQUE POUR **ENRICHIR  
LE DIAGNOSTIC DU  
CHANGEMENT GLOBAL**

10 / **COMPRENDRE  
LES ÉCOSYSTÈMES  
MARINS** POUR MIEUX  
LES PRÉSERVER

22 / **VALORISER DURABLEMENT  
LES RESSOURCES  
BIOLOGIQUES** DANS  
LEUR ENVIRONNEMENT

40 / **EXPLORER LES FONDS  
MARINS**, IDENTIFIER  
LES RESSOURCES  
ET LES RISQUES

52 / **DÉVELOPPER  
DES TECHNOLOGIES  
ET DES SYSTÈMES  
D'INFORMATION INNOVANTS**

67 / SIGLES ET **ABRÉVIATIONS**

© Ifremer/O. Dugornay



# CONNAÎTRE LA DYNAMIQUE OCÉANIQUE POUR **ENRICHIR LE DIAGNOSTIC DU CHANGEMENT GLOBAL**



## PHYSIQUE DES OCÉANS

### Océan à très haute résolution (OTHR)

L'équipe « Océan à très haute résolution » a été, ces dernières années, à l'origine d'avancées majeures dans la compréhension des interactions entre les fines échelles océaniques (structures de taille inférieure à 5 km) et les très grandes échelles. L'importance de l'impact de ces fines échelles sur la dynamique grande échelle des bassins océaniques, sur la dissipation de l'énergie et aussi sur les interactions physique-biologie, totalement ignorée il y a moins de dix ans, a ainsi été mise en évidence. Ces travaux ont été possibles grâce à l'accès au *Earth Simulator* japonais (Jamstec) et à une forte collaboration scientifique avec

les chercheurs de cet institut. Certains résultats obtenus apportent une justification scientifique au futur satellite altimétrique international SWOT (CNES-NASA). D'autres résultats ont conduit à initier une collaboration étroite avec les géophysiciens pour mieux interpréter les données de sismique-réflexion dans la colonne d'eau en termes de dissipation des tourbillons à moyenne échelle. Ces résultats numériques, obtenus dans le cadre d'une collaboration entre l'UMR LPO (laboratoire de physique des océans), le laboratoire d'océanographie spatiale et le laboratoire de géodynamique et de géophysique, ont conduit à créer un axe dédié à la haute résolution océanique dans le Labex Mer.

© Ifremer/O. Dugornay

## Diagnostic autour des effets du changement climatique

Le projet Ovide s'intéresse à la variabilité de la cellule méridienne de circulation, ainsi qu'aux transports de chaleur, de traceurs et des masses d'eau associées à l'aide d'une section hydrologique entre le Portugal et l'extrémité sud du Groenland. La section Ovide, répétée tous les deux ans depuis 2002 entre Lisbonne et le Groenland, a été de nouveau réalisée en 2012. Treize profileurs ARGO ont été déployés et dix-huit profils de micro-structure ont également été effectués.

Les résultats obtenus dans le programme Ovide ont été valorisés par une publication du LPO dans la revue *Nature Geoscience* de février 2013, également reprise en couverture. Cet article présente des résultats de recherches menées par une équipe de chercheurs de l'*Instituto de Investigaciones Marinas* (Vigo, Espagne) et du laboratoire de physique des océans (LPO, unité mixte de recherche 6523 Ifremer, CNRS, IRD, UBO, Brest), ayant pour objet l'impact du tapis roulant océanique sur la réduction de l'absorption du carbone anthropique dans l'Atlantique Nord entre 1997 et 2006.



L'atelier international, organisé fin 2012 par le laboratoire de physique des océans sur l'instrumentation à très haute résolution en liaison avec l'axe 1 du Labex Mer : « *Diagnosis of vertical exchanges at submesoscales - and their impacts on ecosystems - from satellite and in situ observations* », a permis, pour la première fois, de réunir les scientifiques ayant déjà réalisé des expériences à la mer dédiées aux fines échelles océaniques. Des premières conclusions ont été tirées à propos d'une future expérience dédiée aux fines échelles. Certains instruments très prometteurs, comme l'acoustique sous-marine ou la sismique pour la biologie, apparaissent dorénavant incontournables pour une telle expérience.

Une première mondiale : l'Arvor profond a dépassé soixante cycles à

# 3 500 m

de profondeur.

### Projet Equipex NAOS : Arvor profond

Une maquette d'un flotteur profond (Arvor profond – 3 500 m) a été déployée avec succès lors de la campagne Strasse, en août 2012, au milieu de l'Atlantique. Cette extension répond au besoin de suivi des masses d'eau profondes, qui jouent un rôle clé dans l'étude du changement climatique. L'objectif de profondeur a été atteint grâce à l'utilisation de matériaux composites, à l'adaptation de la technologie de motorisation et à l'évolution du capteur CTD. L'Arvor profond a dépassé soixante cycles à 3 500 m et a transmis des profils au standard Argo et des profils de haute résolution. L'atteinte et le maintien en cycles d'un profileur Argo à 3 500 m de profondeur constitue une première mondiale. La phase d'industrialisation est réalisée avec la société NKE.



© Ifremer/O. Dugornay

▲  
Test de flotteurs (ou profileurs) Provor (avec sonde oxygène) au bassin d'essais du centre Ifremer de Brest



## OCÉANOGRAPHIE SPATIALE

### Smostorm+

Le satellite SMOS a démontré de nouvelles capacités à fournir des données pour l'amélioration de la prévision des ouragans. Les scientifiques du Cersat ont contribué à cette découverte grâce aux techniques développées sur l'évaluation de la vitesse des vents de surface à partir des images de température SMOS.

### Glace de mer

Les données satellites analysées au laboratoire d'océanographie spatiale (distribuées et archivées via le Cersat) permettent de quantifier quotidiennement l'étendue de la banquise. En Arctique, celle-ci diminue rapidement depuis une décennie et, cette année, un minimum record de surface de banquise a été atteint le 16 septembre 2012 avec 3,5 millions de kilomètres carrés de surface gelée seulement, soit 700 000 km<sup>2</sup> de moins qu'en 2007, année du précédent minimum, laissant ainsi le passage du Nord-Est (via les eaux russes) complètement libre de glace. La figure ci-dessous présente les étendues de banquise en septembre en 2012 (rouge), 2007 (bleu) et pour la moyenne des années 1992-2006 (blanc) sur cette période. Sur cette période, la surface de banquise perdue représente six fois la surface de la France métropolitaine.

▲  
 Étendues de banquise arctique au moment du minimum annuel (septembre) pour l'année 2012 (rouge), 2007 (bleu) moyenne des années 1992 à 2006 (blanc)

## UN RECORD DE HAUTEUR DE VAGUES OBSERVÉ

Dans une étude publiée en décembre 2012 dans le *Bulletin of American Meteorological Society*, une équipe du LOS, en collaboration avec des chercheurs de plusieurs organismes (université du New Hampshire, NOAA, CLS, SHOM, université des Açores et IPGP) a mis en évidence un nouveau record des plus hautes vagues jamais mesurées dans l'océan.

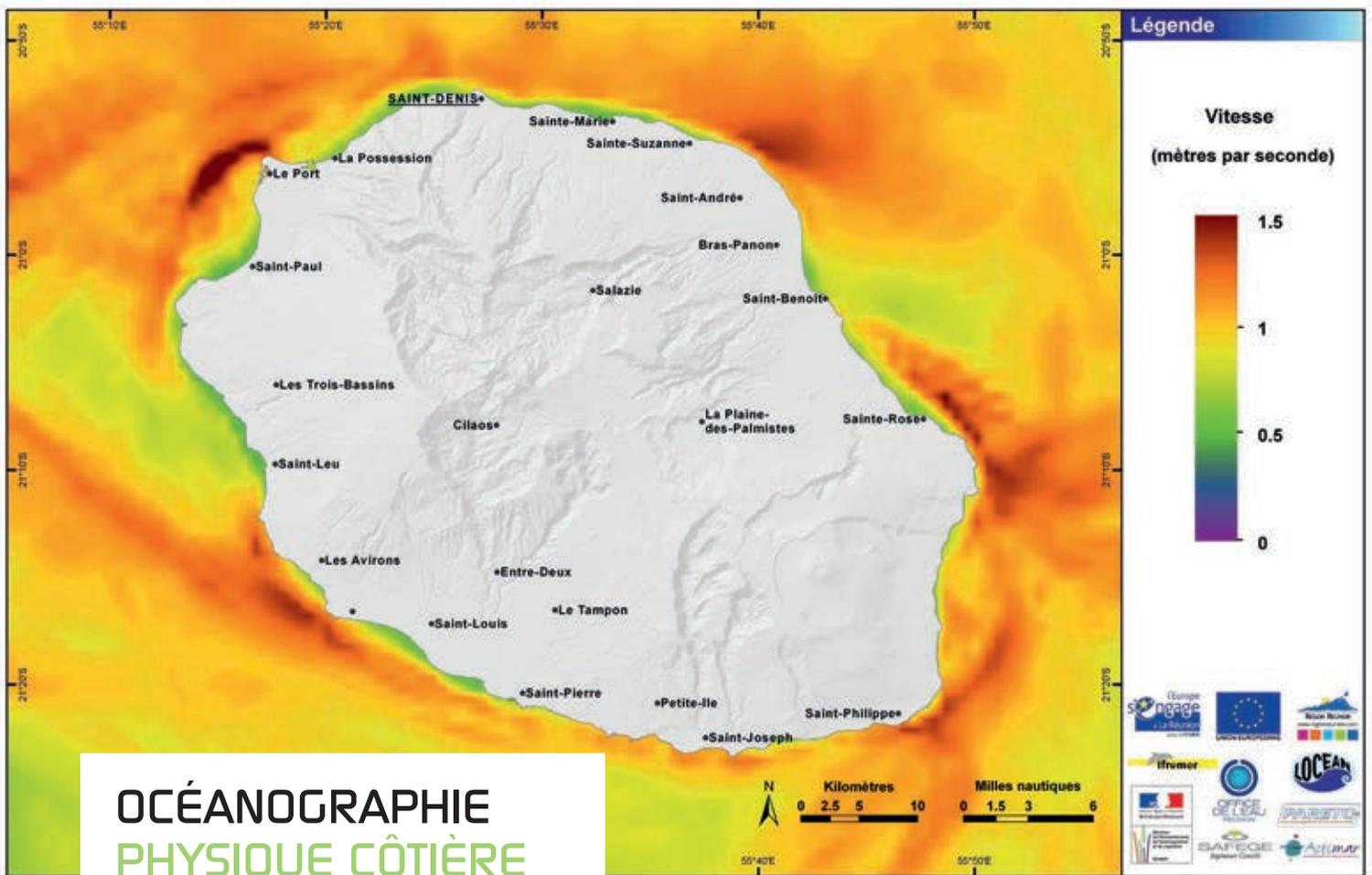
Les vagues géantes de la tempête Quirin, survenue en février 2011 dans l'Atlantique Nord, ont été mesurées par un altimètre radar du satellite Jason 2 opéré par le CNES, Eumetsat, la NASA et la

NOAA. La valeur de 20,10 m enregistrée le 14 février 2011 est la plus forte « hauteur significative » mesurée par un altimètre depuis le début de ce type de mesures, à la fin des années 1980. Cette « hauteur significative » est une moyenne des hauteurs des vagues. Bien que ce radar ne puisse pas mesurer la hauteur des vagues une par une, les statistiques des hauteurs de vagues suggèrent que la plus haute vague de Quirin mesurait probablement plus de 36 m de haut. Des vagues plus hautes ont probablement déjà existé, mais elles n'ont pas encore pu être mesurées au milieu de l'océan. L'analyse de la tempête Quirin montre que les très fortes hauteurs sont rendues possibles par le déplacement de la dépression à la même vitesse que les vagues.

**20,10 m**

C'est la plus forte « hauteur significative » des vagues géantes de la tempête Quirin mesurée par un altimètre radar du satellite Jason 2.

Publication sur les vagues monstres du BAMS, qui réunit une très grande partie du LOS pour un travail collectif : HANAFIN Jennifer, QUILFEN Yves, ARDHUIN Fabrice, SIENKIEWICZ Joseph, QUEFFEULOU Pierre, OBREBSKI Mathias, CHAPRON Bertrand, REUL Nicolas, COLLARD Fabrice, CORMAN David, DE AZEVEDO Eduardo B., VANDEMARK Doug, STUTZMANN Eleonore (2012). Phenomenal sea states and swell from a North Atlantic Storm in February 2011: a comprehensive analysis. *Bulletin Of The American Meteorological Society*, 93(12), 1825-1832. Publisher's official version : <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00128.1>, Open Access version : <http://archimer.ifremer.fr/doc/00094/20538/>



## OCÉANOGRAPHIE PHYSIQUE CÔTIÈRE

L'Ifremer étudie la dynamique côtière à l'échelle dite « régionale » (Manche, golfe de Gascogne, Méditerranée nord-occidentale, océan Indien autour de l'île de La Réunion) et à une échelle plus « côtière », voire « littorale » (golfe du Lion, estuaires des grands fleuves français, lagunes, atolls polynésiens). L'année 2012 a vu en particulier la publication d'un numéro spécial du *Journal of Marine Systems* édité à l'issue du colloque Isobay organisé à Brest sur la physique du golfe de Gascogne (sept publications de l'Ifremer).

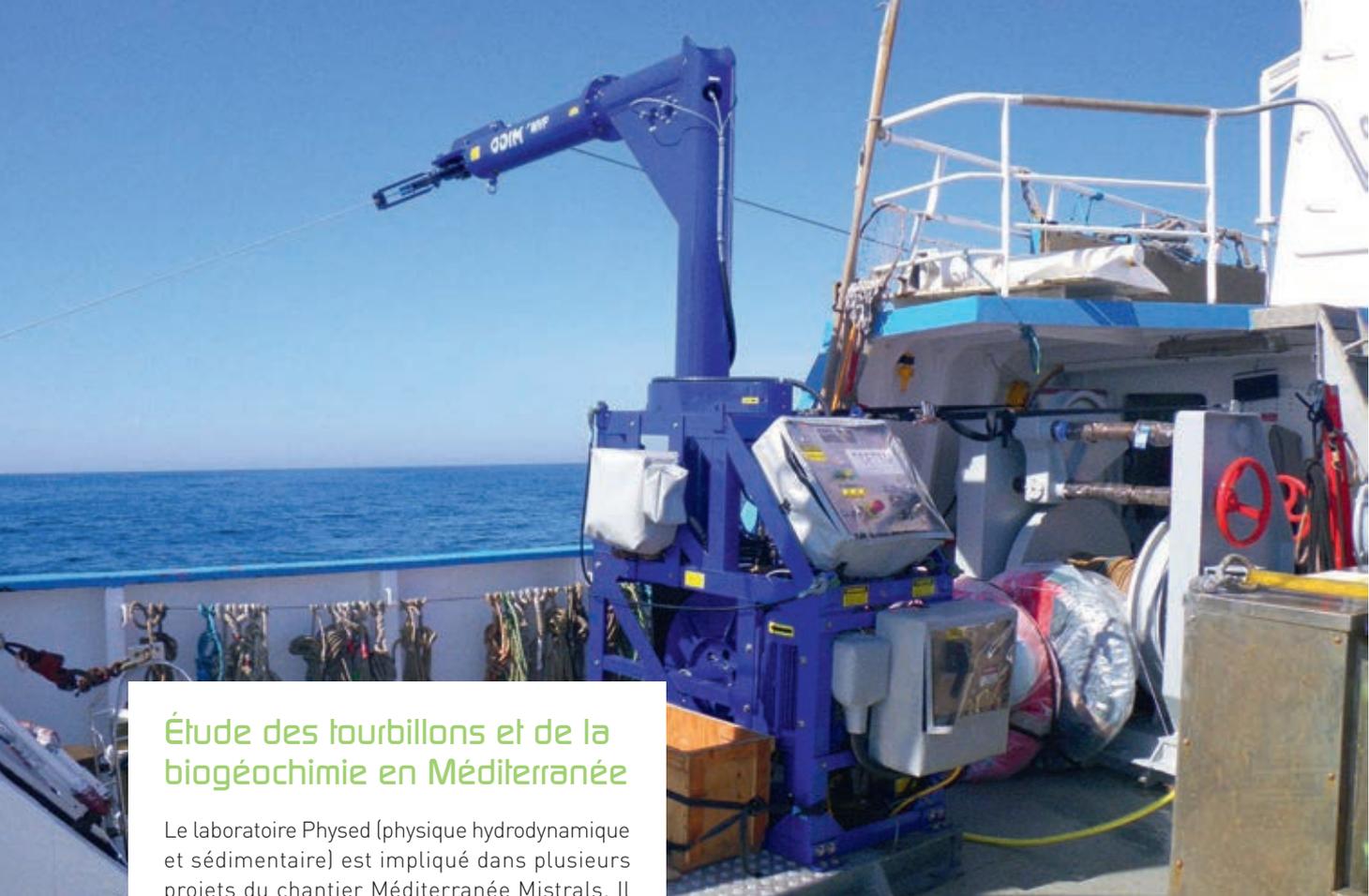
# 104

publications sur le thème  
« Mieux connaître la  
circulation océanique pour  
enrichir le diagnostic du  
changement global »

▲  
Vitesse maximale du courant de surface

## ONDES INTERNES À LA RÉUNION

Le projet Hydrorun (2011-2013) vise à comprendre et expliquer les processus de circulation des masses d'eau à l'échelle côtière de La Réunion pour développer des outils de modélisation hydrodynamique comme supports d'aide à la gestion de la frange littorale. Les mesures de courants et de niveaux effectuées en 2011 et 2012 ont montré que les modèles numériques sous-estimaient systématiquement la variabilité observée. Cette variabilité a pu être expliquée par la présence d'ondes internes : au contact du relief des fonds (reliefs très accusés s'agissant d'îles volcaniques), les courants de marée excitent des oscillations de couches d'eau de grande amplitude (dizaines de mètres), qui se propagent lentement de part et d'autre du relief. Elles ont la période de la marée (12-24 heures) et se déforment au cours de leur propagation en fonction des conditions de température. Les conditions de propagation des ondes internes dépendent donc de la structure en température de l'océan, elle-même liée à des structures tourbillonnaires dont la dynamique exacte est très difficile à anticiper. Ces travaux ont donc montré l'intérêt de poursuivre des recherches poussées sur les ondes internes, afin d'améliorer les capacités de simulation réaliste de la dynamique côtière dans toutes les régions du globe présentant des configurations semblables à celles de La Réunion.



## Étude des tourbillons et de la biogéochimie en Méditerranée

Le laboratoire Physed (physique hydrodynamique et sédimentaire) est impliqué dans plusieurs projets du chantier Méditerranée Mistral. Il intervient sur les volets physiques en lien avec des problématiques de production primaire, d'halieutique et de contamination chimique. Dans ce contexte, le printemps 2012 a vu la succession de deux campagnes à la mer dans le golfe du Lion, mettant en œuvre une instrumentation originale sur le *Thétys*. La campagne Imedia (instabilités méso-échelles détection instrumentation analyse), effectuée conjointement avec le laboratoire Environnement Ressources Provence-Azur-Corse (LER/PAC), a permis de traquer, puis observer, les tourbillons qui se développent dans le courant Nord, grâce à l'utilisation d'un nouvel instrument remorqué : le MVP (*Moving Vessel Profiler*).

Elle a été suivie par une campagne Mermex, fédérant le LOV, le LSCE, l'université de Montpellier et l'Ifremer, pour mieux comprendre la structure du réseau planctonique et valider les modèles hydrosédimentaires et biogéochimiques développés en Méditerranée nord-occidentale. Cette campagne a permis d'investiguer près de vingt stations du Rhône à Sète et d'effectuer deux radiales avec un poisson remorqué, faisant des mesures dans les cent premiers mètres de la colonne d'eau (mesures de température, salinité, turbidité et chlorophylle).

Ces campagnes ont également permis de calibrer et de réaliser la maintenance des instruments de la bouée Mesurho, installée à l'embouchure du Rhône, pour la mesure de paramètres hydrologiques (température, salinité, fluorimétrie, nutriments), hydrosédimentaires (courant, vagues, turbidité) et météorologiques.



*Mise en œuvre de profileur MVP sur le pont du N/O Tethys II lors de la campagne Imedia*

## Dynamique estuarienne

Les estuaires, zones clés du continuum continent/océan, constituent un domaine de recherche majeur en environnement côtier. Les travaux menés en 2012 sur l'estuaire de Seine sont représentatifs des problématiques scientifiques également abordées par l'Ifremer sur les autres grands estuaires métropolitains. Cofinancées par le programme scientifique Seine Aval et le programme EC2CO/PNEC, ces études ont notamment permis d'analyser et de valoriser les observations acquises entre 2008 et 2011 sur la dynamique du bouchon vaseux et des particules en suspension dans la colonne d'eau en combinant de manière innovante les techniques de mesures optiques et acoustiques, via un partenariat avec l'université de Caroline du Sud (États-Unis) et l'université de Plymouth (Royaume-Uni). Ces observations ont également été utilisées pour valider le nouveau modèle curvilinéaire MARS3D mis en place sur l'estuaire. Les résultats de modélisation ont été valorisés dans le cadre du projet Messcene (Fondation de France) dédié à la détermination d'habitats potentiels passés, actuels et futurs via l'utilisation d'un SIG-Habitats fonctionnels mis en œuvre par le GIP Seine Aval.

Le projet C3E2 (conséquences du changement climatique sur l'écogéomorphologie des estuaires) aborde également la problématique estuarienne sous l'angle du changement climatique et son impact sur l'écogéomorphologie des estuaires. La question du débordement des eaux estuariennes vers la plaine alluviale a fait l'objet, en 2012, de mesures *in situ* (hydrodynamiques et sédimentaires) et de modélisation 3D fine échelle en association avec la société Artelia, l'université de Bretagne occidentale et le GIP Loire Estuaire, partenaires du projet. Un premier travail d'adaptation morphologique d'estuaire schématique en réponse à différents scénarios d'évolution du changement climatique a également été réalisé.

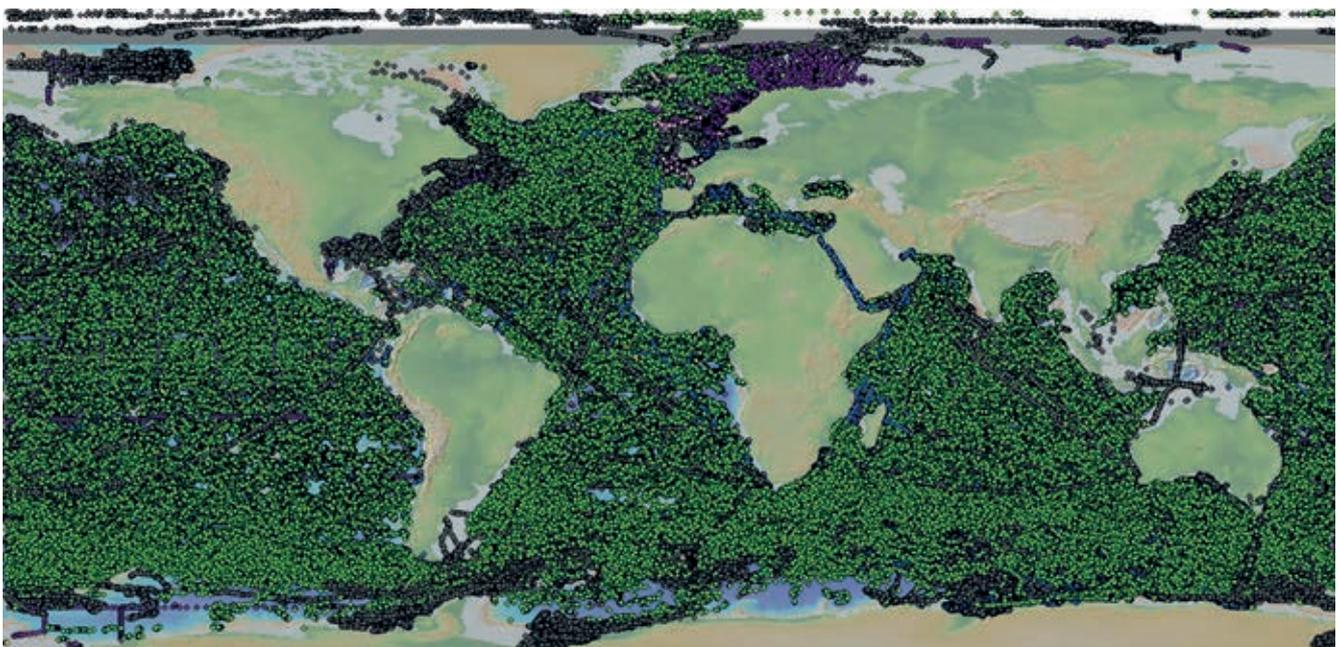
# OCÉANOGRAPHIE OPÉRATIONNELLE

Le programme européen GMES/Copernicus a mis en place un service européen d'océanographie opérationnelle (service marin de GMES/Copernicus) couvrant l'océan global et les mers régionales européennes ; il est coordonné par Mercator-Océan, ce qui conforte la position de la France dans le service marin de GMES/Copernicus. La majeure partie des développements de ce service ont été réalisés dans le cadre des projets MyOcean-I&II. Les quatorze principaux partenaires de ces projets, dont l'Ifremer, se sont associés afin de préparer la mise en place d'un futur centre européen d'océanographie opérationnelle (ECOMF, *European Centre for Ocean Monitoring and Forecasting*). Un accord entre les quatorze partenaires d'ECOMF et EuroGOOS (*Nicosia Strategic Partnership*) a été signé fin 2012 afin d'organiser cette interaction entre le service européen et les services nationaux.

Au niveau international, le programme international GOOS vient de se doter d'une nouvelle structure de gouvernance (*GOOS Steering Committee*) à laquelle l'Ifremer participe. Il doit mettre en place les recommandations du symposium Oceanobs09 sur l'observation globale des océans, avec une extension vers la biogéochimie et la biologie. L'Ifremer contribue par ailleurs au programme *Global OceanView* (coordination internationale de l'océanographie opérationnelle), qui a mis en place un groupe de travail sur les couplages hauturiers/côtiers.

## MODÉLISATION DES VAGUES

Des avancées dans la compréhension des vagues et leur modélisation, du large à la côte, ont été réalisées. Elles se sont traduites par une valorisation scientifique (ex. : FILIPOT J.-F. and F. ARDUIN (2012), A unified spectral parameterization for wave breaking: from the deep ocean to the surf zone, *J. Geophys. Res.*, 117, C00J08, doi:10.1029/2011JC007784) et par un enrichissement des modèles d'océanographie côtière opérationnelle.



▲  
Coriolis/MyOcean : couverture 2009-2012. Échelle océan global

# COMPRENDRE LES ÉCOSYSTÈMES MARINS POUR MIEUX LES PRÉSERVER



## RECHERCHE, OBSERVATION ET SURVEILLANCE EN ENVIRONNEMENT LITTORAL

### L'unité Littoral

Composée de neuf laboratoires Environnement littoral et Ressources aquacoles (LER) et du laboratoire PHYC (phycotoxines), répartis sur les trois façades maritimes métropolitaines, l'unité Littoral représente un plateau technique procurant un accès à la mer et aux données, des moyens analytiques et une grande diversité de compétences en matière de recherche. Les liens tissés avec les acteurs socio-économiques (gestionnaires, professionnels de l'aquaculture et de l'halieutique, pouvoirs publics...), les acquis dans le domaine de l'observation et de la surveillance de la mer côtière, confèrent à cette unité des atouts pour développer des coopérations avec les structures de recherche de proximité et fournir une expertise aux collectivités territoriales et aux services déconcentrés de l'État.

Les deux laboratoires Environnement Ressources de la façade méditerranéenne illustrent bien les bénéfices de leur implantation régionale : leur compétence et leur efficacité dans les activités de surveillance et d'observation de la mer leur ont permis de contribuer à établir des diagnostics (contamination chimique de la Méditerranée, impact de grandes métropoles sur la contamination, réseau de suivi lagunaire du Languedoc Roussillon, outil de prévision des maïgues, etc.). Plus généralement, ces dix laboratoires ont su établir des partenariats forts avec cinq agences de l'eau (Artois-Picardie, Seine Normandie, Loire-Bretagne, Adour-Garonne, Rhône Méditerranée et Corse). Ces laboratoires ont engagé un effort pour renforcer leur activité de recherche, qui se traduit par une augmentation croissante des publications scientifiques. Les résultats de l'évaluation en 2012 par l'Aeres confirment cette dynamique.

▲  
*Paysage sous-marin  
de Bretagne (rade de  
Brest). Ophiures noires  
(Ophiocoma nigra)  
et alcyons jaunes  
(Alcyonium digitatum)*

## JOURNÉES RÉPHY 2012

Les journées Réphy 2012 se sont tenues les 25, 26 et 27 septembre au centre Ifremer de Nantes. Elles ont réuni environ cent cinquante participants, dont une moitié d'extérieurs (représentants de la DEB, de la DGAL, des services déconcentrés de l'État, des agences de l'eau, du CNEPM, des professionnels de la pêche et de la conchyliculture, des universitaires, des représentants du Cetmef et de l'Anses – Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail). Les exposés ont montré les différentes facettes du Réphy : environnementale et sanitaire ; recherche et surveillance. Cette édition 2012 des journées Réphy a été marquée par une forte participation de chercheurs avec, en particulier, une série d'exposés et une table ronde sur les toxines ASP et l'espèce *Pseudo-nitzschia*.



© Ifremer/O. Dugornay

## Efflorescence d'*Alexandrium* en rade de Brest



© Ifremer/O. Dugornay

Le début de l'été 2012 a été marqué par des efflorescences exceptionnelles d'*Alexandrium minutum* en rade de Brest. Des concentrations supérieures à quarante millions de cellules de ce dinoflagellé extrêmement toxique (production de toxines paralysantes PSP) ont été observées en juillet dans la rivière de Daoulas. Cette algue se développe surtout en milieu estuarien. De telles efflorescences n'avaient jamais été observées dans ce secteur, mais la réactivité des équipes qui sont intervenues dans le cadre des procédures du Réphy a permis de fournir des résultats d'analyse aux services de l'État dans un délai de quarante-huit heures. Aucun cas d'intoxication grave n'a été signalé. Des prélèvements et analyses complémentaires ont été réalisés afin de mieux comprendre les causes et la dynamique de ces efflorescences.

« Des efflorescences exceptionnelles d'*Alexandrium minutum* en juillet en rade de Brest : plus de quarante millions de cellules à production de toxines paralysantes PSP »





## Campagne de prélèvement de carottes sédimentaires pour une étude sur la paléocéologie du phytoplancton

Des prélèvements ont été réalisés en novembre 2012 en rade de Brest dans le cadre du projet Veshpa (nouvelles méthodologies pour l'étude des variations des habitats et des communautés phytoplanc-toniques anciennes du milieu côtier), soutenu par le Labex Mer. Ces carottes sédimentaires vont être analysées, en vue d'une appréhension de l'historique de l'évolution de la diversité du phytoplancton, avec un focus sur l'espèce *Alexandrium minutum* et pour la mise au point d'indicateurs chimiques d'eutrophisation.

### Emergent-MER

Dans le cadre du Réseau national d'observation de la qualité du milieu marin (RNO) puis, depuis 2008, du Réseau d'observation de la contamination chimique (Rocch), un suivi de la contamination du littoral par les PCB a été réalisé sur les mollusques bivalves. Les résultats ont mis en évidence une très forte contamination de l'estuaire de la Seine avec, cependant, une importante diminution du niveau de contamination depuis 1989. La banque d'échantillons du Rocch, gérée par l'unité Biogéochimie et Écotoxicologie, présente donc un réel potentiel pour un suivi pérenne de l'évolution temporelle de la contamination de l'environnement marin côtier, mais également pour l'acquisition de nou-

velles connaissances sur des contaminants, pour lesquels très peu de données sont disponibles (contaminants émergents). Ainsi, dans le cadre de l'action Emergent-MER, des analyses ont pu être réalisées sur des échantillons archivés de la mytilothèque pour des contaminants émergents tels que les retardateurs de flamme bromés et, plus récemment, les composés perfluorés. Les données obtenues sont archivées dans la banque de données Quadrigé<sup>2</sup>. Cette action fait l'objet d'une contractualisation pluriannuelle dans le cadre de la convention Ifremer-Onema, qui verra les travaux étendus à d'autres contaminants émergents.

### GDR MARCO

Au plan stratégique, l'objectif du GdR MarCo est de réunir et de structurer la communauté scientifique française partageant les objectifs thématiques liés à la compréhension de la dynamique spatiale des populations marines.

Il s'agit de stimuler la communication dans le réseau réuni dans le GdR, afin de créer la synergie nécessaire à l'établissement d'un réseau de recherche pluridisciplinaire actif dont les objectifs sont :

- la synthèse et la modernisation des méthodes d'analyses moléculaires, statistiques et bio-informatiques existantes et le suivi bibliographique et méthodologique, afin de proposer, à terme, une sélection d'outils disponibles à une communauté scientifique élargie ;
- l'établissement de structures collaboratives organisées permettant de développer des projets communs et d'élaborer des réponses à des appels d'offre de type ANR, ESF ou européens, intégrant les outils et résultats issus des différentes disciplines représentées au sein du GdR ou dans les collaborations qui en découleront ;
- la formation pluridisciplinaire de jeunes chercheurs, en promouvant la connectivité géographique et thématique entre les différentes équipes et la communication scientifique ;
- l'organisation de groupes de travail et d'écoles thématiques (ou modules de Master), afin de réaliser les synthèses et les avancées nécessaires et de promouvoir la formation.

Les deux assemblées générales du GDR MarCo (novembre 2011 et octobre 2012) ont donné l'occasion à quarante, voire cinquante participants, d'échanger sur les derniers résultats de leurs recherches, points de blocages et projets pluridisciplinaires. Pour l'année 2012, quatre mini-projets collaboratifs, destinés à promouvoir les interactions et échanges d'étudiants entre équipes de différentes disciplines, ont été retenus et font l'objet d'un financement de la direction scientifique de l'Ifremer. Pour l'année 2013, plusieurs ateliers de travail sont en préparation en vue d'initier les participants aux disciplines qui ne constituent pas leur cœur de métier, mais présentent une complémentarité essentielle dans l'étude de la connectivité (modélisation, génétique des populations, mise en place de réseaux d'AMP...).

## Déterminisme et dynamique des efflorescences du genre *Pseudo-nitzschia* dans les eaux bretonnes

Le projet Dynapse (dynamiques des efflorescences et de la toxicité des espèces phytoplanctoniques nuisibles du genre *Pseudo-nitzschia*) a étudié le déterminisme et la dynamique des efflorescences à *Pseudo-nitzschia* dans les eaux de Bretagne en relation avec les paramètres du milieu. Il visait, en particulier, à identifier la dynamique des espèces les plus toxiques et à mettre en évidence le rôle des facteurs hydrologiques favorisant leur prolifération, afin d'aboutir à un schéma des risques d'apparition de la toxicité ASP. L'originalité du projet résidait dans le suivi à haute fréquence, pendant la période favorable au développement de ces algues (printemps), d'une zone fréquemment touchée par les toxines ASP (baie de Concarneau) pour retracer la dynamique des blooms. La détermination au niveau spécifique de *Pseudo-nitzschia* a été réalisée par l'emploi de méthodes génétiques (PCR) couplées au dosage simultané de l'acide domoïque présent dans le milieu. L'importance et l'impact de *Pseudo-nitzschia* sur l'ensemble des côtes bretonnes, à la fois d'un point de vue scientifique et d'un point de vue économique, ont été mis en évidence.

## Une plate-forme d'évaluation et de modélisation des écosystèmes marins côtiers

L'Ifremer s'est forgé une compétence reconnue aux niveaux national et européen pour l'évaluation et la prévision de l'état écologique et physique des écosystèmes marins côtiers. En appui à l'évaluation et à la prévision de l'état des masses d'eau, l'institut a développé la plateforme de modélisation MARS, qui est utilisée pour évaluer les risques d'eutrophisation dans le cadre de groupes de travail européens (Ospar).

Cette plate-forme fait l'objet de co-développements avec d'autres organismes de recherche nationaux (module de dérive larvaire Ichtyop avec l'IRD, couplage entre MARS et le module biogéochimique ECO3M développé par le MIO et le module MET&OR de l'Ifremer). Le savoir-faire de l'Ifremer a permis d'implanter cette plate-forme sur l'ensemble des façades métropolitaines et de l'utiliser pour analyser des processus côtiers comme l'eutrophisation et la dynamique sédimentaire ou caractériser le milieu (capacité trophique, habitats halieutiques). À ces outils opérationnels, il convient d'ajouter le développement et la validation d'un algorithme empirique pour l'analyse des images satellites de couleur de l'eau permettant d'évaluer les teneurs en chlorophylle dans les zones côtières. Ce travail est complété par un portail d'informations interactif ([www.ifremer.fr/envlit](http://www.ifremer.fr/envlit)), qui traduit les résultats de la surveillance environnementale à destination des acteurs de la zone côtière et du grand public. Ces données, acquises sur tout le littoral métropolitain, s'appuient sur le système de bancarisation Quadrigé<sup>2</sup>, qui constitue la principale composante marine du système national d'information sur l'eau, retenue comme telle, notamment par le ministère en charge de l'Écologie.

Fin 2012, le modèle d'écosystème marin ECO-MARS3D de l'Ifremer a été utilisé pour définir le bon état écologique (pour le descripteur « eutrophisation ») de la DCSMM dans les trois sous-régions marines de la façade Manche-Atlantique, ainsi que pour évaluer les conséquences à attendre de divers niveaux de réduction des apports à la mer en nitrate et en phosphate par les fleuves français.

Au niveau européen, les outils de cartographie des habitats marins développés par l'Ifremer sont reconnus. L'Ifremer coordonne le projet MeshAtlantic, qui vise à construire une base de connaissances sur les habitats côtiers, avec les pays européens membres de l'espace atlantique.

## ANR Paralex

L'ANR Paralex, démarrée en 2010 (collaboration Station biologique de Roscoff), s'est intéressée à l'étude et à la modélisation des dynamiques hôte-pathogène appliquées à *Alexandrium minutum*, ainsi qu'à des dinoflagellés co-existants. De nombreuses campagnes d'échantillonnage en rivières de Rance et de Penzé ont permis d'isoler des souches clonales d'hôtes (690 pour *A. minutum* et 270 d'espèces co-existantes) et de parasites (230 de *Parvilucifera* et 60 d'*Amoebophrya*). Des essais d'infections croisées ont été ensuite menés, ainsi que le géotypage des parasites. Les mesures de paramètres de mobilité et de croissance de plusieurs espèces et souches de pathogènes eucaryotes de Penzé ont été réalisées et ont permis la paramétrisation d'un modèle IBM (*Individual-based Modeling*) de dynamique hôtes/pathogènes. Une fois testée la capacité prédictive de cette approche, ce modèle a été utilisé pour réaliser une étude théorique des dynamiques hôtes/prédateurs potentielles en fonction de paramètres biologiques tels que croissance, infectivité, comportement de nage...

## DCE (DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU)

En 2012, l'Ifremer s'est fortement impliqué dans le soutien à la mise en œuvre de la DCE auprès de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité, de l'Onema et des agences de l'eau.

L'Ifremer a coordonné au plan scientifique et technique les actions DCE eaux littorales en métropole et apporté un appui au déploiement de la DCE dans les DOM.

De nombreuses études de développement méthodologique et d'acquisition de connaissances ont été menées au niveau national et dans les différents bassins. Des actions spécifiques (exemple : campagne exceptionnelle sur les contaminants émergents) ont été menées en prévision de la révision du plan de surveillance DCE en 2014.

L'Ifremer a participé à des essais inter-laboratoires en hydrologie et sur des indicateurs biologiques.

L'évaluation de l'état écologique a été finalisée et a fait l'objet d'une restitution sous l'égide des directions ministérielles concernées. Cette évaluation a permis de faire le point sur l'existant et d'initialiser la définition d'indicateurs qui soient réalistes du point de vue de la surveillance à mettre en œuvre et en correspondance avec les programmes de mesures à mettre en place. On notera en particulier la nécessité de la prise en compte du rendement maximum durable dans le cadre de la bonne cohérence entre la DCSMM et la future PCP.



## DCSMM (directive cadre Stratégie pour le milieu marin)

Pour le compte du ministère de l'Écologie, l'Ifremer a poursuivi, en 2012, la coordination scientifique et technique des travaux d'expertise relatifs au volet « état écologique » de l'évaluation initiale (EI) de la DCSMM et de la définition du bon état écologique (BEE). Ce rôle de l'institut l'a conduit à mobiliser – en interne ou dans d'autres organismes – des experts de nombreuses disciplines. Un travail de synthèse a été réalisé sur l'évaluation initiale et le bon état écologique à partir des contributions des experts et chefs de file.

Dans le cadre de l'élaboration du programme de surveillance de la mise en œuvre de la DCSMM, dont la finalisation était requise pour le 15 juillet 2013, l'Ifremer a été chargé du pilotage des travaux sur les thématiques suivantes : « espèces commerciales », « eutrophisation », « conditions hydrographiques », « contaminants », « questions sanitaires » et « déchets marins ». À cette occasion, un recensement des dispositifs de collecte de données existants a été réalisé au cours du dernier trimestre 2012.

L'Ifremer a aussi pris en charge le rapportage, pour la France, de l'état écologique de l'évaluation initiale et du bon état écologique de la DCSMM.

Sur la base d'objectifs environnementaux définis par les autorités déconcentrées, l'Ifremer a, conjointement avec l'AAMP, inventorié les indicateurs existants associés à ces objectifs et, en particulier, les indicateurs énumérés par la décision de la Commission européenne en date du 1<sup>er</sup> septembre 2010.

Au niveau français, le processus de mise en œuvre de la DCSMM s'est traduit par la parution, en décembre 2012, des arrêtés relatifs à la définition du BEE, à l'évaluation initiale et aux objectifs environnementaux.

Un appui significatif a de plus été apporté au MEDDE par les experts de l'institut, à l'échelon européen, en participant à des réunions organisées par la Commission européenne, les conventions des mers régionales (Ospar et Barcelone) et le CIEM dans le cadre du processus de mise en œuvre de la DCSMM.

Enfin, l'institut participe au projet européen « Stages », qui vise à recenser les lacunes de connaissance de l'écosystème marin et à identifier les thématiques de recherche à développer en priorité pour établir les bases scientifiques requises pour atteindre et maintenir le bon état écologique des eaux marines.

## INTERREG MARNET (MARINE ATLANTIC REGIONS NETWORK)

Marnet rassemble un réseau d'organismes de recherche associés à des entités régionales, ayant un intérêt commun à analyser et valoriser les ressources marines disponibles, en mettant en place un réseau socio-économique maritime. Ce réseau a pour but de créer et collecter des données socio-économiques maritimes comparables et les utilisera en appui aux initiatives de développement socio-économique maritime en zone atlantique. Il examinera l'utilité économique de l'environnement marin, issue de la productivité des écosystèmes marins sur l'arc atlantique. Il visera enfin à soutenir la compétitivité et le développement durable de la zone périphérique atlantique par la mise à disposition continue d'un jeu de données solide.



© Ifremer/O. Dugornay

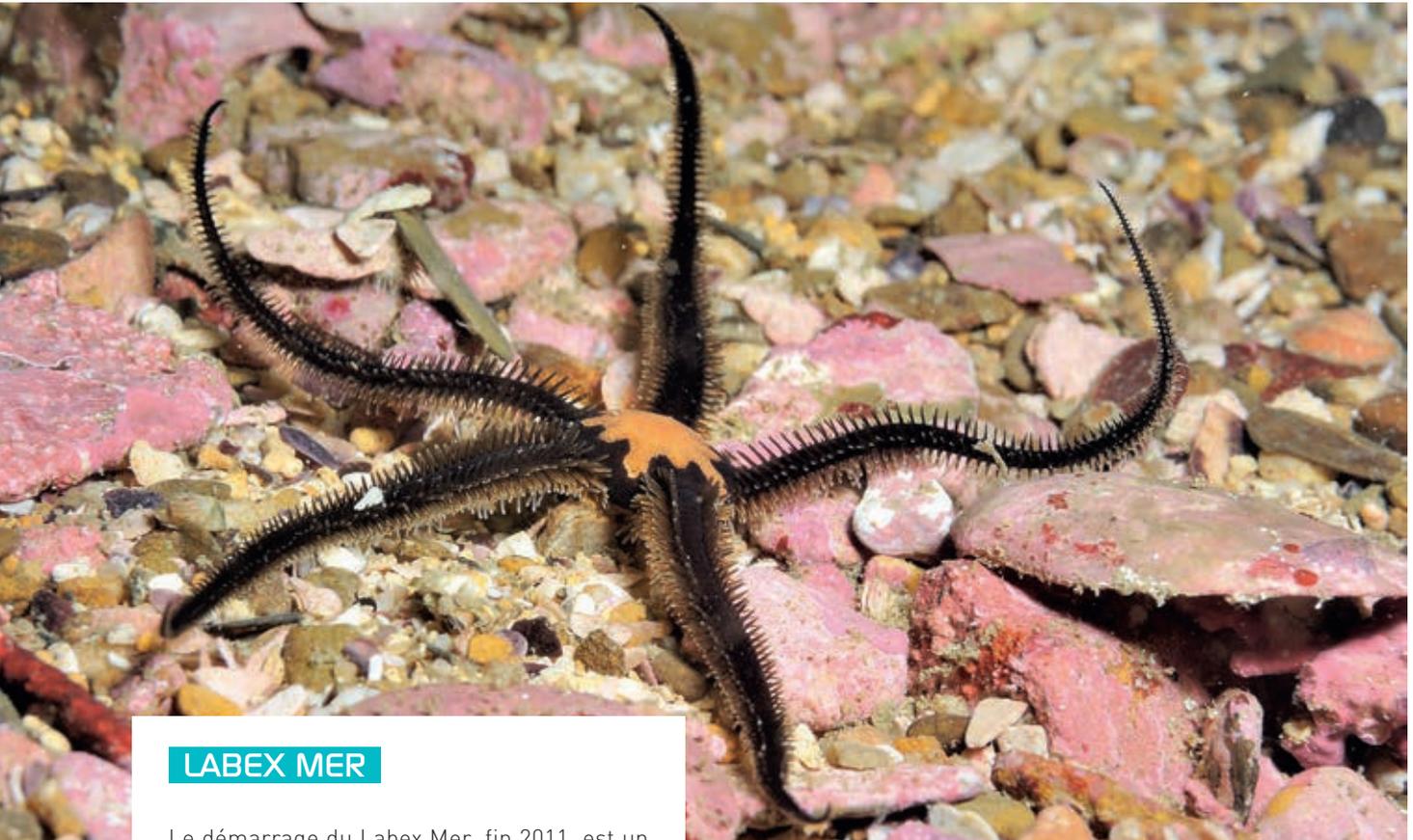
## MARÉES VERTES

L'Ifremer participe au comité scientifique du plan Algues vertes, qui a évalué, jusqu'en juillet 2012, les huit projets de bassin versant à très basse fuite d'azote répondant à l'appel d'offre préfectoral. La préfecture de Bretagne a utilisé et mis sur internet les huit avis collégiaux publiés par ce comité et a, par ailleurs, présenté officiellement, le 27 avril 2012, le rapport d'évaluation du CGEDD et du CGAAER sur la recherche faite depuis vingt-cinq ans en Bretagne, notamment par l'Ifremer, sur le mécanisme de marées vertes. Ce rapport, dirigé par Mr. CHEVASSUS-AU-LOUIS, disponible sur Internet depuis mai 2012, conforte les résultats et les avis émis par l'Ifremer.

## Le colloque WGFASST sur la surveillance des écosystèmes

L'Ifremer a organisé avec l'IRD, du 24 au 27 avril 2012 CIEM au centre de Brest, le groupe de travail WGFASST 2012. Le ICES WGFASST a été créé en 1984 suite à une recommandation de l'ICES en 1982. Il rend compte de ses travaux au conseil scientifique du groupe du CIEM sur « Science et technologie pour la surveillance des écosystèmes ». Ce groupe est également à l'initiative, tous les cinq ans environ, d'un symposium international. Le dernier, intitulé « ICES Symposium on the Ecosystem Approach with Fisheries Acoustics and Complementary Technologies », a eu lieu à Bergen (Norvège) en 2008. En 2002, il s'était tenu à Montpellier et était co-organisé par l'Ifremer et l'IRD.

Le groupe WGFASST se réunit chaque année et constitue le seul lieu d'échange international pour la communauté des acousticiens, halieutes et écologistes marins. Il regroupe régulièrement une centaine de participants d'une vingtaine de pays. Cette communauté, centrée au départ sur les méthodes acoustiques, s'ouvre depuis plusieurs années aux autres approches, optiques en particulier. L'objectif est de contribuer, par ces méthodes d'observation, aux approches écosystémiques pour améliorer les évaluations et la gestion des ressources marines vivantes, comprendre les mécanismes et les processus de changement et de stabilité et paramétrer et évaluer les modèles de structuration et fonctionnement des écosystèmes.



© Ifremer/O. Dugornay

## LABEX MER

Le démarrage du Labex Mer, fin 2011, est un élément structurant qui permet, pour l'unité de recherche Dynéco, de renforcer les connaissances et la compréhension du fonctionnement des zones côtières dans le contexte particulier du changement climatique, avec un axe dédié à l'évolution des habitats marins, à l'adaptation des populations et au rôle de la biodiversité, à la coordination duquel participe l'Ifremer. Ce Labex ouvre de nouvelles possibilités, notamment par l'accueil de jeunes chercheurs internationaux de haut niveau et la mise en place de formations innovantes. Une chaire internationale en écologie évolutive a ainsi démarré, fin 2012, pour trois ans, dans l'UMR Lemar (IUEM, Ifremer, IRD). Les sujets de recherche associés impliquent plusieurs laboratoires de l'Ifremer (PFOM, Dynéco), notamment pour l'étude expérimentale des réponses adaptatives de certaines espèces d'intérêt patrimonial ou économique (récifs d'hermines, huître creuse).

Le Labex Mer finance par ailleurs des projets permettant de tester des idées nouvelles et l'accueil de chercheurs invités. En 2012, l'unité Dynéco a ainsi obtenu un soutien pour une application originale des isotopes, l'utilisation des outils de génomique pour identifier des espèces de phytoplancton dans des archives sédimentaires et une collaboration avec un chercheur américain pendant trois mois sur la modélisation de la réponse de l'huître *Crassostrea virginica* à des changements environnementaux.

▲  
*Ophiure noire* *Ophiocomina nigra*  
en rade de Brest

## Zone atelier Brest-Iroise

Un autre élément structurant et complémentaire vient de la labellisation par le CNRS de la zone atelier (ZA) Brest-Iroise en 2012. Portée par le Lemar et le LETG, elle associe l'Ifremer dans les trois thèmes scientifiques (Vulnérabilité et risques côtiers ; Changement global, état écologique et perspectives socio-écosystémiques ; Gestion, usages, conservation) et deux axes transversaux (Interactions entre sciences et société ; Modèles et système d'information). Ce dispositif facilitera les interactions entre acteurs scientifiques et socio-économiques autour des enjeux (pressions liées à l'anthropisation, existence d'un parc marin, risques côtiers) liés à cette zone d'étude. Il faut souligner que c'est la seule ZA typiquement marine à l'échelle nationale. L'Ifremer est directement impliqué dans l'animation de cette ZA (axe transversal Modélisation et Système d'information). Ses compétences en modélisation, cartographie et écologie benthique et les études déjà menées dans cette zone conduiront à un renforcement des projets collaboratifs.

## Colloque international Isoecol 2012

L'Ifremer (ODE/Dynéco-laboratoire d'écologie benthique), associé à l'IUEM, a organisé la huitième édition du colloque Isoecol, qui s'est tenu au Centre des congrès de Brest du 20 au 24 août 2012, pour la première fois en France. Ce colloque international réunit tous les deux ans une communauté internationale de chercheurs travaillant à la compréhension des processus écologiques et biologiques en utilisant l'outil des isotopes stables naturels (essentiellement  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{18}\text{O}$  et  $^2\text{H}$ ). Cette édition a rassemblé deux cent trente-deux chercheurs et étudiants de trente-sept pays. Elle a permis de présenter les avancées en terme d'isotopie écologique et de mettre à l'honneur la recherche finistérienne en écologie marine, puisqu'un grand nombre des utilisateurs de cet outil se trouvent dans les centres de recherche bretons (Ifremer, IUEM, Roscoff).

## Étude des populations d'ophiures épigées *Ophiothrix fragilis* et *Ophiocomina nigra* à la pointe de Bretagne : évolution et écologie trophique

Objet principal de la thèse d'Aline BLANCHET (Dynéco-Écologie benthique), soutenue en décembre 2012, ce travail a permis tout d'abord de valider et de quantifier un phénomène de prolifération de l'ophiure *Ophiocomina nigra* inédit, d'une grande intensité à la pointe de Bretagne, générant de profondes modifications en rade de Brest en interaction avec *O. fragilis*. L'approche conjointe des isotopes stables et des marqueurs d'acides gras a confirmé la capacité d'*O. nigra* à exploiter une grande diversité de sources de nourriture présentes à différents niveaux trophiques, lui conférant un avantage vis-à-vis d'*O. fragilis*, laquelle a pourtant été décrite comme stable dans la rade de Brest. L'importance du matériel détritique disponible dans de tels systèmes productifs et la capacité de l'espèce à l'exploiter pourraient en partie expliquer le succès de cette espèce opportuniste. Ces résultats prédisent un changement dans le fonctionne-

ment de l'écosystème de la rade de Brest et soulignent la nécessité de tenir compte d'une espèce « quasi ignorée » jusqu'à présent dans les études d'impact et qui s'avère, au travers de cette étude, être une espèce « clé » dans les changements observés.



## Participation au projet ANR Amorad

Suite à l'accident de Fukushima, l'ANR a lancé un appel à projets « Recherche en matière de sûreté nucléaire et de radioprotection » dans le cadre des investissements d'avenir. L'IRSN coordonne ce projet, qui a été retenu et va durer huit ans. Le volet environnemental comporte quatre axes sur les thèmes atmosphère, continental, marin, écotoxicologie. L'Ifremer (Dynéco/Physed) est associé aux aspects hydrodynamique et dynamique sédimentaire, sur les zones ateliers Manche, Gascogne, Méditerranée, Japon, en collaboration avec le laboratoire d'aérodynamique de Toulouse. Le projet porte sur la qualification, par observation et modélisation, de la dispersion des radionucléides dans l'eau et leur devenir dans le sédiment (enfouissement, relargage, transport), dans un contexte d'accident. En marge de ces contributions principales, des ateliers exploratoires en écotoxicologie seront également organisés.

## PCB EN MILIEU MARIN

Suite au dépassement des teneurs maximales réglementaires en polychlorobiphényles (PCB) chez des espèces de poissons d'eaux douces et estuariennes, les ministères en charge de l'Écologie, de la Santé, de l'Agriculture et de la Pêche lançaient, le 6 février 2008, un plan d'actions sur les PCB visant, entre autres, au développement de connaissances scientifiques sur cette famille de contaminants.

Les actions de recherche et de développement obtenues durant les trois années du plan ont permis d'établir un bilan des connaissances environnementales sur les PCB. Ce bilan a été réalisé en prenant en compte les principaux enjeux de gestion liés à la pollution des milieux aquatiques par cette famille de contaminants, dans le but d'en dégager les enseignements transposables à d'autres familles de contaminants organiques persistants (retardateurs de flamme bromés, composés perfluorés, etc.). Le séminaire de restitution a été organisé par l'Onema, le ministère en charge de l'Écologie et l'université Bordeaux I, en partenariat avec les ministères en charge de l'Agriculture et de la Santé, qui a eu lieu le jeudi 31 mai 2012 à l'université Bordeaux I. Il s'adressait aux représentants des structures impliquées dans l'évaluation des risques environnementaux et sanitaires et dans la gestion de la qualité des milieux aquatiques. Il regroupait également des experts scientifiques français et internationaux actifs sur la problématique des PCB.

L'unité Biogéochimie et Écotoxicologie, et plus particulièrement le laboratoire de biogéochimie des contaminants organiques (LBCO), a présenté trois communications orales et participé à la table ronde sur les « perspectives de transfert des connaissances acquises sur les PCB à d'autres polluants organiques d'intérêt émergent ».



© Ifremer/RBE/BE/LBCO

▲  
Analyse des PCB au laboratoire de biogéochimie des contaminants organiques de l'Ifremer Nantes

## Protéines et enzymes thermostables

Les travaux concernent la recherche et la caractérisation des facteurs protéiques et des enzymes impliqués dans la réplication, la réparation et la recombinaison de l'ADN de procaryotes marins hyperthermophiles, se développant dans des conditions défavorables du point de vue anthropique. L'ambition est de mettre en place une approche de biologie des systèmes sur un organisme marin pour mieux comprendre les processus équivalents chez les eucaryotes supérieurs, plus complexes mais toutefois apparentés. D'autre part, ces protéines présentent un intérêt biotechnologique dans le domaine de l'ingénierie de l'ADN. Une part de notre activité consiste à évaluer les possibilités de transfert des connaissances vers des applications de type diagnostiques ou biotechnologiques.

Concernant l'ADN polymérase et les applications biotechnologiques, les résultats principaux concernent :

- la caractérisation structurale et fonctionnelle de l'ADN polymérase B en présence du produit de désamination de la cytosine, l'uracile,
- la caractérisation enzymatique de l'ADN polymérase D en présence de l'uracile. Ce projet fait l'objet d'une collaboration avec les professeurs B. CONNOLLY, de l'université de Newcastle (Royaume-Uni) et Y. ISHINO, de l'université de Fukuoka (Japon),
- la performance originale en PCR de l'ADN polymérase D (e.g., résistance supérieure aux inhibiteurs par rapport à la *Taq*, enzyme la plus représentative des kits commerciaux).

Pour la maintenance génomique et réseau d'interaction, l'étude des potentialités biotechnologiques du RPA a été poursuivie, grâce à l'obtention d'un fonds de maturation.

*Un séminaire sur l'évaluation des risques environnementaux et sanitaires et la gestion de la qualité des milieux aquatiques*

# BIOGÉOCHIMIE ET ÉCOTOXICOLOGIE

## GDR-I- Execo

Le GDR-I-Execo « Exposition aux contaminants et effets écotoxicologiques le long du continuum milieu continental-milieu côtier » est un groupe de recherche international transatlantique en écotoxicologie. Coordonné par l'unité Biochimie et Écotoxicologie de l'Ifremer Nantes, il regroupe les équipes du réseau d'écotoxicologie québécois nommé le CIRE (Centre interinstitutionnel de recherche en écotoxicologie du Québec : INRS Santé à Montréal, Institut des sciences de la mer à Rimouski, université de Concordia, université de Montréal, université de Mac Gill, Aquarium de Québec, Biosphère Canada, Biodôme de Montréal, Environnement Canada à Montréal, Centre de recherche en biotechnologie marine, Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec), ainsi que des équipes académiques et des organismes nationaux distribués suivant un arc atlantique (université du Havre, université de Bretagne occidentale, INRA de Rennes, université d'Angers, centre Atlantique de l'Ifremer, université de Bordeaux).

Il a pour objectif général d'étudier les effets biologiques des contaminants chimiques le long du continuum eau continentale et eau marine, suivant trois axes :

- la caractérisation des relations entre l'exposition aux composés parents et à leurs produits de dégradation et les effets biologiques au niveau individuel ;
- l'analyse des conséquences de l'exposition des stades précoces sur les effets au niveau des populations de poissons et de bivalves ;
- l'analyse des effets trans-générationnels des contaminants chimiques.

Le GDR I Execo a été initié en 2009 à l'initiative de l'unité Biochimie et Écotoxicologie de l'Ifremer dans la continuité du premier GDR d'écotoxicologie marine (GDR Imophys 2003-2007). Le GDR Execo bénéficie des labels Ifremer, INRA et CNRS pendant la période 2009 à 2013. La dynamique du GDR a tout d'abord permis de structurer une communauté d'écotoxicologistes français autour de la thématique des effets biologiques des contaminants chimiques, observables à partir de la cellule jusqu'aux populations vivants le long du continuum estuarien. Élargie à un réseau québécois, le GDR-I-Execo a permis l'échange d'une réflexion commune en écotoxicologie aquatique. Celle-ci est organisée autour d'un séminaire annuel (Écobim : Écotoxicologie et biologie marine), de l'échange de chercheurs

avec, notamment, le soutien de l'ambassade de France , l'encadrement d'étudiants en thèse, l'accueil de post doc, l'obtention d'un projet ANR Blanc IPOC (Interactions entre la pollution et les changements climatiques : développement d'une stratégie de surveillance : 2012-2014), la création d'une revue scientifique internationale, *Xenobiotics*, en 2012 et la rédaction d'un numéro spécial de la revue *Environmental Sciences and Pollution Research* publié en 2013.

Sur une période de dix ans, la continuité d'action coordonnée par l'Ifremer depuis 2003 dans les deux GDR Imophys et Execo a constitué un tremplin pertinent pour la mise en œuvre d'une thématique de recherche en écotoxicologie sur « les effets biologiques étudiés à partir du gène jusqu'à la physiologie » ; la structuration des fondements du labex Cote en 2011 et la structuration d'une communauté scientifique française d'écotoxicologie, aujourd'hui élargie, lors du séminaire annuel Écobim, aux universités de Metz et de Reims, à l'École Pratique des hautes études de Lyon, à l'Irstea de Lyon et à l'Ineris.

*Étude du risque chimique d'exposition suivant le continuum eau continentale et eau marine*





▲  
*Rivage du bassin  
d'Arcachon*

## LABEX COTE

Le LabEx Cote (*Continental to coastal ecosystem : evaluation, adaptability and governance*) associe sciences biologiques, écologiques et sociaux économiques dans l'objectif d'analyser et de comprendre les perturbations multiples auxquelles sont soumis les écosystèmes aquitains (étudiés suivant un continuum forêts, agro-systèmes, rivières et estuaires) et leurs conséquences sur les services qu'ils peuvent rendre, au premier rang desquels l'accès aux ressources et leur exploitation à long terme.

Le projet repose sur :

- un volet recherche, constitué de trois axes :
  - identification des facteurs de changements environnementaux et impacts sur l'écosystème
  - réponses des écosystèmes et mécanismes d'ajustement (résistance et adaptation)
  - réponse à long terme : démarche plus prospective couplant une approche pluridisciplinaire faisant largement appel à la modélisation ;
- un volet transfert, visant à optimiser la dissémination, le transfert et l'exploitation des résultats au travers d'une cellule d'expertise ;
- un volet enseignement, ayant pour but d'accroître l'attractivité à l'international (organisation d'une école d'été internationale, mobilité des doctorants).

Piloté par le PRES de Bordeaux, il regroupe dix laboratoires spécialistes des écosystèmes terrestres et aquatiques et rassemble deux cents chercheurs. L'unité de recherche Biogéochimie et Écotoxicologie de l'Ifremer, ainsi que le laboratoire Environnement Ressources du département Océanographie et Dynamique des écosystèmes d'Arcachon sont partenaires des quatre institutions représentées dans ce labex avec l'université de Bordeaux, l'Irstea et le CNRS.

## Projet ANR « Gimepec » (programme Contaminants Écosystème Santé)

Le projet Gimepec a pour objectif d'étudier le rôle que pourrait avoir la contamination chimique du milieu dans les épisodes de mortalité estivale d'huître creuse. Il propose une base génétique pour expliquer une perte de résistance des huîtres aux stress physiologiques et environnementaux. Les dommages sur le matériel génétique de l'huître pourraient être la conséquence d'un impact génotoxique exercé par les phytosanitaires et dont les altérations au génome (lésions primaires, dommages irréversibles aux chromosomes) seraient responsables d'une perte de robustesse des huîtres. Celle-ci se traduirait par des performances physiologiques diminuées en terme de croissance, survie, immunité et reproduction. Parce qu'il ne peut être exclu que les effets délétères induits par les pesticides puissent être transmis d'une génération à l'autre, les effets trans-générationnels de l'exposition aux pesticides seront tout particulièrement étudiés.

Pour cela, le projet fait appel à des compétences pluridisciplinaires et est organisé selon deux approches complémentaires : une approche expérimentale réalisée à l'écloserie Ifremer de La Tremblade en conditions contrôlées et une approche *in situ* dans l'estuaire de la Charente.

Les connaissances acquises dans le cadre du projet Gimepec contribueront, non seulement à la compréhension des causes de la surmortalité qui touche la filière ostréicole, mais elles autoriseront également une évaluation des flux saisonniers d'herbicides dans l'estuaire de la Charente et une meilleure connaissance des effets toxiques des pesticides chez les mollusques bivalves. Ce projet permettra ainsi l'étude des interactions entre aquaculture et environnement.



Les premiers résultats obtenus montrent une toxicité du diuron pour l'huître creuse après exposition à ces concentrations environnementales. Une diminution significative de 20 % du poids des géniteurs exposés au diuron a été observée. Alors qu'aucun effet n'a pu être démontré sur la reproduction (développement de la gonade, dosage des stéroïdes sexuels), la formation de lésions structurales primaires de l'ADN et une altération modérée de l'immuno-compétence ont pu être démontrées chez les géniteurs exposés au diuron. L'effet génotoxique est observé, non seulement dans les hémocytes, mais également dans les gamètes, après analyse des spermatozoïdes des géniteurs mâles exposés au diuron. La transmission de matériel génétique endommagé pourrait être responsable de l'impact négatif observé sur le taux de recrutement de la descendance du groupe exposé à l'herbicide (diminution du taux d'éclosion, augmentation des anomalies de développement). Au stade naissain, les analyses en cytométrie en flux ont également permis de montrer la transmission d'aneuploidie ADN, à une fréquence similaire à celle observée *in situ* dans les sites les plus touchés par les mortalités.



© Ifremer/Projet Gimepec

▲ Récupération des tissus de géniteurs après exposition au diuron pour analyses biologiques et chimiques



## APPROCHE ÉCOSYSTÉMIQUE EN HALIEUTIQUE

**MyFish, projet européen  
sur les stratégies de gestion  
pour atteindre le rendement  
maximal durable**

Dans le cadre de ce projet, l'unité « Ecologie et modèles en halieutique coordonne un cas d'étude intégrateur sur les pêcheries et habitats de la grande-vasière dans le golfe de Gascogne.

Le concept de rendement maximal durable (RMD) a été adopté comme principe fondamental dans le *Livre vert sur la réforme de la politique commune des pêches* (PCP) en 2009. Ceci implique que la gestion des stocks doit intégrer le rendement maximal durable d'ici 2015. Ce but est d'autant plus difficile à atteindre qu'il n'existe aucun consensus sur l'interprétation des termes « durabilité » et « rendement » et que nous ne savons pas quels pourraient être les effets sur l'écosystème et les effets socio-économiques de la gestion d'un stock basé sur le RMD.

# VALORISER DURABLEMENT LES RESSOURCES BIOLOGIQUES DANS LEUR ENVIRONNEMENT



*Pour une pêche équilibrée  
respectueuse de la chaîne  
alimentaire*

L'objectif du projet Myfish est de définir le RMD dans toutes ses variantes, en favorisant le rendement plutôt que la biomasse et en tenant compte du fait que les différentes espèces marines ne vivent pas isolées dans l'écosystème. De plus, Myfish redéfinira le terme « durable ». Celui-ci devra signifier qu'un bon niveau environnemental (MSFD) a été atteint, que les situations socio-économiques non acceptables ont été évitées et que les niveaux de risques sont acceptables. En bref, Myfish vise à intégrer le concept du RMD aux principes généraux de la politique commune des pêches: l'approche de précaution et l'approche écosystémique. Le projet consiste à atteindre ces deux objectifs, en considérant l'ensemble des régions gérées par les comités consultatifs régionaux (CCR) et en intégrant, tout au long du projet, la participation des principaux acteurs concernés (industries de la pêche, ONG

et gestionnaires). Les modèles existants sur les pêcheries et l'écosystème seront modifiés de façon à développer des stratégies de rendement qui soient acceptées par le maximum d'acteurs, sans perdre de vue la réduction de l'impact sur l'écosystème et des effets socio-économiques.

Des plans d'actions seront proposés et les aspects socio-économiques confiés à la perspicacité des acteurs. Enfin, les effets des changements environnementaux et socio-économiques sur les variants du RMD seront étudiés afin de développer des procédures pour rendre l'approche RMD robuste à ces changements. Le projet met en œuvre l'expertise de vingt-six partenaires de disciplines différentes, comprenant les sciences halieutiques (pour les pêcheries et les écosystèmes) et les sciences économiques et sociales.

## DES NOUVELLES DU SYSTÈME D'INFORMATION HALIEUTIQUE

Les campagnes halieutiques, co-financées par l'Europe (DCF) et l'Ifremer et le programme d'observation des rejets à la mer (Obsmer), co-financé par l'Europe (DCF), la DPMA et l'Ifremer, sont autant d'outils permettant de caractériser la biodiversité halieutique en intégrant de plus en plus la composante habitats au sens large par anticipation à la mise en œuvre de la DCSMM. Ainsi la campagne Pelgas (petits pélagiques dans le golfe de Gascogne) est devenue une campagne écosystémique à part entière, avec l'échantillonnage de paramètres biotiques (e.g. zooplancton) et abiotiques (densité) et pourrait être retenu comme modèle d'intégration des différentes observations. La nature des rejets est cruciale pour comprendre la fraction de l'écosystème échantillonnée via la sélection opérée par l'engin de pêche, pour une meilleure appréhension des impacts, en particulier sur le fonctionnement de la chaîne trophique.

La campagne côtière Pelmed-12 (27 juin au 1<sup>er</sup> août, Toulon) est une mission de l'Ifremer visant à évaluer les ressources de petits pélagiques du golfe du Lion par écho-intégration et des chalutages pélagiques, principalement de jour. En Méditerranée nord-occidentale, la majorité des populations reproductrices d'anchois se situe sur le plateau continental du golfe du Lion et en Catalogne Nord au mois de juillet, d'où le choix de cette période pour la réalisation de cette campagne. Ces travaux sur la pêche des petits pélagiques sont rendus nécessaires en raison de l'exploitation intensive par les chalutiers et les senneurs du golfe du Lion, mais aussi par les flottilles étrangères. Les débarquements ont atteint un niveau important depuis 1989. Désormais, ils se situent au troisième rang de la production méditerranéenne en poids et au deuxième en valeur. Cette pêcherie nécessite, de manière récurrente, la fourniture d'avis pour sa gestion, l'évaluation du stock continuant à donner de forts signes de baisse.

La réalisation du programme 2012 de la *Data Collection Framework* a été conduite à son terme, que ce soit pour les observations à la mer (Obsmer), les observations au débarquement (Obsdeb), ainsi que l'acquisition des données d'activité et d'usages. La participation aux groupes de travail européens (CIEM, CSTEP) a été conforme aux attentes et la réponse de l'Ifremer aux saisines de la DPMA a été jugée très satisfaisante. L'Ifremer a contribué à l'instruction du dossier de l'inscription des données économiques au Conseil national de l'information statistique (CNIS), permettant une certification de qualité sur le programme d'acquisition des données.



Chalut rempli d'anchois à bord du navire L'Europe

© Ifremer/C. Munsch

## Vers une nouvelle approche de la pêche ?

### Réflexion autour du concept de « pêche équilibrée »

Un collectif international de scientifiques propose, dans un article de position paru dans la revue *Science*, un nouveau regard sur la sélectivité de la pêche. Leurs travaux, menés autour du concept d'une « pêche équilibrée », constituent une réflexion pour une meilleure prise en compte de la biodiversité et des écosystèmes dans la gestion des pêches. L'article reprend notamment les résultats récents de Marie-Joëlle ROCHET, co-auteur de l'article et chercheur au centre Ifremer Atlantique.

#### **Un nouveau paradigme par rapport à la « pêche sélective » conventionnelle...**

« Dans le monde, la gestion des pêches a beaucoup misé, outre les quantités pêchées, sur l'augmentation de la sélectivité : on cible les espèces d'intérêt commercial et, en jouant sur l'engin ou sur la taille des mailles du filet, on sélectionne les plus grands individus pour permettre la croissance des jeunes et les laisser participer à la reproduction. Or cette pêche sélective ne s'intéresse qu'au contenu du filet et à sa valeur potentielle. L'idée développée dans l'article, c'est de rapporter les captures dans une zone donnée à ce qui est « au fond » : la composition de l'écosystème marin », explique Marie-Joëlle ROCHET, chercheur halieute à l'Ifremer et co-auteur de l'article. « On passe alors d'un point de vue économique et utilitaire à un point de vue écologique ».

#### **... mais une vision commune : l'exploitation modérée des ressources**

L'article compile plusieurs résultats scientifiques pour argumenter sur les nombreux avantages d'une pêche équilibrée, pour autant qu'elle reste raisonnable. Cette pêche maintiendrait suffisamment d'adultes, indispensables pour la

reproduction et pour assurer les générations suivantes ; elle conserverait les proportions naturelles des populations au sein de l'écosystème et elle perturberait moins la chaîne alimentaire que la pêche sélective conventionnelle. Les auteurs indiquent aussi qu'elle pourrait contribuer à la sécurité alimentaire en permettant des productions totales plus élevées pour le même niveau d'impact écologique.

Pour autant, l'article n'oppose pas en tout point la pêche équilibrée à la pêche sélective conventionnelle. Les nuances existent et sont complexes. La pêche équilibrée est sélective puisqu'elle ne consiste pas à prélever indifféremment n'importe quel organisme. Mais cette sélectivité se place dans une nouvelle perspective, plus écosystémique. « Nous prônons dans tous les cas une pêche modérée, nécessaire à la restauration de l'écosystème et de ses communautés. Si de plus elle est équilibrée, cela pourrait faciliter cette restauration et permettre des rendements durables plus élevés... », explique Marie-Joëlle ROCHET.

Garcia S.M., Kolding J., Rice J., Rochet M.-J., Zhou S., Arimoto T., Beyer J. E., Borges L., Bundy A., Dunn D., Fulton E. A., Hall M., Heino M., Law R., Makino M., Rijnsdorp A. D., Simard F., Smith A. D. M. (2012). Reconsidering the consequences of Selective Fisheries. *Science*, 335: 1045-1047.



© Ifremer/L. Tirmant

▲ Dans l'écosystème marin, les grands poissons mangent les petits, qui à leur tour se nourrissent d'animaux plus petits

### **Des outils pour la gestion des aires marines protégées : le projet Pampa**

Le projet Liteau III Pampa (indicateurs de la performance d'aires marines protégées pour la gestion des écosystèmes côtiers, des ressources et de leurs usages), coordonné par l'Ifremer (D. PELLETIER), s'est terminé en 2012 avec un séminaire de restitution à l'Aquarium de la Porte Dorée à Paris). Ce projet a permis la définition d'indicateurs et de leur représentation, sous forme de tableaux de bord propices à la gestion des AMPs. Au-delà des outils, c'est une méthodologie d'interactions efficaces entre gestionnaires et scientifiques qui a pu être développée. Le parc marin de la Côte Bleue, le parc marin des Bouches de Bonifacio, la réserve de Banyuls et, outre-mer La Réunion, Tahiti, la Nouvelle-Calédonie, Mayotte et Saint-Martin ont été parties prenantes et sont autant de sites d'application potentielle des outils développés par Pampa.



## LE GRAND PÉRIPLE ANNUEL DES REQUINS-TAUPES

Pour la première fois en Atlantique Est, les trajets de requins-taupes de grandes tailles ont pu être suivis sur une année grâce à des balises satellites. L'opération a été réalisée par l'Ifremer (laboratoire Ressources halieutiques de La Rochelle) et l'IRD (Institut de recherche pour le développement) à la demande de la DPMA (Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture), qui l'a financée avec le concours de la région Pays de Loire. Cette opération a, de plus, été l'occasion d'un partenariat avec le Cefas (*Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science*), dont un agent a rejoint l'équipe Ifremer-IRD, embarquée sur le bateau palangrier de l'île d'Yeu affrété pour les poses des balises.

© IRD/B. Seret

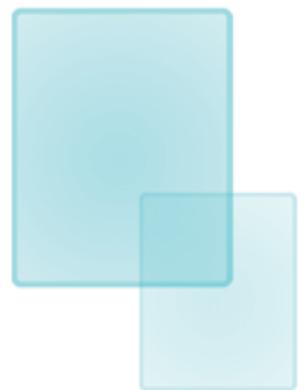
Trois requins femelles adultes ou sub-adultes de tailles comprises entre 2 m et 2,60 m ont été marquées avec des balises permettant de reconstituer leurs parcours grâce aux données de luminosité et de température de l'eau en surface enregistrées. Ces balises ont été programmées pour se détacher à une échéance d'une année, afin de suivre les déplacements au cours d'un cycle biologique annuel. Après détachement, les données enregistrées sont transmises par satellite.

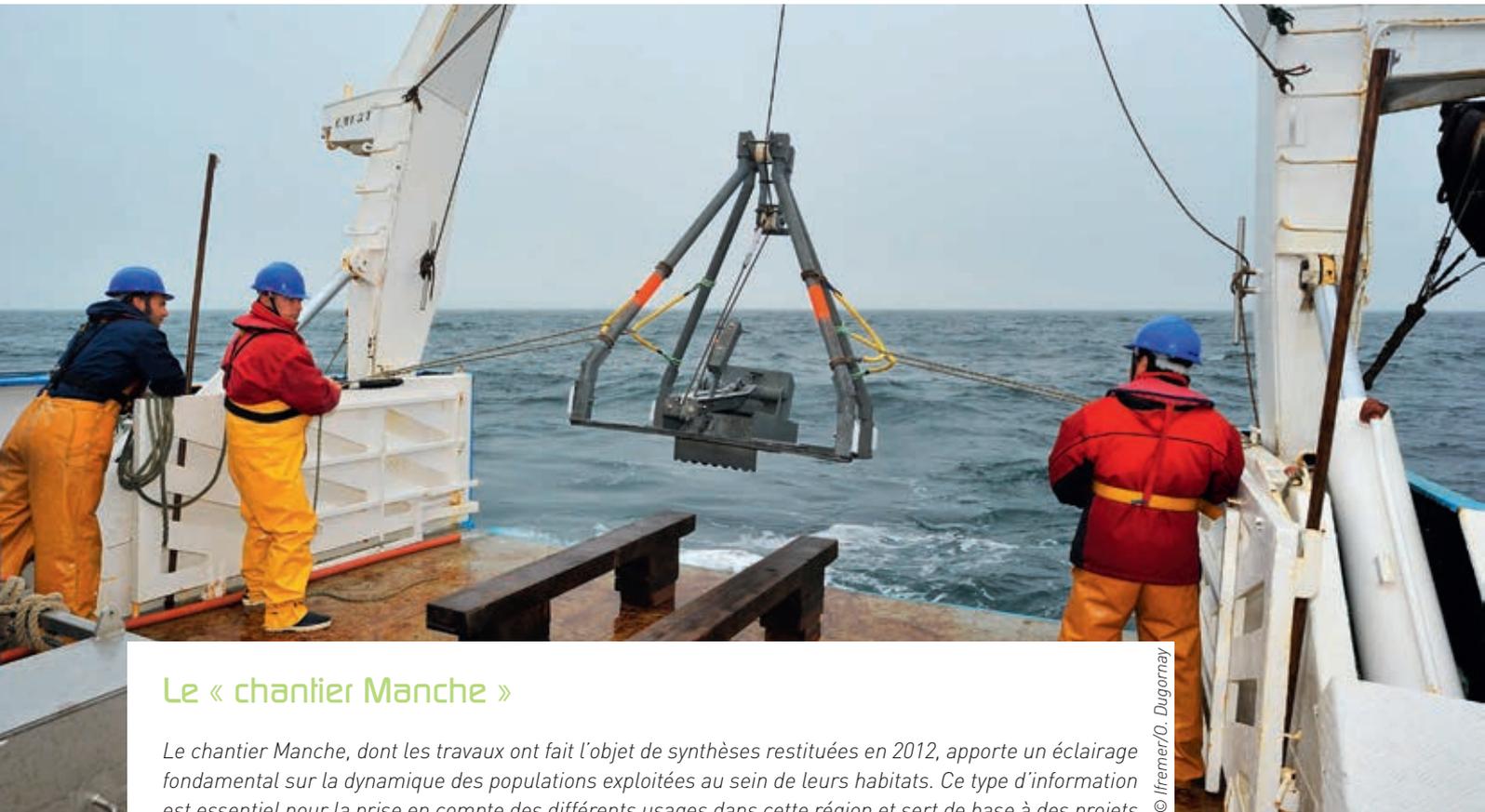
Les poses ont eu lieu en juin-juillet 2011 sur les accores du nord du plateau continental au large de la Bretagne. Les résultats montrent des déplacements de très grande ampleur des requins-taupes : jusqu'au cercle arctique pour l'un vers le Nord et jusqu'au large du Maroc pour un autre vers le Sud avec, vers l'Ouest, la possibilité d'atteindre la dorsale médio-atlantique et de la suivre pour rejoindre les Açores. Lorsqu'ils ont pu être suivis sur un an, les requins sont revenus à proximité de leur lieu de marquage et même à moins de 10 milles nautiques pour l'un d'entre eux.

Ces surprenants parcours en boucle semblent montrer un attachement saisonnier aux accores du golfe de Gascogne et du sud-ouest de l'Irlande. La réalisation d'une campagne de suivi de l'abondance de la biomasse de femelles matures serait ainsi réalisable à un coût accessible. Cette opération a été décidée afin d'améliorer la base de connaissances nécessaires pour une réouverture de la pêche, suite à l'interdiction européenne, prise en 2010, de débarquement du requin-taupe. De plus, l'hypothèse de groupes ayant un certain degré d'isolement peut désormais être émise, ce qui ne serait pas sans conséquence pour le diagnostic actuel sur le stock de l'Atlantique Est si cela pouvait être mieux démontré.

Les quelques marquages effectués ont ainsi ouvert des pistes attrayantes pour des recherches visant l'amélioration de la connaissance de la dynamique d'un grand requin océanique, permettant ainsi de contribuer à une évaluation objective de la possibilité d'en effectuer une exploitation durable.

▲  
*Remise à l'eau  
d'un requin-taupe  
marqué de 2,20 m  
de long*





© Ifremer/C. Dugornay

## Le « chantier Manche »

*Le chantier Manche, dont les travaux ont fait l'objet de synthèses restituées en 2012, apporte un éclairage fondamental sur la dynamique des populations exploitées au sein de leurs habitats. Ce type d'information est essentiel pour la prise en compte des différents usages dans cette région et sert de base à des projets européens comme Vectors, auquel Ifremer participe significativement.*

Emblématique de la capacité de l'Ifremer à fédérer des acteurs de la recherche et de la gestion des territoires autour d'un objectif commun de compréhension des dynamiques des ressources biologiques exploitées, ce chantier, fortement ancré dans une dimension européenne, allie excellence scientifique et valorisation opérationnelle, déclinées selon quatre axes opérationnels : approche descriptive, approche fonctionnelle, études d'impacts, approche appliquée intégrée. Il repose sur le développement collectif des capacités de recherche pour parvenir à une compréhension multidisciplinaire du fonctionnement des différents écosystèmes marins et côtiers soumis à une forte anthropisation. Prenant la suite d'une opération appelée défi Manche et initiée en 2003, le chantier Manche (2007-2012) a reposé sur une dizaine de projets scientifiques contribuant à cette dynamique, dont sept en partenariat européen.

Plus de soixante articles scientifiques ont été produits, quatre thèses soutenues, dix en cours. Le chantier contribue aussi à la mise en place d'une exploitation durable des différents milieux, en définissant des outils d'aides à la gestion permettant d'adapter les pressions aux capacités de flexibilité des écosystèmes et de la filière halieutique.

Il permet également le transfert et la valorisation des acquis pour renforcer la gestion partenariale des ressources renouvelables et apporter des éléments d'aide à la décision publique pour résoudre les conflits d'usages. De façon plus opérationnelle, il a permis la mise à disposition des gestionnaires d'indicateurs et de tableaux de bord permettant de caractériser les états actuels, de mesurer l'impact de diverses pressions anthropiques sur les écosystèmes et d'évaluer l'efficacité des mesures de gestion. Depuis 2010, vingt-cinq manifestations diverses, à vocation de diffusion de ses acquis, ont été organisées tant à destination des milieux scientifiques, professionnels que vers le grand public.

Le chantier Manche a pour vocation, à l'échelle du bassin de la Manche, d'appréhender les caractéristiques et le fonctionnement des habitats et des ressources vivantes qu'ils hébergent. Le but est de mettre en place une approche écosystémique de la gestion des ressources marines au sens large (vivantes mais également minérales et énergétiques) et de mieux adapter la pression des nombreux usages aux capacités de production des différents milieux.

Un site web <http://wwz.ifremer.fr/defimanche>, mis à jour régulièrement, permet de voir l'avancée des actions et projets de ce chantier.

▲  
*Mise en œuvre de la benne Hamon dans le cadre du programme Charm*

Le projet Charm (*Channel Integrated Approach for Channel Resources Management*), fer de lance scientifique du défi Manche, a été finalisé en 2012 avec des restitutions scientifiques et grand public à Boulogne-sur-Mer, assorti de produits de communication. Les avancées de Charm sur la compréhension des relations entre les habitats *sensu largo* et les communautés halieutiques sont déterminantes pour une exploitation raisonnée des ressources biologiques. Ceci est à mettre au crédit d'une gouvernance très fédératrice, qui campe désormais le décor inter-partenarial régional en Manche-mer du Nord.

Par ailleurs, en 2012, le chantier a accueilli de nouveaux projets :

- le projet ANR Camanoc (campagne écosystémique en Manche occidentale) : Dr Morgane TRAVERS, Ifremer, coordonnatrice du projet,
- le projet Interreg IVA des deux mers GIFS : Dr Tim ACOTT, University of Greenwich,
- le projet Interreg IVA Panache (réseau d'aires marines protégées sur l'ensemble de l'écosystème de la Manche) : Christophe AULERT, antenne Manche-mer du Nord de l'Agence des aires marines protégées,
- le projet Interreg IVA Valmer (évaluation des services écosystémiques marins) : projet de coopération franco-britannique coordonné par l'université de Plymouth.

## PROJET CRESH

Le projet Cresh avait pour but de décrire l'habitat naturel des zones de ponte des céphalopodes, essentiellement la seiche, nécessaire pour comprendre quels fonds marins sont essentiels au renouvellement de ces ressources. Cette étude a contribué à mieux comprendre le rôle que les juvéniles de cette espèce jouent dans l'écosystème de la Manche, car leur survie et le succès du recrutement dépendent de l'écologie des stades pré-recrutés. Ce projet a ainsi permis d'améliorer la connaissance des habitats favorables à la reproduction des céphalopodes, d'estimer la contribution de différentes aires de ponte sur le recrutement d'un stock global, d'étudier l'effet de la température et de facteurs abiotiques et biotiques sur la croissance et la survie des premiers stades, de mettre au point des marqueurs génétiques pour l'identification des para-larves et de préciser les caractéristiques écologiques des juvéniles de chaque espèce, de combiner statistiques de pêche et indices indépendants

pour mettre à jour et affiner les estimations de stock et celles du recrutement, enfin de proposer de nouvelles recommandations aux pêcheurs et à leurs partenaires pour une utilisation durable des ressources marines de la Manche.



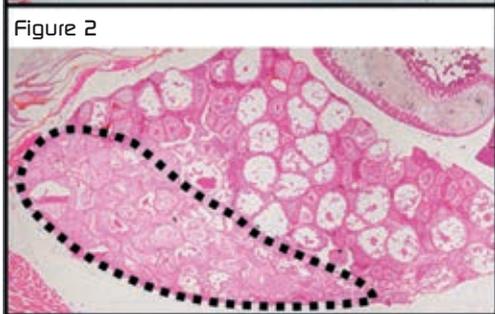
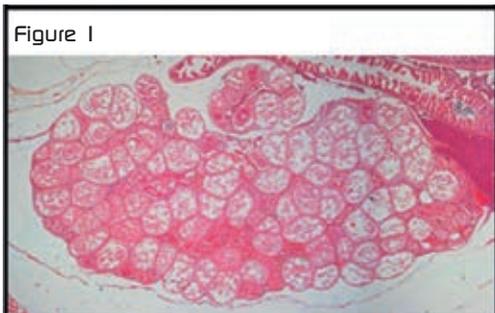
© Ifremer/O. Dugornay

▲  
Seiches

## Phase 3 du projet Charm

Dans le cadre des trois journées de conférences destinées à présenter l'état d'avancement du chantier Manche et les résultats finaux des projets Charm et Cresh (Chambre de commerce et d'industrie de Boulogne-sur-Mer, 12 au 14 juin 2012), la journée du 13 a été consacrée à la présentation des résultats de la phase 3 du projet Charm, qui avait pour but de développer une démarche écosystémique sur la façade Manche. Ce projet a démarré en 2003 par deux phases de deux ans ; la phase 3 (2009-2012), qui a regroupé une centaine de scientifiques de dix-sept organismes de recherche français et anglais, pour un budget de 11,6 millions d'euros, a permis de développer une approche pluridisciplinaire ambitieuse à l'échelle de la Manche et du sud de la mer du Nord. Les objectifs de ce projet ont porté sur trois axes : collecte, standardisation et cartographie de l'information ; intégration de l'information par la modélisation ; outils et dissémination de l'information. Ces travaux ont permis d'étudier la Manche dans sa globalité en abordant tous les compartiments de cet écosystème (du plancton aux grands prédateurs).

La compréhension de chaque composante écologique a été approfondie et les implications sur la gestion ont été abordées. Le développement de modèles d'habitats pour de nombreuses espèces, mais aussi de modèles du réseau trophique, ont permis de simuler les changements prévisibles sous des scénarios d'usage ou d'évolution climatique variés. Des travaux novateurs sur la planification spatiale ont aussi été mis en œuvre pour intégrer les impacts anthropiques sur les ressources marines vivantes (trafic maritime, éoliennes offshore, granulats marins, pêche, tourisme...) et renforcer la réflexion sur la mise en place d'aires marines protégées ou de parcs marins. Cette approche a été complétée par une analyse économique et socioculturelle du secteur pêche par la compréhension des patrons de distribution d'efforts, l'examen de la viabilité économique et la diversification des activités ainsi que l'importance culturelle de la pêche dans les ports qui bordent la Manche. Enfin, le projet Charm a permis de rendre accessible aux décideurs l'information scientifique, provenant de diverses disciplines, regroupée et générée au cours du projet, en développant des outils et systèmes d'information novateurs pour une gestion intégrée et rationnelle de la Manche. Ainsi, la diffusion des résultats à travers un site Internet interactif présente, entre autres, des atlas interactifs sur les activités de pêche, un géoportail dédié et un gazetier, focalisés sur cet espace maritime très exploité.



© IT. Larcher - ONIRIS Nantes

▲  
Coupe histologique d'un ovaire normal (figure 1) et d'un ovaire de poisson contaminé (figure 2)

## CONPHYPOP

Le projet ConPhyPoP (contamination et physiologie des poissons exposés aux polluants – ANR CES – 2010-2013) rassemble huit partenaires pour caractériser les effets physiologiques d'une exposition de poissons à des mélanges d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Les expositions sont réalisées en utilisant des modalités d'exposition pertinentes au plan environnemental (doses, mode d'exposition...). Les expositions sont réalisées à la plateforme Écophysiologie des poissons de la station de La Rochelle et tirent avantage du modèle à cycle de vie court, le poisson zèbre.

Les derniers résultats ont mis en évidence des altérations de plusieurs fonctions ou processus biologiques après une exposition à des HAP d'origine pyrolytiques : tumorigenèse, digestion, comportement et reproduction et ce à différents niveaux d'organisation (moléculaire et tissulaire). Ces altérations, observées chez une espèce de poisson modèle, peuvent indiquer un risque pour la qualité du recrutement chez les espèces de poissons sauvages exposées aux HAP.



© Ifremer/J. Tronczynski, N. Bely, C. Tixier



## Costas (contaminants dans le système trophique : phytoplancton, zooplancton, anchois, sardine)

Ce projet (ANR CES 2009), coordonné par l'Ifremer, porte sur la bioaccumulation des contaminants organiques persistants (POP) dans les réseaux trophiques marins du golfe du Lion. La compréhension des mécanismes de bioaccumulation des contaminants chimiques dans les poissons est un enjeu majeur pour l'évaluation Costas des risques environnementaux. Le projet Costas vise à comprendre et modéliser l'entrée et le devenir des contaminants chimiques depuis les premiers maillons de la chaîne trophique (le plancton) jusqu'aux petits poissons pélagiques (anchois et sardines) du golfe du Lion. Ces derniers constituent une importante ressource exploitée dans cette région et un maillon trophique essentiel, entre le plancton et les espèces piscivores, elles-mêmes exploitées. L'approche intègre également la dimension écologique du réseau trophique et celle de la biogéochimie des contaminants. En apportant des réponses

sur les mécanismes conduisant à la contamination chimique de ces ressources biologiques, le projet contribue à l'interprétation des niveaux observés et de leur variabilité spatiale pour les contaminants chimiques étudiés (PCB et autres contaminants organiques et métalliques). Les travaux de modélisation visent à une interprétation spatialisée et dynamique des observations, ainsi qu'à une première approche intégrative (biogéochimie, écologie et physique) du transfert des contaminants vers les premiers niveaux trophiques. Un premier bilan dynamique énergétique (DEB anchois) est également réalisé pour modéliser la bioaccumulation des contaminants chez l'anchois. Cette approche combinée de modélisation apparaît tout à fait adaptée à l'étude du devenir des contaminants chez les poissons et ouvre la voie à une compréhension réaliste de leurs effets sur les grandes fonctions biologiques de ces organismes.

# ÉCONOMIE MARITIME

## Signature de la convention de partenariat sur la collecte et l'utilisation des données de pêche

Cette convention tripartite DPMA/Ifremer/CRPM (Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins Languedoc-Roussillon) encadre la collaboration entre l'Ifremer et le CSIC du Languedoc-Roussillon (CRPMEM LR) en matière d'échange de données de pêche et d'utilisation des données. Elle concrétise plusieurs années de partenariat avec le CRPMEM LR. Cette collaboration est née, d'une part, du souhait de ce dernier de monter un observatoire des pêches et de s'appuyer, entre autres, sur le Système d'informations halieutiques et ses méthodologies, d'autre part de la nécessité pour l'Ifremer de s'appuyer sur des partenariats avec des professionnels de la pêche pour pérenniser la collecte des données et valider ses méthodologies.

Dans le cadre de cette convention, l'Ifremer co-produit chaque année avec le CRPMEM LR un rapport de synthèse de la situation des flottilles de pêche à l'échelle de la région Languedoc-Roussillon en s'appuyant sur les données d'activité et les données économiques. L'Ifremer calcule également pour le CRPMEM LR des indicateurs économiques agrégés sur les flottilles de la région. Dans le cas d'une densification de l'échantillon économique par le CRPMEM, l'Ifremer procède à la validation des données économiques suivant le protocole SIH et remet, après validation, ses données à la disposition du CRPM.

Le CRPM LR s'engage à communiquer sur les programmes de collecte de données d'activités et économiques auprès des professionnels afin de les inciter à répondre. Il participe à la validation des données économiques et à la mise au point de référentiels. Il applique les méthodologies du SIH pour la collecte de données économiques lorsqu'il contribue à la densification de l'échantillon économique dans la région.

## Développement de modèles bio-économiques de co-viabilité pour l'analyse de scénarios de gestion des pêcheries du golfe de Gascogne

Dans le cadre du projet ANR Adhoc, un modèle bio-économique de co-viabilité stochastique appliqué aux pêcheries démersales du golfe de Gascogne a été développé. L'objectif est d'étudier les implications des arbitrages entre objectifs écologiques, économiques et sociaux pour la gestion de pêcheries mixtes. L'approche développée permet de prendre en compte la complexité des interactions et les incertitudes qui caractérisent ce type de pêcheries. Différentes stratégies de gestion sont testées et comparées, notamment du point de vue de leur probabilité de viabilité écologique (probabilité que la biomasse féconde de tous les stocks étudiés soit supé-

rieure à une biomasse féconde de précaution) et de leur probabilité de viabilité socio-économique (probabilité que le profit de toutes les flottilles étudiées reste positif).

Les résultats indiquent que les risques sont plutôt d'ordre socio-économique et montrent que la viabilité de cette pêcherie nécessite une réduction significative des capacités de pêche. Cette réduction des capacités de pêche peut être mise en rapport avec l'objectif de la politique commune de la pêche d'ajuster la mortalité par pêche permettant d'atteindre le rendement maximum soutenable.

### DÉVELOPPEMENT D'UN MODÈLE HALIEUTIQUE DANS LE CADRE DU PROJET ANR ADHOC

Le projet ANR Adhoc (modélisation de la viabilité des pêcheries et de la biodiversité marine), coordonné par le CNRS, développe un cas d'étude en Guyane et dans le golfe de Gascogne. Il est structuré en trois lots de tâches : un premier sur l'écologie (responsabilité Ifremer), un deuxième sur l'économie et un dernier sur la modélisation. En Guyane, un modèle intégrant les douze principales espèces de la pêche côtière (80 % de la production de la pêche artisanale) et les quatre flottilles qui les exploitent est en cours de développement et constitue une partie du travail de thèse (approche intégrée de la pêche côtière, le cas de la Guyane) réalisée par A. CISSÉ, dont la bourse est financée à 100 % par l'ANR.

Un nouveau site Web pour une visualisation des données des campagnes halieutiques



## TECHNOLOGIES HALIEUTIQUES

### CAMPAGNE CASLANG\_2012

S'insérant dans le contrat de plan État-région (CPER Bretagne pour le développement d'un logiciel de conception et de simulation numérique d'engins de pêche), cette campagne avait pour objectif de compléter les connaissances et observations réalisées sur la pratique du casier à langoustines dans le golfe de Gascogne. Les essais menés dans le passé à bord de navires professionnels (projets ITIS et Prespo en particulier) ont montré la nécessité de mieux comprendre les clés de cette technique de pêche. L'équipe de technologie des pêches de l'unité sciences et technologies halieutiques (STH) a donc testé les effets de différents types de casiers, d'appâts, des temps d'immersion et des profondeurs des engins sur les captures de langoustines. Des mesures physiques ont aussi été réalisées pour mieux comprendre le comportement des engins et des filières au cours des différentes phases de l'opération de pêche (filage, pêche et virage). La zone expérimentale au large de Bayonne a été choisie suite aux résultats obtenus au cours de précédents essais à bord d'un navire professionnel (projet ITIS) et en raison de sa non fréquentation par les chalutiers. En effet, un des freins au développement de la technique du casier à langoustines est le risque de perte de matériel sur les secteurs exploités par les arts traînants.

Les captures réalisées étaient constituées de grosses langoustines à très forte valeur marchande, bien qu'en relativement faible quantité, et de prises accessoires souvent rejetées vivantes, telles que le bulot, le congre ou la roussette. Les données collectées sont actuellement en cours de dépouillement et, si les échantillons se révèlent suffisants, leur analyse pourra montrer l'effet du choix des casiers, des appâts, des temps d'immersion et des paramètres environnementaux (ex : profondeur, coefficient de marée) sur les captures. Des données complémentaires sur la composition en tailles, le *sex ratio* et la maturité sexuelle des prises au casier ont été collectées et restent à analyser au regard de la dynamique du stock de langoustine, pour mieux comprendre l'impact que pourrait avoir l'éventuel développement de cette technique de pêche sur la ressource.

La campagne Caslang a permis, une fois de plus, d'illustrer la forte interaction entre des développements techniques et des connaissances biologiques dans le cadre de l'approche écosystémique des pêches.

© Ifremer/O. Dugornay

# PISCICULTURE MARINE

## Digere (digestion, énergie, efficacité)

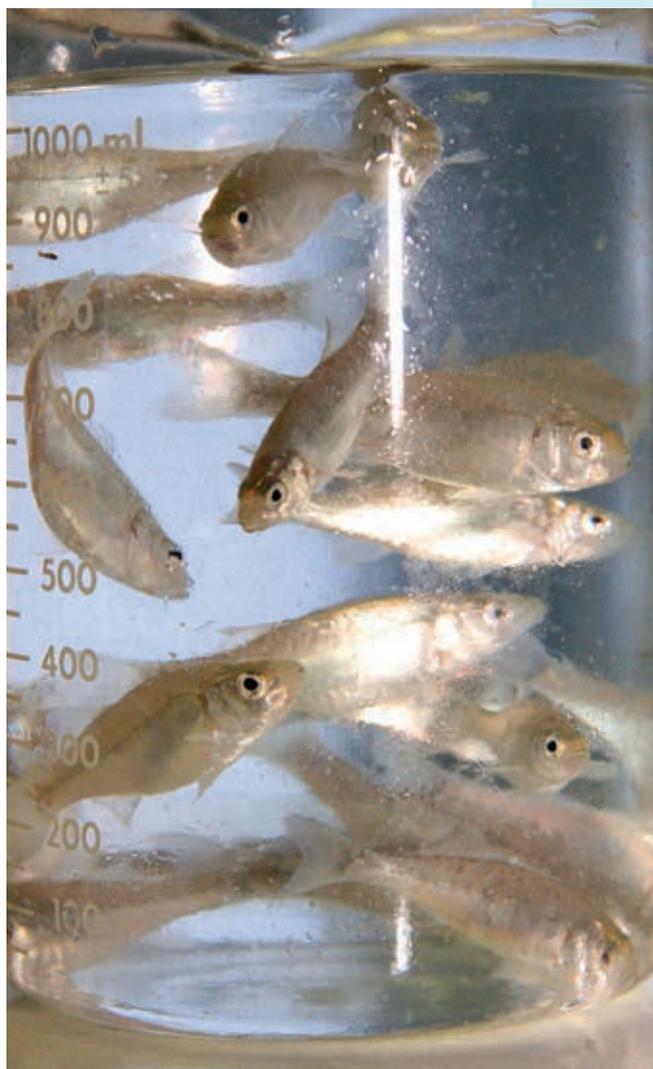
Chez le bar, il existe une corrélation entre l'efficacité alimentaire et le caractère indirect « résistance au jeûne ». Le projet Digere était destiné à mieux cerner les processus digestifs qui permettent une meilleure efficacité alimentaire avec, notamment, l'évaluation des coûts (et des voies) métaboliques des animaux résistants ou non à la privation alimentaire. L'hypothèse de base est que les animaux à forte tolérance à la privation (ayant une meilleure efficacité alimentaire) ont des coûts de maintenance métabolique plus faibles. Les partenaires ont tous travaillé sur une première génération de sélection divergente de bar, produite par l'Ifremer dans les infrastructures de Palavas-les-Flots.

Digere démontre en premier lieu que les descendants de parents sélectionnés selon leur plus ou moins grande perte de masse pendant un challenge de jeûne prolongé (qualifiée ici de résistance plus ou moins grande au jeûne) présentent également des différences de tolérance à la privation alimentaire : les parents tolérants au jeûne génèrent des descendants tolérants au jeûne et *vice versa*. L'étape suivante sera de quantifier la réponse à la sélection, pour quantifier le degré de transmission de ce caractère d'une génération à l'autre et pour vérifier que cette tolérance au jeûne génère bien des différences d'efficacité alimentaire. L'étape ultime sera de quantifier les impacts économiques (gain sur l'achat d'aliment pour le sélectionneur) et environnementaux (réduction des besoins en huiles et farines marines) que pourra générer la sélection de ce caractère.

Les résultats démontrent aussi qu'un taux de perte de masse élevé est directement lié à l'existence d'un métabolisme élevé, sans pour autant que cela explique les différences de tolérance entre les deux génotypes (leur coût de maintenance moyen est équivalent). Ils prouvent également que les deux génotypes sont caractérisés par des stratégies énergétiques et digestives différentes : la tolérance au jeûne serait associée à l'existence d'une moindre capacité à cataboliser les protéines et le génotype caractérisé par une période postprandiale plus longue

En tout état de cause, si elles se confirmaient, les caractéristiques déjà identifiées chez le génotype tolérant au jeûne ouvriraient de nouvelles possibilités en termes d'élevage. En effet, s'il est moins affecté (en terme de perte de masse) par

des jeûnes ponctuels, ce génotype pourrait être à privilégier pour des systèmes de production où le nourrissage n'est pas totalement contrôlé, comme dans les élevages extensifs en bassins extérieurs ou intensifs en cage (lorsque l'accès aux structures est limité par les conditions climatiques). Enfin, s'il se confirmait en outre qu'ils utilisent préférentiellement les lipides comme source d'énergie, ils pourraient être également des génotypes à privilégier pour réduire les quantités de protéines utilisées dans l'alimentation des poissons. Cette hypothèse pourrait être facilement confirmée par des expériences de nutrition ciblées, comportant des analyses de composition corporelle, tendant à définir où et comment ils stockent ces éléments (viscères, muscles), afin que la qualité du poisson reste conforme aux attentes des producteurs et des consommateurs.



© Ifremer/B. Chatain

# BIOTECHNOLOGIES MARINES



## Labelfish, projet Interreg Arc atlantique

Le laboratoire Science et Technologie de la biomasse marine (département Biotechnologie et Ressources marines), est partenaire du projet Labelfish « *Atlantic network on genetic control of fish and seafood labelling and traceability* ». Les règles en matière d'étiquetage des poissons et fruits de mer vendus dans le commerce, rendues obligatoires depuis 2005 dans l'Union européenne, stipulent que trois mentions obligatoires doivent figurer sur l'étiquetage : le nom commercial, le mode de production (pêche en mer, pêche en eaux intérieures ou aquaculture) et la zone de capture. La mise en œuvre complète de ce règlement nécessite une gestion appropriée de l'information, ainsi que la mise en place de méthodes permettant la vérification des informations. L'un des aspects pertinents du contrôle de la traçabilité et de l'étiquetage est la possibilité d'identifier et d'authentifier les espèces biologiques. Ces dernières années, de très nombreuses recherches ont été effectuées pour développer des méthodes basées sur l'ADN afin d'identifier les poissons d'intérêt commercial. Il

est toutefois encore nécessaire d'harmoniser les méthodologies entre les différents laboratoires et aussi de mettre à jour les bases de données et les séquences génétiques des produits de la mer d'importance commerciale, afin de fournir une réponse standardisée, quels que soient le pays ou le laboratoire où les analyses sont effectuées. Cette base de données constituera, en particulier, un outil pour soutenir les politiques de l'Union européenne en matière de conservation des ressources biologiques.

L'objectif principal de Labelfish est de mettre en place un réseau d'entités intéressées par le développement d'une stratégie commune et par l'utilisation de techniques analytiques innovantes et standardisées pour le contrôle de la traçabilité génétique et de l'étiquetage des produits de la mer. Cet objectif général comprend deux objectifs spécifiques : le développement d'une nouvelle base de données qui réunira les données génétiques déjà existantes (marqueurs d'ADN pour la plupart génétiques) et la sélection d'outils analytiques testés et validés pour l'identification des espèces de poissons d'intérêt commercial dans les régions de la zone atlantique. Dans chaque pays intervenant, des ateliers seront organisés. Les travaux réalisés permettront ainsi de protéger à la fois les consommateurs européens et les PME des régions atlantiques travaillant dans le secteur de la pêche et de l'aquaculture.

## AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE, SANTÉ ANIMALE ET ENVIRONNEMENT

### **Journées « Surmortalité » - Restitution des travaux scientifiques de l'Ifremer, le 18 janvier 2012 au ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire**

Organisée sous l'égide de la DPMA au Maaprat, cette journée a réuni les partenaires institutionnels, DPMA et DGAL, des représentants du secteur professionnel, CNC et CRCs, des représentants des centres techniques régionaux, ainsi que des collègues chercheurs d'autres organismes, comme les universités de Caen et de Montpellier. Le président de l'Ifremer a insisté sur la mobilisation des équipes de l'Ifremer, ajoutant que l'Ifremer ne revendique pas le monopole de la recherche sur ce sujet et que des collaborations avec d'autres organismes étaient à rechercher. Les présentations ont mis en lumière l'importance de l'acquisition de connaissances de terrain pour mieux décrire la dynamique spatio-temporelle des pathologies et leur relation avec l'environnement. En particulier, l'importance des conditions hydrodynamiques sur la propagation de l'infection a été mise en lumière sur les sites d'étude de l'étang de Thau et de la rivière de Pénerf (Morbihan). L'année 2011 a en outre confirmé expérimentalement la mortalité associée à l'infection par le virus OsHv1 variant *mu*var, ainsi que par le *Vibrio* le plus communément associé au virus lors des épisodes de mortalité, *V. splendidus*. Plusieurs projets de recherche sont en cours et, notamment, le projet Gimepec, qui a pour objectif d'étudier la transmission entre générations de dommages à l'ADN induits par les polluants chimiques chez l'huître et des conséquences sur les performances physiologiques des individus (croissance, immunité et survie face aux pathogènes, reproduction). La journée a été l'occasion de nombreux échanges fructueux entre les différentes parties prenantes.

Exposition de géniteurs de *Crassostrea gigas* au diuron à l'écloserie expérimentale de l'Ifremer à La Tremblade



## PROJET ANR « GIGASSAT » (PROGRAMME AGROBIOSPHERE)

Les changements climatiques globaux amplifient les phénomènes de maladies épidémiques, de surmortalités de coquillage, d'efflorescences d'algues toxiques et d'autres types de proliférations. La conchyliculture subit une augmentation de la fréquence des maladies imputable, au moins en partie, au réchauffement climatique. En France, l'enjeu est de taille pour l'ostréiculture, qui représente la première industrie aquacole du pays. L'industrie ostréicole, qui repose sur l'exploitation de l'huître du Pacifique *Crassostrea gigas*, traverse en effet la crise la plus grave de son histoire depuis l'introduction de cette espèce dans les années 1970. Depuis 2008, le taux de mortalités de juvéniles de *C. gigas* est extrêmement élevé, sur l'ensemble des zones de production. La présence d'un génotype particulier du virus OsHV-1 et de bactéries du genre *Vibrio* est généralement associée aux surmortalités. Ce phénomène est une source d'inquiétude majeure pour l'avenir de l'ensemble des acteurs de la filière ostréicole : éleveurs, producteurs, associations et autorités publiques. Face à ce problème, le projet Gigassat va mettre en place un programme de recherche intégrée et participative, afin d'étudier les impacts socio-économiques et environnementaux du changement global sur l'industrie ostréicole. Ce projet a pour objet d'observer, d'analyser et d'aider à gérer les écosystèmes ostréicoles, en étudiant les effets du changement global sur la santé et la physiologie des huîtres, ainsi que sur l'état écologique et économique de leurs écosystèmes de production. L'acquisition de nouvelles connaissances et compétences en écologie, physiologie, pathologie et épidémiologie, élevage, modélisation, économie et sciences sociales se fera de manière transversale et collaborative, et permettra à Gigassat d'élargir l'éventail des solutions nécessaires à la viabilité et à la durabilité de l'ostréiculture. Quatre axes structurent le projet :

- observer les changements environnementaux et socio-économiques des dix-vingt dernières années dans les écosystèmes ostréicoles, au regard des épisodes récents de mortalités ;
- analyser, par des expériences de laboratoire et de terrain, les effets des paramètres environnementaux sur la propagation des maladies et des mortalités ;
- modéliser et prédire la transmission des maladies et la propagation des mortalités, évaluer les mesures de contrôle des épidémies et, finalement, proposer des solutions pour améliorer l'état économique et écologique d'une industrie ostréicole vulnérable au changement global ;
- communiquer les résultats aux ostréiculteurs, associations et acteurs institutionnels de la filière. Le projet durera quarante-deux mois et réunira dix partenaires et six collaborateurs issus d'institutions de recherche publique et d'entreprises privées. Quatre unités Ifremer sont impliquées : l'unité Littoral (laboratoires Environnement Ressources), les départements Physiologie fonctionnelle des organismes marins et Amélioration génétique, Santé animale et Environnement et Dyneco.

## Démarrage du projet Preda-DOR : prédation des parcs conchylicoles par les daurades royales

Les daurades royales provoquent une mortalité des jeunes coquillages dans diverses zones, notamment en Bretagne Sud. Les dégâts concernent l'ostréiculture et la mytiliculture. Un nouveau projet (Preda-DOR), visant à mieux qualifier le phénomène et à expérimenter différentes solutions, a obtenu la labellisation du pôle Mer Bretagne fin 2011. Les partenaires du projet sont le comité régional conchylicole de Bretagne Sud (leader), l'Ifremer, le Muséum national d'Histoire naturelle de Concarneau et plusieurs professionnels ostréiculteurs et mytiliculteurs de la baie de Quiberon et de la rade de Brest. Il comporte une partie d'étude du comportement local de l'espèce, l'étude de solutions acoustiques de répulsion et l'amélioration des systèmes physiques de protection des concessions. Un financement de la région Bretagne a été obtenu fin 2012, pour un démarrage officiel début 2013. Des essais préliminaires de répulsifs acoustiques ont été menés sur des espèces sauvages en captivité et un déploiement d'un système autonome sur un parc mytilicole a été effectué, avec des premiers retours prometteurs. De nombreux essais sont prévus sur différents parcs en rade de Brest et en baie de Quiberon, entre 2013 et 2015.



## L'APPUI SCIENTIFIQUE DE L'IFREMER EN OUTRE-MER

2012 a vu la poursuite du positionnement de l'Ifremer dans son cœur de métier en recherche finalisée vis-à-vis des filières aquacoles ultra-marines : dans le Pacifique Sud, l'émergence d'un centre technique crevettecole géré en intercollectivités en Nouvelle-Calédonie, la poursuite du transfert sur le platax et la crevette en Polynésie française, en bonne collaboration avec la Direction des ressources marines (DRM) du territoire polynésien ; aux Antilles, l'initialisation du transfert de la production de larves d'ombrine ocellée ; la signature de la convention précisant la contribution de l'Ifremer au centre de recherche et développement piscicole à Mayotte. Aux Antilles, comme à Mayotte, l'action de l'Ifremer se situe clairement dans un cadre inter-DOM, coordonné par l'Union des aquaculteurs de l'outre-mer (UAOM).

Les travaux de thèse de Caroline JOUBERT (Prix de thèse aux Trophées Ifremer 2012) à Tahiti, soutenue en 2012, ont pour la première fois identifié des gènes marqueurs du déterminisme de la biominéralisation et de sa régulation. Ces résultats sont d'une grande importance pour la filière, puisqu'ils permettent d'envisager la sélection d'individus susceptibles de produire des perles de plus haute qualité avec des gains de compétitivité substantiels pour la filière perlicole polynésienne. Plus généralement, l'accent est résolument mis sur une approche intégrée dans l'élevage de l'huître perlière, avec la prise en compte de l'écosystème, que ce soit comme habitat nutritif pour la perle ou réceptacle des rejets perlicoles ; ceci s'inscrit parfaitement dans les travaux de l'UMR « Écosystèmes insulaires océaniques ».

© Ifremer/O. Dugornay

En Nouvelle-Calédonie, des avancées significatives ont été obtenues sur la compréhension des processus de mortalité affectant le cheptel crevette, avec des retombées potentielles sur de futurs programmes de sélection de souches plus résistantes. En particulier, la thèse de Dominique PHAM a permis de montrer l'importance des bonnes conditions abiotiques, dont principalement la température et la salinité, sur le développement des stades larvaires de *Litopenaeus stylirostris*, crevette d'élevage en Nouvelle-Calédonie. L'application directe de ces travaux est la définition des bons *preferenda* de salinité et de température aux différents stades

L'année 2012 aura été marquée par l'amplification des impacts de la contamination au chlordécone aux Antilles. L'Ifremer intervient sur la définition des spécifications des stratégies d'échantillonnage de la faune halieutique pour l'évaluation du degré de contamination. L'Ifremer est partie prenante dans les discussions pour

▲  
*Laboratoire de génétique de l'huître perlière au centre océanologique du Pacifique*

l'élaboration des mesures de gestion. D'autre part, l'Ifremer est force de proposition dans la dynamique de recherche sur ce sujet avec l'université des Antilles-Guyane en Guadeloupe.

L'Ifremer est intervenu à Saint-Pierre-et-Miquelon pour l'expertise de la filière pêche en 2012. Compte tenu de la bonne santé du gisement suivi par l'Ifremer annuellement, une recommandation est venue encourager la promotion de la pêche de pectinidés.

L'Ifremer est partie prenante dans la mise en place du SIH à Mayotte en soutien scientifique et technique à l'AAMP, maître d'œuvre de l'opération dans ce nouveau département français dans l'océan Indien.

L'Ifremer apporte son concours à l'émergence d'une filière de production de micro-algues en Nouvelle-Calédonie. La première phase d'identification de candidates d'intérêt pour la nutrition en aquaculture sera suivie de test à l'échelle pilote utilisant des *raceways* ; le centre technique correspondant devrait être positionné en Province Nord. Un minimum de recherche et développement de huit ans est attendu, avant une possible exploitation de ces micro-algues à l'échelle industrielle.

La valorisation des bactéries extrêmophiles dans le Pacifique Sud a été poursuivie via la finalisation d'une thèse coencadrée par l'Institut Pasteur de Nouvelle-Calédonie et l'Ifremer (laboratoire BMM-Brest et unité LEAD-NC).

## Contamination du milieu marin par la chlordécone en Martinique

L'activité de l'Ifremer sur la problématique de la chlordécone a porté plus particulièrement en 2012 sur quatre volets menés simultanément, consacrés : au bilan d'une étude sur la contamination des langoustes en Martinique ; à une analyse bibliographique sur la biologie et écologie du *Pterois volitans* (poisson lion) ; à la proposition d'une étude dans le cadre du plan national II et à la préparation d'un atelier de construction d'un programme de recherche à l'interface terre-mer.

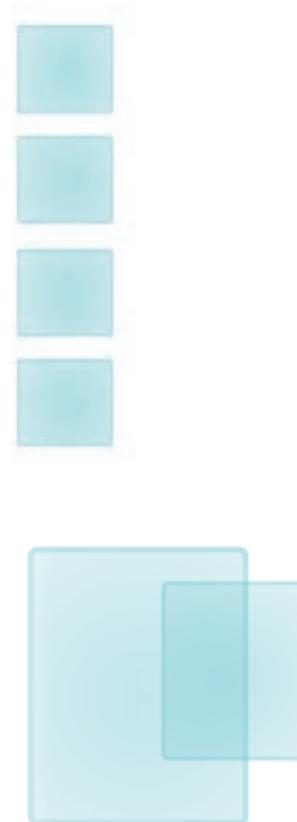
### La contamination de la langouste en question en Martinique

L'étude sur la contamination des langoustes en Martinique, commanditée en début d'année 2011 par la direction de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de Martinique, a abouti en février 2012 à un ensemble de résultats. Elle a porté sur les deux espèces de langoustes régulièrement pêchées en Martinique, la langouste blanche *Panulirus argus* et la langouste brésilienne *Panulirus guttatus*, principalement sur la côte centre atlantique.

En mars 2012, une mission en Martinique sur la problématique de la chlordécone aux Antilles a permis de faire le point avec les partenaires locaux (services de l'État, Office de l'eau, marins-pêcheurs) sur les avancées des connaissances en matière de contamination de la faune marine à travers les résultats de trois études pilotées par l'Ifremer. Ces études ont montré :

- l'influence des apports terrigènes sur les niveaux de contamination de la faune marine, ainsi que la bioamplification, le long des réseaux trophiques, des producteurs primaires jusqu'aux carnivores de deuxième ordre. Cette étude a aussi mis en évidence la variabilité de la bioaccumulation selon les espèces ;
- une contamination des sédiments marins fortement circonscrite aux apports terrigènes aux débouchés immédiats des cours d'eau, avec des différences importantes selon les rivières ;
- l'extension de la contamination de la langouste blanche (principale espèce exploitée) à l'ensemble de la zone lagunaire face aux bassins versants les plus contaminés, cette contamination diminuant avec la taille des individus. Les réunions avec les marins-pêcheurs ont permis d'amorcer une discussion sur des modalités de gestion de la ressource qui permettraient d'augmenter le potentiel de production, tout en garantissant en moyenne la conformité aux normes des langoustes mises sur le marché.

Les équipes scientifiques des principaux organismes de recherche mobilisés sur le sujet : Ifremer, Cirad, IRD, UAG et BRGM, reconnaissent les priorités de recherche suivantes concernant le domaine marin : approfondissement des connaissances sur le devenir de la chlordécone dans les écosystèmes marins (en particulier à travers les réseaux trophiques) ; transfert de la contamination dans le continuum terre-mer ; historique de la contamination dans le domaine marin pour inférer les perspectives d'évolution de cette contamination. Elles se sont entendues pour proposer un atelier à tenir sous l'égide de l'AllEnvi, afin de coordonner ces futures recherches.



## Ressources marines en Polynésie française

**Publication dans la revue *Proceeding of the National Academy of Sciences of USA* (PNAS, Impact Factor 9,68) d'un article démontrant que la formation des structures coquillères (prisme et nacre) de l'huître perlière *Pinctada margaritifera* est contrôlée par des cortèges de protéines différents**

Article : *Different secretory repertoires control the biomineralization processes of prism and nacre deposition of the pearl oyster shell*, PNAS : B. MARIE, C. JOUBERT, A. TAYALÉ, I. ZANELLA-CLÉON, C. BELLARD, D. PIQUEMAL, N. COCHENNEC-LAUREAU, F. MARIN, Y. GUEGUEN, C. MONTAGNANI (2012), in press. DOI : 10.1073/pnas.1210552109 (ISSN 1091-6490)

Cet article constitue l'un des faits marquants du GDR Adequa (« Amélioration de la qualité des perles de Polynésie française », 2008-2012). Le GDR Adequa, groupement de recherche constitué de dix partenaires publics et privés polynésiens et métropolitains, avait pour objectif d'étudier les mécanismes biologiques impliqués lors de la greffe et d'acquérir des connaissances sur les processus de minéralisation des perles afin d'en améliorer la qualité. Pour cela, des approches complémentaires de génomiques fonctionnelles, telles que l'analyse du transcriptome du tissu minéralisateur de l'huître perlière (le manteau) et du protéome des structures coquillères (et perlières) ont été mises en place.

Les protéines acido-solubles et insolubles de prismes (structure calcitique) et de nacre (structure aragonitique) de coquille ont été extraites, digérées puis analysées en spectrométrie de masse. La totalité des peptides analysés a été assignée, par recherche d'homologie, à des séquences non redondantes de la banque EST de manteau de *Pinctada margaritifera*, dont soixante-six n'avaient jamais été rapportées dans la littérature scientifique. De façon remarquable, trente de ces protéines sont spécifiques de structures coquillères nacrées, quarante-cinq sont spécifiques des structures prismatiques et seules trois protéines sont retrouvées au sein des deux structures (prisme et nacre). Ces résultats démontrent ainsi que la formation des deux structures coquillères (prisme et nacre) est contrôlée par des cortèges de protéines différents. Des analyses complémentaires d'expression génique et de localisation

des transcrits par hybridation *in situ* indiquent de plus que les gènes codant les protéines associées aux prismes ou à la nacre correspondent à des zones fonctionnelles distinctes au sein de l'épithélium externe du manteau.

Ce travail répond, de manière quasi-définitive, à une « vieille » question scientifique qui court depuis plus d'un siècle chez les bivalves ptériomorphes et, de manière générale, chez tous les mollusques à microstructures coquillères nacro-prismatiques : les couches prismatiques calcitiques et aragonitiques nacrées contiennent-elles les mêmes constituants organiques ? On montre que le régime sécrétoire de la zone de l'épithélium du manteau synthétisant les prismes est complètement différent de celui de la zone de l'épithélium synthétisant la nacre, ce qui représente une avancée majeure des connaissances dans le domaine de la biominéralisation.

### Huîtres perlières en expérimentation



© Ifremer/Y. Gueguen



© Ifremer/Y. Gueguen

## PROJET REGENPERL

Le projet Regenperl « Ressources génétiques de la perliculture polynésienne » (contrat de projet État-Polynésie française 2010-2012), coordonné par l'Ifremer et réalisé avec les partenaires du Criobe (EPHE-CNRS), de l'université de la Polynésie française et de l'université de Dalhousie (Canada), vient de s'achever. Les objectifs du projet de recherche Regenperl étaient d'évaluer l'impact de la perliculture sur la variabilité génétique de populations sauvages, d'analyser les mécanismes de l'évolution de la biodiversité des huîtres perlières dans les lagons exploités et de poursuivre les travaux visant à l'optimisation du collectage de naissain et à la production de naissain en éclosérie. Les principaux résultats obtenus portent sur :

- une absence de dérive génétique dans les fermes perlières. Le captage de juvéniles originaires de différentes cohortes associé au regroupement en élevage de collecteurs originaires de différents lagons dans des fermes perlières favorise l'émergence d'une hétérogénéité génétique et empêche la formation de goulots d'étranglement dans les populations d'élevage. À long terme, il apparaît cependant un risque d'homogénéisation génétique entre populations d'élevage et populations sauvages.
- Les travaux réalisés sur la dispersion larvaire ont montré de plus fortes concentrations à mi-profondeur (25 m), avec une migration vers la surface la nuit et vers le fond la journée, une répartition hétérogène à l'échelle du lagon,

des variations quotidiennes importantes et des transferts entre les secteurs du lagon, témoins d'une connectivité intralagonaire suggérant des secteurs sources et puits. Il apparaît aussi que le recrutement chez *P. margaritifera* peut démontrer une forte hétérogénéité génétique à une très petite échelle spatiale et temporelle. La dispersion des larves est nettement influencée par les conditions de vent et revêt de ce fait un caractère saisonnier marqué.

- Le caractère générique du modèle DEB a été confirmé aux phases critiques du développement de l'huître perlière *P. margaritifera* : la vie pélagique larvaire et la reproduction au stade adulte. Quatre paramètres primaires définis dans la théorie comme spécifiques ont permis d'adapter avec succès le modèle au stade larvaire de l'espèce *P. margaritifera*. Un modèle DEB adulte préliminaire est aussi proposé, expliquant la croissance et la reproduction, via les facteurs forçant que sont la température et la chlorophylle *a*, du phytoplancton ingérable qui sont eux-mêmes soumis au régime des vents.

L'outil d'identification larvaire par hybridation *in situ* a été optimisé dans le cadre du projet et est maintenant fonctionnel. Il est désormais possible de détecter une cohorte de larves de *P. margaritifera* quasiment prêtes à se fixer. Cet outil permettra notamment de préciser les mécanismes influant le développement et la dispersion larvaire.

▲  
Huîtres perlières en panier de rétention

## Évaluation de scénarios de gestion des ressources en poissons récifaux du lagon Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie

Disposer d'outils de simulation et d'aide à la décision capables d'intégrer des connaissances multiples est un enjeu majeur pour la gestion durable des ressources marines et de leur exploitation, qui se distribuent dans l'espace de manière hétérogène, particulièrement dans un milieu récifo-lagonaire où l'habitat est fragmenté, comme le lagon Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie.

En partenariat avec l'IRD et l'université de Nouvelle-Calédonie, un travail de thèse (B. PREUSS) a été réalisé, avec pour objet d'implémenter un modèle qui intègre à la fois les connaissances sur la biologie et l'écologie des espèces exploitées (trois espèces modélisées ici) et les activités de pêche professionnelle et plaisancière dans leurs aspects saisonniers et spatiaux. Une attention particulière a été apportée pour étudier l'effet des incertitudes à propos de certaines connaissances sur les résultats des simulations par des analyses de sensibilité. Ce modèle a ensuite permis de tester des scénarios de gestion (« *statu quo* », mise en place d'aires marines protégées, réglementation sur la taille minimale de capture et augmentation du nombre de pêcheurs professionnels). Les résultats ont montré des effets globalement modérés sur les populations d'espèces exploitées, mais parfois importants localement (à l'intérieur des réserves par exemple), avec néanmoins des réponses différenciées entre les espèces suivant les scénarios envisagés.

## Prospection pétrolière et halieutique en Guyane

L'Ifremer joue un rôle moteur dans la réflexion pour le montage de projets en approche écosystémique des pêches en Guyane, d'autant plus important que les campagnes de prospection pétrolière sur le plateau guyanais vont être l'occasion de construire, avec les autres partenaires de la recherche, des projets d'acquisition de connaissances de base sur le fonctionnement de cet écosystème tout à fait particulier dans un contexte multi-usages (pêche et exploitation des hydrocarbures). Un séminaire s'est tenu en 2012, où un bilan a été réalisé sur les connaissances actuelles, avec des orientations sur les axes prioritaires scientifiques à privilégier, dont la connaissance des habitats fonctionnels et la quantification des forçages environnementaux majeurs aux différentes échelles.



© Ifremer/L. Baulier

## Un projet d'aquaculture de microalgues en Nouvelle-Calédonie (Amical)

Les zones maritimes ultramarines et, notamment, celles de Nouvelle-Calédonie, sont le siège d'une biodiversité exceptionnelle et renferment des ressources importantes, qu'il convient de valoriser dans le respect de l'environnement, en particulier au bénéfice des populations locales. Cette valorisation constitue un axe stratégique majeur dans les déclinaisons de la politique maritime nationale à l'échelle de chaque bassin maritime (*Livre bleu*, 2009). Dans cette perspective, les ressources biologiques pourraient contribuer au développement des « biotechnologies bleues » à l'horizon 2020-2030 et « l'exploitation des algues est un des domaines les plus prometteurs, qu'il s'agisse des macro-algues ou des micro-algues ; la biomasse marine pourra contribuer en particulier à l'alimentation ou à la production d'énergie (biocarburants). » (*Livre Bleu*, 2009). Le développement de ce secteur économique offre, notamment en Nouvelle-Calédonie, des opportunités réelles, qui peuvent se positionner, en particulier, sur le marché de la nutrition animale, de la haute valeur ajoutée et de la haute qualité environnementale ; le patrimoine que représente cette biodiversité permettra une exploitation durable dans le cadre d'une gestion intégrée. Les problématiques de ce projet s'inscrivent par ailleurs totalement dans le cadre de la réflexion prospective lancée par le Haut Commissariat et le gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, « Calédonie 2025 » et, plus spécifiquement, dans ses axes : « Vie et performance des entreprises » et « Environnement et cadre de vie » et ses trois chantiers : « Développement des entreprises et société », « Environnement ressources naturelles », « Énergie et réchauffement climatique ».

Dans ce contexte, le projet Amical intègre, d'une part, la recherche appliquée, portée par le laboratoire de micro-algues (LEMA), adossé au laboratoire de physiologie et de biotechnologie des algues (LPBA, Ifremer Nantes) et, d'autre part, le développement et le transfert assurés par le Centre technique de micro-algues (LTMA). Le LTMA est la structure dépendant directement des autorités locales. Il est rattaché à Adecal/Technopole et géré par cette structure. Le LEMA sera construit par Adecal/Technopole sur le site de Saint-Vincent. L'Ifremer assistera Adecal pour la construction, dans le cadre d'une convention spécifique, d'assistance à maîtrise d'ouvrage. Le LEMA sera, comme la station de Saint-Vincent, propriété des autorités calédoniennes et mis à disposition de l'Ifremer dans le cadre de notre

convention-cadre et d'une convention particulière (les deux en cours de négociation avec le gouvernement de Nouvelle-Calédonie et les Provinces). Les modalités de collaboration/transfert entre le LEMA et le LTMA seront régies dans le cadre d'une convention.

Le LEMA sélectionnera les espèces d'algues autochtones (voire endémiques) avec des propriétés applicatives en nutrition animale (source de protéines et d'acides gras essentiels), en cosmétique, en santé animale et humaine (antioxydants, immunostimulants...) et en énergie (biocarburant de troisième génération). Le laboratoire validera à petite échelle la culture de ces microalgues en bassin extérieur avant de les transférer au LTMA.



© Ifremer/L. Le Déan

Le LTMA sera chargé d'étudier, dans des installations pilotes, la faisabilité technique et économique de la culture et de la transformation des espèces de microalgues sélectionnées par le LEMA. À terme, le LTMA transfèrera aux projets industriels de Nouvelle-Calédonie les espèces d'algues retenues et le savoir-faire relatif à leur culture.

Dans ce projet, l'Ifremer, en diversifiant ses activités en Nouvelle-Calédonie, apportera son savoir-faire et sa capacité de recherche scientifique pour le soutien au développement d'une filière d'avenir.

Une attention particulière est actuellement portée à la cohérence d'ensemble des activités micro-algues IMA, GreenStars et Amical, en tirant notamment parti des conclusions et avis du Comité scientifique du 5 décembre 2011 de l'Ifremer.

▲  
**Laboratoire LEMA dans le cadre du programme Amical**

# EXPLORER LES FONDS MARINS, IDENTIFIER LES RESSOURCES ET LES RISQUES



© Ifremer-Nautile/Campagne Futuna 2012

## LES RESSOURCES MINÉRALES ET ÉNERGÉTIQUES GRANDS FONDS

### Les partenaires industriels poursuivent le protocole d'accord « Futuna » avec l'Ifremer

Le programme « Futuna » est le fruit d'un protocole d'accord initial entre l'Ifremer, Areva, Technip France, Eramet, l'Agence des aires marines protégées et le BRGM.



*Cheminée active*

Ce partenariat public-privé permet de bénéficier de synergies et a démontré, durant les deux campagnes déjà financées en 2010 et 2011, son efficacité pour localiser des minéralisations dans les zones vierges de notre zone économique exclusive au sud de l'île de Futuna. Des stratégies et des outils innovants ont été mis en œuvre au cours des deux premières campagnes. La programmation de ces travaux se place dans le cadre d'une autorisation préalable de prospection (APP), qui s'est terminée en juillet 2012. La troisième campagne sur zone s'est avérée indispensable pour clôturer la phase 1 d'exploration. Elle constitue un aboutissement de la stratégie d'exploration prévue. Elle doit permettre d'engager la deuxième phase définie par le consortium qui rassemble Technip et Eramet aux côtés de l'Ifremer pour évaluer les ressources, étudier l'état initial des écosystèmes avant tout impact dans le cas d'exploitation et réaliser l'étude de cadrage d'un pilote minier.

## Expertise scientifique collective

Le CNRS et l'Ifremer ont été mandatés par le commissariat général au développement durable (Medde) pour mener une expertise scientifique collective (ESCO) sur les impacts environnementaux de l'exploitation des ressources minérales marines profondes. Cette expertise devra porter tant sur les grands fonds sous juridiction que sur des zones situées au-delà des juridictions françaises. Il s'agit d'abord de faire le point des connaissances scientifiques sur les écosystèmes et milieux concernés, leur fonctionnement, les services qu'ils nous assurent et les usages que la société peut en retirer dès à présent ou à l'avenir. L'état des lieux sur l'analyse économique de la valeur de ces services est à inclure. Enfin, il faut caractériser les impacts potentiels sur ces milieux, ces services et ces usages et identifier les mesures nécessaires pour suivre l'évolution de ces environnements et contrôler les impacts des différentes phases d'exploitation.

Le comité de pilotage est constitué de : Nadine LEBRIS, François LALLIER, Sylvain LAMARE pour l'INEE, Jérôme DYMENT pour l'INSU, Olivier ROUXEL et Pierre-Marie SARRADIN pour l'Ifremer.

Les rapports d'expertise doivent être livrés en septembre 2013. Les résultats de l'ESCO seront présentés lors d'un colloque en février 2014.

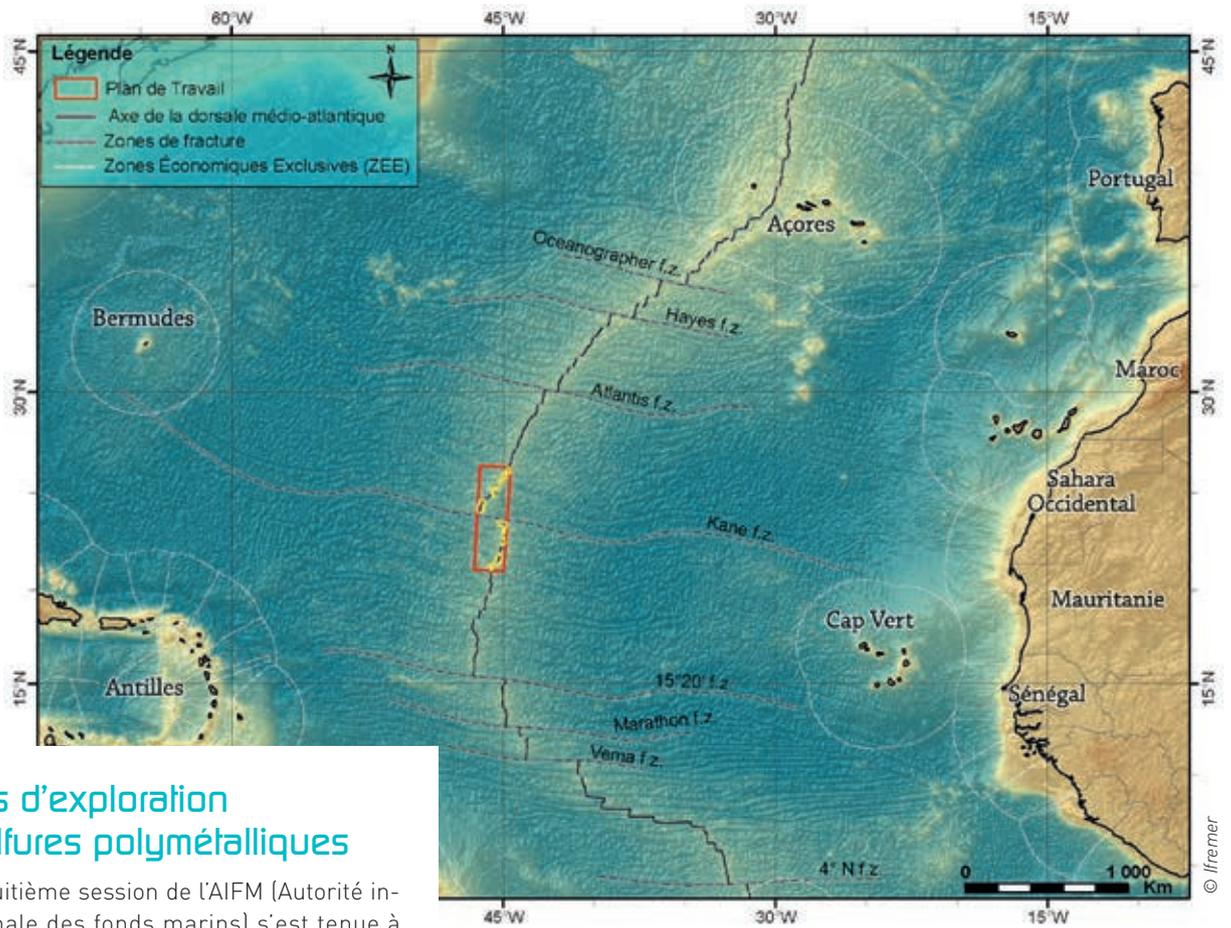
*Sulfures, crinoïdes et corail sur site inactif* ▶

© Ifremer-Nautile/Campagne Futuna 2012

### CAMPAGNE FUTUNA 3

Du 16 mai au 22 juin 2012 s'est déroulée la campagne Futuna 3 dans la zone économique exclusive de Wallis et Futuna (chef de mission Yves FOUQUET, Ifremer Edrome, département Ressources physiques et Écosystèmes de fond de mer). L'objectif était de préciser la localisation, l'extension et la nature des minéralisations hydrothermales découvertes lors des deux premières campagnes, en 2010 et 2011, et d'étudier les écosystèmes profonds. Cinq cibles principales et deux cibles secondaires de plongées étaient prévues. La stratégie générale de la campagne était centrée sur des plongées du *Nautile* durant la journée et sur des plongées AUV durant la nuit. La période comprise entre la fin de la plongée *Nautile* et le début de la plongée AUV a été utilisée pour réaliser des opérations complémentaires sur les cibles de plongées : cartographie à cinq nœuds, bathysondes et dragages. Grâce à cette stratégie et à une équipe ultra performante, de nombreux sites actifs et inactifs ont été mis en évidence sur la première cible d'étude. Compte tenu de l'ampleur des découvertes, les efforts se sont particulièrement concentrés sur cette zone. Une exploration plus en détail des autres cibles, certainement tout aussi intéressantes, resterait donc à faire.





## Permis d'exploration de sulfures polymétalliques

La dix-huitième session de l'AIFM (Autorité internationale des fonds marins) s'est tenue à Kingston (Jamaïque) du 16 au 27 juillet 2012. Le dossier français présenté par l'Ifremer avec la caution de l'État français a été présenté et défendu sur place par Yves FOUQUET (Ifremer, REM/Edrome), unique représentant français présent avec M. Élie JARMACHE. Le conseil de l'AIFM, présidé par M. Alfredo GARCIA CASTELBLANCO (Chili), a approuvé, sur recommandation de la commission juridique et technique, cinq demandes de plans de travail, dont celle émanant de l'Ifremer et relative à l'exploration de sulfures polymétalliques. La zone se situe le long de la ride médio-atlantique, entre 21 et 27° N (~ 600 km Nord-Sud par ~ 200 km Est-Ouest). Le plan de travail comprend 100 blocs de 10 km par 10 km chacun, regroupés en six grappes de 5 à 25 blocs pour une surface totale de 98 660 km<sup>2</sup>.

▲  
Zone d'exploration des sulfures

### Diversité et fonctionnement des communautés microbiennes dans les écosystèmes marins profonds soumis à des migrations de fluides froids riches en méthane et cycle du méthane : soutenance de la thèse d'Adrien VIGNERON en décembre 2012 et du Master II de Marine MINIER

*Au niveau des marges continentales, et plus particulièrement dans des zones dites d'émissions de fluides froids, des communautés microbiennes et animales complexes se développent localement à la surface des sédiments. Ces communautés utilisent pour leur croissance des composés chimiques réduits ( $H_2S$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ...), contenus dans un fluide à basse température, percolant à travers les sédiments et issus de phénomènes géologiques et de divers processus microbiens. La diversité des communautés microbiennes a été étudiée sur des échantillons [sédiments de surface 0-20 cm, mais également plus profonds : < 9 mbsf], prélevés au niveau de la marge de Sonora (campagne BIG, 2010), pour comprendre leur rôle dans l'environnement et appréhender les paramètres environnementaux influençant la distribution et l'écophysologie de ces communautés. Ce travail de recherche a permis de déterminer la structure et la diversité des communautés microbiennes métaboliquement actives dans ces sédiments ; de mettre en évidence des écophysologies différentes entre les acteurs du cycle du méthane (méthanogènes, méthanotrophes anaérobies et bactéries sulfato-réductrices), prépondérants dans cet écosystème ; et de découvrir la présence de nouvelles lignées et fonctions microbiennes dans les sédiments de zones d'émissions de fluides froids des marges continentales.*

## CAMPAGNE BIONOD (28 MARS AU 11 MAI, ATALANTE/SCAMPI, CHEF DE MISSION L. MENOT)

La campagne Bionod est le fruit d'une collaboration entre l'Ifremer et le BGR. Elle répond aux obligations des deux instituts dans le cadre du maintien des permis miniers sur les zones à nodules polymétalliques du Pacifique nord-oriental.

Cette campagne fait suite à la campagne Ifremer Nodinaut, menée en 2004 dans la même zone géographique. Cette dernière avait permis, pour la première fois, de montrer que les champs de nodules constituent un habitat spécifique pour de nombreuses espèces et qu'ils contribuent à favoriser la diversité biologique des fonds abyssaux.

L'objectif de la campagne Bionod était de préciser les connaissances sur la distribution géographique des espèces associées aux champs de nodules et de déterminer les facteurs environnementaux qui peuvent influencer cette distribution. Le suivi temporel des zones étudiées lors de la campagne Nodinaut a également permis d'évaluer le dynamisme des écosystèmes formés par les champs de nodules.

Deux sites sont ciblés, correspondant aux deux principales zones de permis d'exploration français et allemands. Ces deux sites sont distants de près de 1 200 km. L'échantillonnage de la faune et de son environnement sont stratifiés à deux échelles : une échelle régionale (1 200 km), permettant de décrire la répartition géographique des espèces et de tester l'effet des variations de production primaire de surface sur la structure des communautés ; et une échelle locale (de l'ordre de 10 km), utilisée pour tester l'influence de la présence/absence de nodules sur les différentes classes de taille de la faune. L'exploration de nouvelles zones du permis minier français permettra également, à terme, de mieux décrire et comprendre la répartition spatiale des nodules.

## PERMIS D'EXPLORATION NODULES

Le programme de travail pour les années 2011 à 2016 a été approuvé par le secrétaire général de l'AIFM (courrier en date du 13 juillet 2012 de Monsieur Nii ALLOTEY ODUNTON), dans le cadre du contrat liant l'AIFM à Ifremer.

Ce programme de travail concerne l'élaboration de stratégies de préservation de la biodiversité dans la zone à nodules de Clarion-Clipperton, freinée par la méconnaissance sur la distribution des espèces à l'échelle de cette vaste zone couvrant près de 6 millions de kilomètres carrés. Cette méconnaissance s'explique en grande partie par la grande richesse spécifique de la faune benthique d'une part et le manque d'expertise taxonomique sur des espèces profondes, de petites tailles et peu emblématiques, d'autre part. En conséquence, rares sont les groupes taxonomiques pour lesquels une identification au niveau spécifique est possible. Parmi ceux-ci, l'expérience montre que 50 à 90 % des espèces abyssales sont nouvelles pour la science.

Pour la période 2012-2017, l'Ifremer a proposé de s'associer avec le *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe* (BGR) et le *Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung* (DZMB) du Senckenberg Museum pour organiser une campagne océanographique ciblée sur deux secteurs à nodules attribués à la France et à l'Allemagne, ayant respectivement pour coordonnées géographiques moyennes 14°N-130°W et 12°N-118°W.

## Les ressources minérales profondes : un enjeu stratégique pour la France et l'Union européenne



© Ifremer/StudioBen

▲ Archivage de nodules polymétalliques  
à la lithothèque du centre Ifremer Bretagne

# STRUCTURATION DES MARGES ET ENVIRONNEMENT SÉDIMENTAIRES



## Campagne Magic, 12 août-21 septembre, N/O Pourquoi pas ?

La campagne Magic (*Margins of Brazil, Ghana and Ivory coast*) s'est déroulée au large du Brésil, du 12 août au 21 septembre 2012, sur le N/O Pourquoi pas ?. Cette campagne se place dans le cadre d'une collaboration entre l'Ifremer, l'IUEM, l'université de Lisbonne, l'université de Brasilia et le centre de recherches Cenpes de Petrobras. L'objectif de Magic était de mieux comprendre la structure et l'évolution d'une marge transformante, à travers une imagerie du sous-sol par les méthodes sismique multi-trace et grand-angle. Afin de caractériser les processus actifs à l'interface sédiment-océan, plusieurs carottes ont également été prélevées et des mesures de piézométrie réalisées.

© Ifremer/F. Klingelhoefer

À la fin de la campagne, un rapport a été rendu au Cenpes et une présentation de la mission et des résultats préliminaires a été faite en présence du manager Production de la région équatoriale et du directeur de Cenpes. Ces derniers ont exprimé leur grande satisfaction concernant la qualité des travaux et les résultats préliminaires. Une réunion est prévue en décembre, afin d'étudier les prochains projets de collaboration scientifique sur les marges de Pelotas et Espirito Santo.

▲  
Déploiement d'un  
sismomètre de fond  
de mer MicrObs.  
La sphère en verre  
(13 pouces) contient  
l'électronique, le  
système de largage  
et les géophones

## Pamela, un programme sur cinq ans de recherche partenariale avec Total

Les représentants en géosciences de Total et de l'Ifremer ont décidé de collaborer autour d'un programme innovant, intitulé Pamela (« *Passive Margin Exploration Laboratories* »), de recherche sur les marges passives intégrant des sujets comme la structure géologique, la distribution des corps sédimentaires, les instabilités, les fluides et les écosystèmes. L'objectif est de répondre à des questions communes aux deux entités. Plusieurs réunions ont eu lieu en novembre et décembre 2012, pour définir les différents thèmes scientifiques, les partenaires du monde académique, l'organisation et la structure de gouvernance du projet. Jean-François BOURILLET, géologue de l'unité Géosciences marines, a été désigné responsable pour l'Ifremer du programme Pamela ; Philippe BOURGES, responsable projet « Recherche et Développement » pour Total Exploration et Production, étant son homologue pour Total. Les thèmes scientifiques abordés concernaient : l'évolution thermique d'une marge ; la répartition

spatiale et temporelle des dépôts d'un système sédimentaire au cours d'un cycle climatique ; la particularité d'un système carbonaté ; l'enregistrement du niveau marin ; la connexion au pied de pente de lobes et levées sédimentaires ; la part relative de divers facteurs (profil du canyon, nature et volume des sédiments) sur l'efficacité de transport des canyons ; l'influence de la nature des sédiments sur le comportement des hydrates ; la recherche de proxys pour la détection de panaches dans la colonne d'eau ; les Écosystèmes associés aux sorties de fluides ; la biodiversité des plateformes carbonatées sous-marines, etc. Des actions Ifremer en cours seront prolongées (Golo, GuinecoMebo) ou amplifiées (Ptolémée) ; des actions Ifremer en attente (panaches aquitains) seront débloquées. Ce projet pluriannuel (cinq ans ou plus) sera structurant pour le département Ressources physiques et Écosystèmes du fond de mer et les unités Géosciences marines, Environnement profond, Recherches et Développements technologiques.

## LE PROJET ANR CONGOLOBE

Une carotte marine révèle l'empreinte environnementale de l'homme en Afrique centrale il y a 3 000 ans

Le projet CongoLobe (coordination C. RABOUILLE, LSCE) a pour principal objectif l'étude des écosystèmes profonds des lobes terminaux de l'éventail sous-marin du Congo qui constituent, du fait d'apports considérables de matériel d'origine terrigène à très grande profondeur, un cas exceptionnel d'étude de la biodiversité et de la biogéochimie dans la région, mais aussi au niveau de l'océan mondial. L'objectif consiste à faire le lien entre la nature et la magnitude des apports de matière organique en provenance du fleuve Congo et les écosystèmes exceptionnels mis en évidence dans la zone terminale du canyon. En plus de la description de la biodiversité de ces écosystèmes, dont la composition biologique ressemble aux communautés chimiosynthétiques des *pockmarks* (zones actives d'émission de fluides riches en méthane), il s'agit d'étudier leur fonctionnement et quantifier le devenir des apports organiques du Congo comme source directe ou indirecte pour leur métabolisme. Cet écosystème pourrait être alimenté par les apports organiques du système canyon/chenal du Congo, leur diagenèse

dans les premiers mètres de sédiment (ou plus en profondeur), qui pourraient s'accompagner de la genèse de fluides réduits riches en sulfure et en méthane. Ces composés réduits permettent une production microbienne chimioautotrophe et le développement de communautés biologiques qui en dépendent.

Le projet Congolobe repose sur deux campagnes : la campagne WACS (février 2011) a servi d'exploration de la zone des Lobes et la campagne CongoLobe (décembre 2012-janvier 2013), a associé géologues spécialistes de cet éventail sous-marin, géochimistes organiciens pour caractériser l'origine et réactivité de la matière organique, géochimistes marins estimant le recyclage et la préservation des composés biogènes, microbiologistes étudiant la diversité et l'activité des bactéries et des archées du sédiment et des symbioses avec des invertébrés et biologistes précisant la distribution, biodiversité et fonctionnement des communautés faunistiques.

## ALÉAS GÉOLOGIQUES

### Marsite, programme européen d'étude des risques sismiques à Istanbul

La région d'Istanbul, peuplée de plus de quinze millions d'habitants, est fortement exposée au risque sismique, du fait de la présence de la faille nord-anatolienne en mer de Marmara. À ce titre, elle constitue une zone d'intérêt prioritaire (ou « supersite ») en Europe pour la surveillance des risques naturels. Dans ce contexte, l'Union européenne a décidé de financer (à hauteur de 7 millions d'euros) le programme « Marsite » dans le cadre de l'appel d'offres ENV.2012.6.4-2 (*Long-term monitoring experiment in geologically active regions of Europe prone to natural hazards: the Supersite concept*). Coordonné par le Koeri, Marsite regroupe vingt-trois partenaires dont, pour la France : le BRGM, l'Ineris, l'Iffstar, le CNRS (Grenoble, Strasbourg, Brest) et l'Ifremer.

Le programme comprend différentes composantes : terrestre, spatiale et marine. La composante marine fait l'objet du « *Work Package 8* », qui sera coordonné par l'Ifremer. Elle sera réalisée avec des moyens italiens (N/O *Urania*), turcs (N/O *Yunus* de l'ITU) et français. La campagne MarsiteCruise, qui a été classée en P1 par la CNFH, devrait avoir lieu en 2014 en mer de Marmara.

Le programme Marsite constitue pour l'Ifremer un enjeu essentiel pour promouvoir le développement d'observatoires sous-marins multi-paramètres destinés à la surveillance de l'environnement et des risques naturels.

Ville d'Istanbul au lever du jour et mer de Marmara



© Ifremer/O. Dugornay



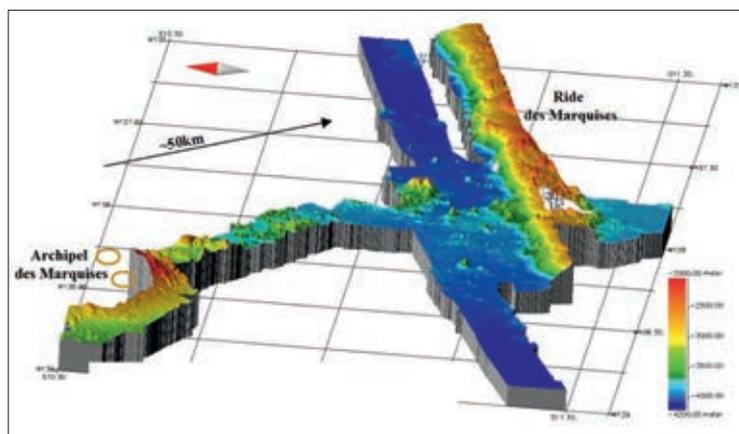
© Ifremer/L. Loubersac

## L'EXTENSION DU PLATEAU CONTINENTAL JURIDIQUE

### Campagne Polyplac, 1<sup>er</sup> au 12 septembre 2012, N/O *L'Atalante*

La campagne Polyplac fait partie du projet Extraplac, dont la finalité est la soumission et l'argumentation des demandes d'extension du plateau continental juridique français dans le cadre de la convention des Nations Unies sur le droit de la mer.

Cette campagne était la première opération du projet dans la région de Polynésie française et a concerné une zone située à l'est des Marquises. Elle s'est déroulée à bord du N/O *L'Atalante*, avec une équipe scientifique Ifremer constituée de personnel des centres de Brest et du Pacifique et de la délégation de Nouvelle-Calédonie. En vue de suivre les directives de constitution d'un dossier de demande d'extension, les objectifs prioritaires de la campagne Polyplac consistaient à caractériser le prolongement naturel à partir de la masse terrestre des îles Marquises jusqu'au rebord de la marge continentale et à fournir les éléments de caractérisation du « pied de talus », limite à partir de laquelle une extension à 60 milles peut être proposée. Dans ce contexte, la campagne Polyplac s'est basée principalement sur l'acquisition de données acoustiques multifaisceaux pour la cartographie de la région, associée aux données de magnétisme et de sondeur de sédiments et à des prélèvements à la drague à roche. Le rapport de la campagne sera communiqué au comité de pilotage Extraplac avant la fin de l'année 2012.



Cartographie de l'archipel vers la ride des Marquises ▶

## CARTOGRAPHIE DU PLATEAU CONTINENTAL

### Nomination de Walter ROEST à la commission d'extension du programme français d'extension du plateau continental de l'ONU

Au cours de la vingt-deuxième session de la convention des Nations Unies sur le droit de la mer à New York, l'élection des vingt-et-un membres de la Commission des limites du plateau continental (CLPC) a eu lieu le 6 juin dernier, selon une répartition géographique équitable. Ainsi, le groupe d'Europe occidentale et autres (connu sous le nom anglais *WEOG*, pour « *Western Europe and Other states Group* ») comprenant également le Canada, l'Australie et la Nouvelle-Zélande s'y est vu attribuer trois sièges. Ce groupe présentait quatre candidatures fortes, dont celle du Dr Walter R. ROEST, de l'Ifremer, responsable du programme français d'extension du plateau continental, Extraplac. Les autres candidats venaient du Canada, de l'Espagne et du Danemark et sont également fortement impliqués dans leurs programmes d'extension nationaux respectifs. La CLPC examine et statue sur les demande d'extension du plateau continental soumises par tous les États côtiers et, donc, sur le droit souverains d'exploitation de ses ressources. La mission permanente de la France auprès de l'ONU avait mené une campagne électorale au cours des mois précédant l'élection, avec des rencontres organisées entre le candidat pour la France et les représentants de plus de cent quarante États membres de la convention. Le chef de la délégation française, Élie JARMACHE, chargé de mission du SGMer, a fortement appuyé cette candidature. Walter ROEST, ayant obtenu plus de deux tiers des votes des 162 États présents et votants, a été élu dès le premier tour pour un mandat de cinq ans. Cette élection

constitue une reconnaissance forte, tant pour la qualité des travaux réalisés et déjà présentés pour partie à la commission précédente par l'Ifremer, maître d'œuvre du programme Extraplac depuis 2003, que pour l'expertise de son candidat. Les travaux de la commission nouvellement élue ont débuté le 30 juillet dernier à New York.

Compte tenu des problèmes de financement des campagnes nécessaires pour une cartographie moderne du plateau continental, seules des actions plus réduites ont été entreprises, en l'occurrence une publication cartographique : *Sur les traces des coraux d'eau froide du golfe de Gascogne*, comprenant huit cartes bathymorphologiques et géomorphologiques au 1/100 000<sup>e</sup>.

La publication résulte de deux phases : la compilation de données multifaisceaux récentes sur la marge du golfe de Gascogne, qui ont permis d'élever considérablement la résolution de la cartographie, et le développement méthodologique spécifique de classification qui a conduit à l'établissement de cartes géomorphologiques. Cette approche est menée en lien direct avec le projet CoralFish.



© Ifremer



© Ifremer-Victor/Campagne BOBECO

# LES ÉCOSYSTÈMES FONDS DE MER

## Macumba, projet européen (*Marine Microorganisms : Cultivation Methods for Improving their Biotechnological Applications*)

Ce projet qui démarre est coordonné par le professeur Lucas STAL (NIOZ) et implique une vingtaine de partenaires académiques et SME. Il a pour but de développer et de mettre en œuvre des méthodes innovantes, afin d'améliorer la culture des microorganismes marins (accès à de nouvelles espèces potentiellement valorisables). Les environnements cibles sont les microorganismes de la colonne d'eau et les microorganismes d'environnements profonds extrêmes (suintements froids, sources hydrothermales

et lacs de saumure). Pour le LM2E (UMR6197), principalement impliqué dans trois des *workpackages* de ce projet, dont le WP3 (*Improving culture efficiency of already isolated and cultured microorganisms*) et piloté par Anne GODFROY, il s'agira de mettre en œuvre et de valider la plateforme de culture et d'isolement haut débit Cocagne (financement CPER 2007-2013), mais également d'améliorer les cultures de microorganismes hyperthermophiles en bioréacteur.

## Archelyse, projet ANR « Nouvelles voies de protéolyse chez les archées », Programme Blanc 2012

La destruction ciblée des protéines régule directement de nombreuses fonctions biologiques et débarrasse la cellule des protéines anormales. Les protéases intracellulaires sont ainsi impliquées dans les processus de réponse au stress et au vieillissement. Les dérèglements de la protéolyse sont responsables de nombreuses maladies dégénératives humaines et de cancers. Le système ubiquitine-protéasome est l'acteur principal de la destruction ciblée des protéines. Cependant, on ne comprend toujours pas comment l'activité du protéasome est modulée. De plus, l'existence d'autres voies de dégradation est suspectée. Le projet Archelyse s'attaque à ces questions importantes en étudiant le système primitif de régulation du protéasome des Archaea. Ces microorganismes constituent un domaine séparé du vivant, avec de nombreux aspects de leur biologie proche des eucaryotes, y compris la protéolyse.

L'implication du LM2E (Didier FLAMENT, Anne GODFROY) dans ce projet, coordonné par Bruno FRANZETTI (UMR 5075, IBS Grenoble), s'appuie sur son expertise sur la physiologie et la culture des Archae hyperthermophiles et l'étude des interactions protéines-protéines.



© Stéphane L'Hartoin/LM2E, UMR6197, IUEM

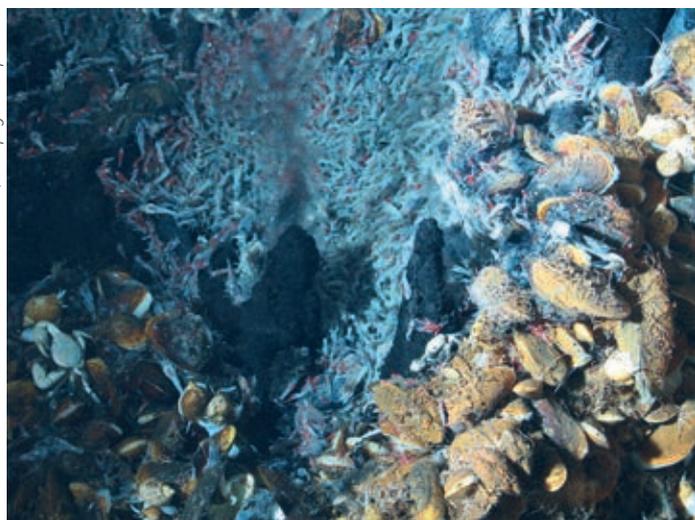
▲ Les éléments de la plateforme de culture et d'isolement haut débit Cocagne (IUEM) : le robot de pipetage, l'enceinte anaérobie et le cytomètre de flux

## Hermione, étude des écosystèmes profonds des marges européennes : projet européen (2009-2012)

Ce projet avait pour objectifs d'étudier les écosystèmes profonds des marges européennes et l'impact des activités humaines sur ces environnements. Une vingtaine de techniciens, ingénieurs et scientifiques de l'Ifremer étaient impliqués au sein de quatre des sept « workpackages » de ce projet : WP2 (canyons), WP4 (coraux), WP5 (écosystèmes chimiosynthétiques) et WP7 (traitement des données) et dans la coordination du thème de recherche « *Biological capacities and adaptation* ». Plusieurs communications orales ont été données lors de ce meeting, dont plusieurs impliquant les scientifiques de l'Ifremer. Un rapport de synthèse à dix-huit mois a été rendu fin septembre et le bilan financier en novembre 2012. L'élaboration d'une base de données photo a été effectuée en collaboration avec nos partenaires du *Jacobs University* et du *Marum* et a donné lieu à la publication d'un rapport intitulé « *Video-photographic database and GIS on distribution of chemosynthetic habitats and associated megafauna at main target sites* », ainsi qu'à la mise en ligne d'un SIG illustrant les différents habitats chimiosynthétiques des marges visitées au cours du projet (<http://www.faculty.jacobs-university.de/vun-nithan/hermione>). Parmi les éléments marquants du projet figure la rédaction d'une publication de synthèse sur la biodiversité des écosystèmes de fluides froids des marges européennes, regroupant des scientifiques de sept instituts de recherche européens, incluant les chercheurs de l'Ifremer (VANREUSEUL *et al.*, en prép). Un workshop a été organisé par le coordinateur de thème (S. ARNAUD-HAOND, Station biologique de Roscoff, 22-23 mai 2012) sur les adaptations physiologiques et génomiques propres à l'environnement profond. Plusieurs publications sont parues ou en cours d'évaluation sur la connectivité génétique en environnement profond.

La réunion finale du projet européen Hermione s'est tenue du 11 au 14 septembre 2012 à Faro au Portugal.

### Crevettes autour d'un fumeur



© Ifremer-Victor/Campagne Serpentine

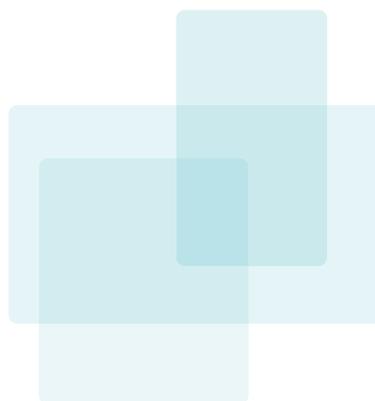
## Maîtrise technologique : la troisième année de l'observatoire Açores (MoMAR)

La campagne océanographique MoMarsat 2012, menée conjointement par l'Ifremer, l'Institut de physique du Globe de Paris et l'université des Açores et achevée le 24 juillet, s'est parfaitement déroulée sur la dorsale médio-atlantique, au large des Açores. À bord du N/O *Thalassa*, l'objectif de la mission était de relever les instruments déposés et de les re-déployer après maintenance. La bouée a repris ses transmissions par satellite (données de pression, détection de séismes, *snapshots* vidéo, données de chimie et de température des fluides hydrothermaux), pour observer en continu, ceci pour la troisième année consécutive, les séismes et sources hydrothermales du volcan Lucky Strike, situé à 1 700 mètres de profondeur.

## Inauguration de l'exposition « Abyssbox, la vie sous pression » à Océanopolis le 7 avril 2012

Cette exposition résulte d'une collaboration étroite entre Océanopolis, l'université Pierre et Marie Curie et l'Ifremer et permettra au grand public d'observer des espèces des grands fonds vivantes, dans des aquariums pressurisés. Ces organismes (une vingtaine de crevettes *Mirocaris fortunata* et trois crabes *Segonzacia mesatlantica*) ont été prélevés sur les sources hydrothermales du champ Lucky Strike, situé sur la dorsale médio-atlantique, au sud des Açores, durant les campagnes de maintenance de l'observatoire MoMAR.

<http://wwz.ifremer.fr/institut/L-institut/Actualites-Agendas/AbyssBox>



# LES ÉNERGIES MARINES RENOUVELABLES

Les objectifs de recherche dans le domaine des « Energies marines renouvelables » (EMR) sont de plusieurs ordres :

1. Renforcer la connaissance de l'environnement et de la réponse des structures
2. Développer nos connaissances des impacts environnementaux et sociétaux
3. Accroître notre participation à des démonstrateurs, proposer des innovations technologiques

L'Ifremer est impliqué, à des degrés divers, dans des recherches sur l'ensemble des filières EMR : énergie éolienne en mer (dont flottant), énergie des courants marins et énergie des vagues, énergie thermique des mers (ETM). L'Ifremer contribue au développement de ces filières à la fois par des travaux de recherche et développement, notamment dans le cadre de projets européens, des études et prestations et, enfin, des expertises, notamment pour les services de l'État. L'Ifremer anime ou participe également à des groupes de travail nationaux (Ancre, préparation du dossier IEED « FEM », DGEC...) et internationaux (ISSC, *Marine Board*...).

## L'IEED France Énergies marines

En 2010, en réponse à l'appel à projets sur les instituts d'excellence en matière d'énergies décarbonées (IEED), un partenariat public-privé particulièrement large a été constitué, qui traduit l'ambition nationale initiale. Le projet France Énergies marines a été déposé en mars 2011, conduisant à une labellisation officielle le 9 mars 2012. Le montant de co-financement octroyé est de 34,3 millions d'euros, pour un budget opéré d'environ 130 millions d'euros sur neuf ans. Le 15 mars 2012, l'Association de préfiguration de l'IEED France Énergies marines a été créée à Brest, avec pour objectifs :

- le conventionnement du projet avec l'ANR, organisme gestionnaire des IEED
- la constitution de la structure définitive, à savoir un GIP
- le lancement de premiers projets de recherche.

## Un concept d'hydrolienne flottante testé au bassin à courant et houle de Boulogne-sur-Mer

La société Tidalys de Cherbourg a testé un premier prototype, à l'échelle 1/13, de son hydrolienne flottante, Électrimar. Il s'agit d'une structure flottante d'environ 30 m sur 18 m, construite à 80 % à partir de matériaux composites, supportant un rotor de 18 m de diamètre, couplé à une génératrice d'une puissance moyenne de 1,8 MW.

## LE PROJET WINFLO (FINANCEMENT ADEME)

L'objectif principal concerne le développement d'un démonstrateur éolien offshore flottant de puissance 1 MW. L'Ifremer s'est impliqué à travers des essais en bassin (campagne d'essais en 2012 à Brest), des essais sur les matériaux des lignes d'ancrage (essais éralisés en 2012 à REM/RDT), le monitoring de certains paramètres de l'environnement, l'analyse du comportement *in situ* du démonstrateur.

## Le projet ORCA (financement Ademe)

Ce projet a pour objectif principal le développement d'un démonstrateur hydrolien de puissance 1 MW. L'Ifremer s'est impliqué à travers l'analyse des mesures de houle et courant de marées *in situ*, des essais en bassin de caractérisation des performances et des techniques de poses, ainsi que l'analyse de la protection anti-corrosion.

Depuis le début du projet, le concept ORCA, développé par Alstom, a fortement évolué, passant d'une machine six pales avec carénage à une machine tri-pales sans carénage. Une campagne d'essais de ce dernier concept a été réalisée dans le bassin de l'Ifremer à Boulogne-sur-Mer à échelle 1/25.

## Le projet Sabella D10 (financement Ademe)

Les choix industriels et les difficultés liées au bouclage budgétaire n'ont pas favorisé une forte implication des équipes de l'Ifremer sur le projet en 2012. Un simple suivi des études hydrodynamiques a été réalisé. Un accompagnement pour les essais proposés dans le cadre du projet européen Marinnet sera effectué début 2013. Les volets acoustique et matériaux composites ont fait l'objet de travaux spécifiques, en l'occurrence sélection des matériaux de l'hydrolienne D10. Des essais de caractérisation et de vieillissement ont été réalisés sur les matériaux de pales et sur les assemblages, ainsi que des vérifications de la qualité des fabrications. Pour la mesure de bruit, les travaux menés en 2012 ont été relatifs à la poursuite du développement et de la qualification du nouvel enregistreur acoustique autonome (*Sea-Ear NG*).

### LE PROJET BILBOQUET

Le « Bilboquet » est un concept innovant de convertisseur houlomoteur omnidirectionnel de type absorbeur ponctuel. Les travaux menés en 2012 sur le projet Bilboquet concernent essentiellement le développement d'un modèle numérique du concept Bilboquet à l'aide du logiciel Aqua+.

## Le projet Merific (énergies marines dans les territoires insulaires et périphériques)

Les objectifs du projet sont de faire progresser l'utilisation de l'énergie marine sur les deux territoires de Cornouaille britannique et du Finistère, sur les communautés insulaires du Parc marin d'Iroise et des îles Scilly. Les contributions de l'Ifremer en 2012 ont concerné : la dynamique d'ancrage ; la réalisation des études de modélisations numérique et expérimentales sur le comportement dynamique des ancrages synthétiques pour convertisseurs d'énergie marine ; l'évaluation et la cartographie de la ressource ; la mise en œuvre de nouveaux algorithmes pour l'amélioration de la mesure des courants de surface et l'estimation des états de mer par radar HF (sous-traitance Actimar) ; la mise en œuvre des modèles de *hindcast* d'états de mer pour la construction des climatologies en mer d'Iroise.

### LE PROJET MARINET

Notre participation au projet Marinnet consiste d'une part à conduire des actions de recherche dans le cadre d'un partenariat européen dans le domaine des EMR, d'autre part à accueillir des équipes de recherche européennes (TNA – *Trans National Access*) dans nos infrastructures (bassins de Brest et de Boulogne-sur-Mer et laboratoire Matériaux) dans ce même domaine des EMR et, enfin, à participer activement au management de ce projet qui réunit vingt-huit partenaires et regroupe quarante-deux installations expérimentales européennes.

## ESSAIS DANS LE CADRE DU PROJET EUROPÉEN MARINET

Trois projets, représentant vingt-sept jours d'essais, ont été accueillis au bassin à houle et courant de Boulogne-sur-Mer et au bassin de Brest.

Parmi ceux-ci, à Boulogne, la société Bluewater a testé le comportement sur houle du support flottant d'un système de récupération d'énergie du courant, muni de deux turbines tri-pales à axe horizontal. Les mouvements ont été analysés à partir de mesures trajectométriques et les tensions dans les lignes d'ancrages ont été mesurées.

De nombreuses configurations (sens de rotations des pales et points de fonctionnement des turbines) seront testés durant deux semaines d'essais, en janvier 2013.

Deux projets, pour une période d'essais de deux semaines chacun, ont été accueillis à Brest.

- La société écossaise Albatern a testé un système de récupération de l'énergie des vagues. Ce système est constitué d'une constellation de flotteurs ; l'énergie récupérée est issue du mouvement relatif des flotteurs les uns par rapport aux autres.
- L'*Institute for Energy Technology* (Norvège) a testé un support à lignes tendues pour éolienne flottante.

# DÉVELOPPER DES TECHNOLOGIES ET DES SYSTÈMES D'INFORMATION INNOVANTS



## DES DÉVELOPPEMENTS TECHNOLOGIQUES AU SERVICE DE L'EXPLORATION ET DE L'OBSERVATION DU MILIEU MARIN

Les nombreux engins et équipements conçus et maintenus par des équipes d'ingénieurs de l'Ifremer permettent aux scientifiques de procéder à des mesures et observations de très grande qualité et d'explorer en toute sécurité les fonds marins. Les processus qualité développés et mis en œuvre permettent à ces équipes d'ingénierie, associées à l'opérateur de la flotte, de conduire un cycle d'amélioration continue et d'atteindre ainsi des niveaux de fiabilité élevés pour des prototypes. Une palette de sondeurs de haute technologie équipe les navires de l'Ifremer ; l'ingénierie d'analyse et de traitement des données de ces sondeurs constitue l'un des axes forts de la position de l'établissement au niveau international, notamment illustré par de nombreuses prestations d'ingénierie au sein d'autres organismes de recherche possédant de tels équipements. Parmi les équipements les plus emblématiques, on peut mentionner les engins sous-marins *Nautile* (habité, 1 700 plongées), *Victor 6000* (télé-opéré, plus de 5 000 heures au fond des océans), *Aster<sup>x</sup>* et *Ide<sup>®</sup>* (vecteurs autonomes). Les activités de recherche et développement en technologies sous-marines conjuguent l'innovation technologique, au travers de projets de recherche en partenariat avec des industriels et l'efficacité opérationnelle à la mer, issue de l'expérience Ifremer/Genavir et de la volonté de réduire les coûts de possession. Elles aboutissent à doter l'institut de systèmes sous-marins pour la recherche qui se positionnent au meilleur niveau international. L'innovation prend sa source dans des projets de recherche technique en coopération avec des entreprises et permet de fournir des outils originaux aux chercheurs. Pour illustrer ce propos, on peut citer la sismique près du fond ou le projet de ROV hybride, qui constituera une première mondiale. Enfin, la stratégie d'amélioration s'inscrit, en particulier, dans un renforcement de la coopération internationale.

▲  
*AUV Aster<sup>x</sup>  
sur le pont du  
Suroît pendant  
la campagne  
Marmesonet*

© Ifremer/O. Dugormay

## SEXTANT

Sextant est le système d'informations géoréférencées de l'Ifremer ; il inclut une base de données géographiques de référence, un portail Web conforme aux normes ISO de géoréférencement et un ensemble de briques logicielles utilisables par les portails de projets.

Sextant est utilisé par un nombre important de projets, de partenaires travaillant notamment sur le milieu littoral, mais souvent sur des zones différentes, rendant le partage de données peu pertinent ; en revanche, le partage des outils, des interfaces et des mêmes obligations de la directive Inspire explique la nécessité de rencontres annuelles orchestrées par le département Informatique et Données marines et le Simer.

Un travail d'inventaire s'est concrétisé par le catalogage des modèles numériques de terrain de l'unité Géosciences marines sur le serveur Sextant, permettant une visibilité tout public et un accès conditionné par des règles de diffusion.

Sextant est en passe de devenir la référence sur le littoral en matière de diffusion de métadonnées et de données, tant en France métropolitaine que dans les départements ultra-marins.

Un point particulier a été effectué sur les projets de trois stations ultra-marines de l'Ifremer dans lesquels Sextant est impliqué.

La présentation des partenaires du MEDDE (ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie) du groupe de travail « GIMel » (Géoinformation Mer et Littoral) a ouvert la discussion sur la nécessité de la création et du partage de l'information géographique pour l'ensemble des services de l'État et des établissements publics.



## Seadatanet2

### Training course

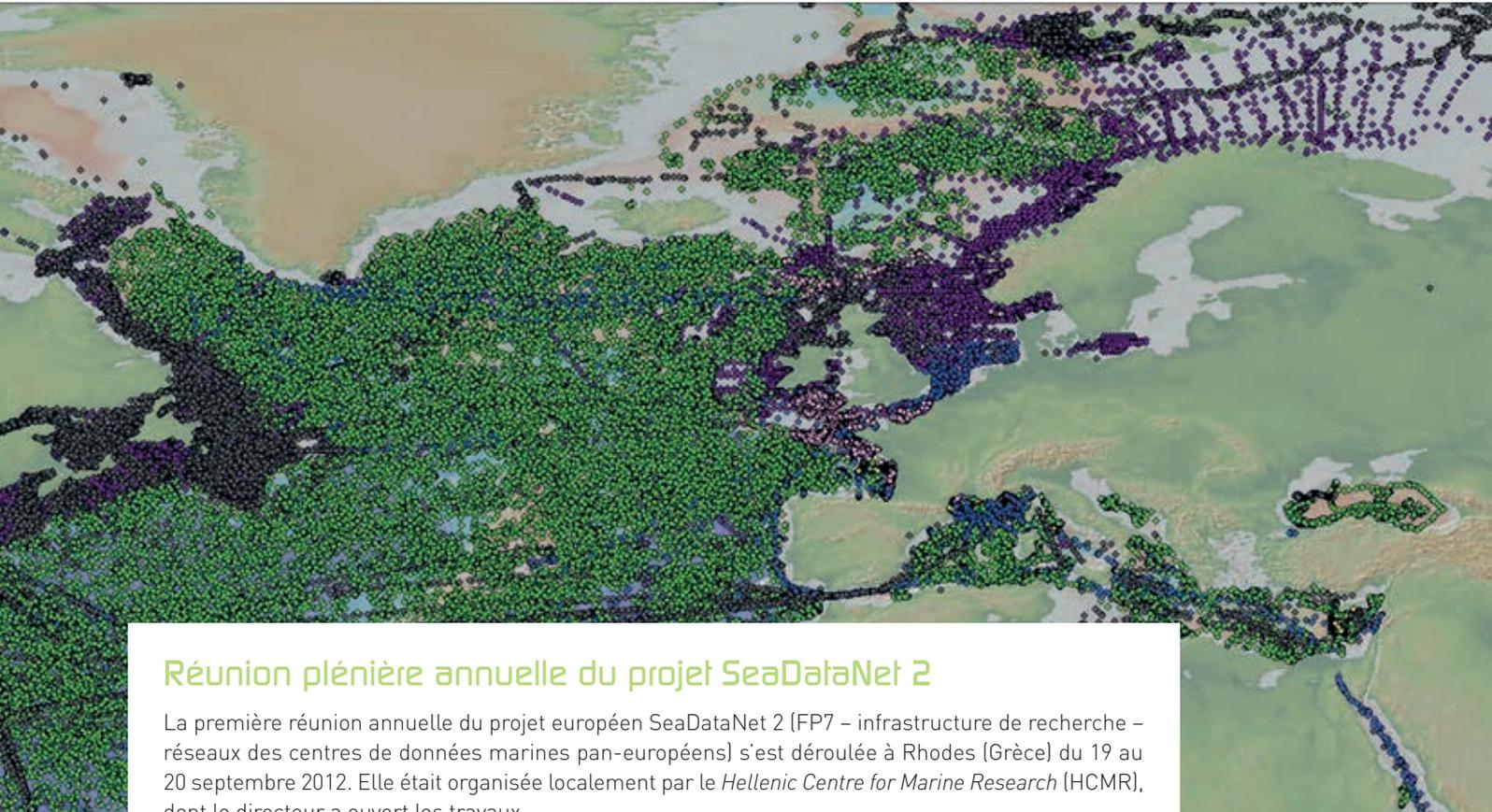
Dans le cadre du projet SeaDataNet 2, le Simer a organisé, en tant que coordinateur du projet et en collaboration avec le « Project Office » d'IODE – *Intergovernmental Ocean Data Exchange* – un « training course » à Ostende (Belgique), du 2 au 6 juillet 2012.

Ce cours, destiné aux gestionnaires de données marines et aux techniciens en charge de l'exploitation des centres de données, avait pour objectif d'apprendre à utiliser les différents outils et formats développés pendant la durée du projet et à implémenter ces différents outils dans les centres de données. Quarante-et-un gestionnaires de données ont assisté aux différents cours et exercices proposés par dix formateurs



© Ifremer/F. Lecornu

▲  
Bouée Marel Iroise



## Réunion plénière annuelle du projet SeaDataNet 2

La première réunion annuelle du projet européen SeaDataNet 2 (FP7 – infrastructure de recherche – réseaux des centres de données marines pan-européens) s'est déroulée à Rhodes (Grèce) du 19 au 20 septembre 2012. Elle était organisée localement par le *Hellenic Centre for Marine Research* (HCMR), dont le directeur a ouvert les travaux.

Cette réunion a rassemblé plus de quatre-vingt personnes, venues d'environ quarante pays. Le comité consultatif comprenait Mme Margarita CONKRIGHT GREGG, directrice du US-NODC à Washington, M. R. KEELEY, de la commission jointe de la Commission océanographique intergouvernementale et de l'Organisation météorologique mondiale, ainsi que des représentants de la *Scripps Institution of Oceanography* et du programme international de biodiversité marine OBIS.

Ce évènement a été précédé d'une réunion jointe avec le projet GMES/MyOcean afin de définir des produits climatologiques communs. Il a permis de souligner les avancées de la première année du projet :

- la poursuite de la mise en place de standards de gestion de données marines afin de garantir l'interopérabilité entre les différents centres de données du réseau et le respect des préconisations techniques de la directive Inspire ;
- la mise à jour des outils de gestion de données associés (gestion des métadonnées ISO 19139, prise en compte du format NetCDF pour les besoins de la communauté océan/atmosphère, outils de détections des observations dupliquées...), permettant la création de collections d'observations intégrées et cohérentes ;
- le suivi en continu du système distribué d'accès aux données mis en place (portail en ligne, gestionnaires automatisés d'accès aux données établis dans les différents centres) afin d'en analyser en continu la disponibilité et de permettre la supervision du système complet ;
- la poursuite de l'intégration des données disponibles par le système : à ce jour, plus d'un million de jeux d'observations sont ainsi disponibles au téléchargement.

Enfin, SeaDataNet s'est révélé être un socle technique pour de nombreux autres projets, parmi lesquelles les actions préparatoires au Réseau européen d'observation et de données marines (Emodnet-EC-DG-Mer), dont un certain nombre d'actions préparatoires ont été menées à bien en 2012. De nombreuses propositions ont été rédigées au nom du consortium SeaDataNet, en réponse aux appels d'offres lancés par la DG-Mer en septembre 2012 afin de prolonger ces actions préparatoires Emodnet, de fournir un socle de données pour les besoins de la directive cadre Stratégie marin, mais aussi d'en analyser les limitations, tant sur les plans de la disponibilité des données que sur les nécessaires interactions entre initiatives de la DG-Mer, de la DG-Environnement et de l'Agence européenne de l'environnement (WISE-Marine en particulier).

## Projet européen *Emodnet Hydrography/ Seabed Mapping*

Cette action, qui a démarré en juin 2009 et dont la première phase s'est achevée en juin 2012 pour l'inventaire, le catalogage et la réalisation de produits numériques de bathymétrie, a abouti à la réalisation d'un modèle numérique de terrain à la résolution spatiale de 500 m pour les mers européennes. L'Ifremer a piloté la réalisation des modèles pour l'ensemble de la Méditerranée et en Atlantique pour le golfe de Gascogne et la façade ibérique, associant une douzaine de partenaires.

## Mise en ligne des données de l'atlas Andro

Le retraitement des données des flotteurs Argo couvrant la période 2000 à 2009 inclus a permis la génération d'une base de données globale des déplacements profonds. Les 606 119 déplacements fournis par 6 212 flotteurs Argo constituent l'« atlas » Andro, disponible en accès libre sur le site du LPO (<http://wwz.ifremer.fr/lpo/>). Ces données, qui ont nécessité six ans de travail, ont d'ores et déjà permis l'estimation de la surface dynamique absolue à 1 000 dbar, c'est à dire une surface de référence pour la circulation géostrophique absolue, objet de recherches depuis le début des études physiques de l'océan. Pour garder sa pertinence, ce jeu de données sans précédent devra être mis à jour. Une stratégie doit être définie avec les partenaires de l'Ifremer afin de préparer dès cette année l'intégration des données acquises depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2010.

Les références des deux premières publications sur ce travail sont : Ollitrault et Rannou (2012) : Andro : An Argo-based deep displacement dataset. *J. Atmos. Ocean. Technology* (in press).  
Ollitrault et Colin de Verdière (2013) : The Ocean général circulation near 1000 m depth. *J. Phys. Oceanogr* (submitted).

## Quadrige<sup>2</sup> : système d'information pour les données de l'environnement côtier

L'Ifremer a en charge le référentiel national pour les données de l'environnement littoral dans le cadre de la réponse à la directive cadre sur l'eau. Ce système, Quadrige<sup>2</sup>, permet aussi le stockage des informations collectées par les différents réseaux de surveillance de l'environnement, ainsi que leur diffusion et valorisation. En 2012, le système a commencé à alimenter le système d'évaluation de l'état des eaux de l'Onema, devant permettre le calcul des indicateurs environnementaux demandés par la directive.

Quadrige<sup>2</sup> a aussi vocation à sécuriser et intégrer des données d'environnement marin en provenance de divers partenaires. A ce dernier titre, un important jeu de données historiques issues du programme de surveillance du zooplancton halieutique des sites de centrales nucléaires en bord de mer a été intégré dans la base de données Quadrige, soit 8 466 prélèvements et plus de 200 000 résultats d'abondances de taxon et de leur stade d'évolution, ainsi que plus de 16 000 résultats d'hydrologie, de 1975 à 2006. Dans le même registre, les données concernant la surveillance des coraux en milieu tropical ont été intégrées au système.

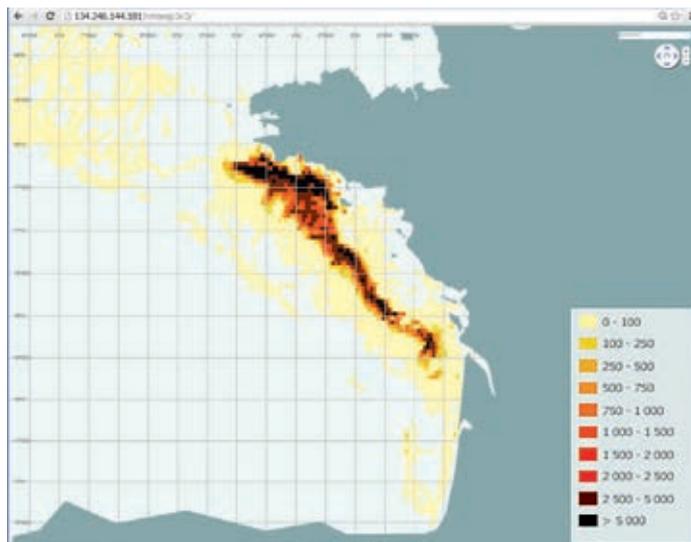
Une nouvelle édition de la synthèse nationale de la surveillance est parue en décembre 2012. Ce document vient compléter les bulletins régionaux et présente à l'échelle nationale l'activité d'observation et de surveillance. Il est rédigé par les responsables des réseaux REMI, Réphy, Rocch, Resco, Rebut ; il contient également un bilan météorologique et hydrologique, ainsi qu'un point sur la surveillance dans les départements d'outre mer.

À noter aussi la réalisation d'un premier maquetage figurant l'accès en ligne des graphiques de la surveillance (première approche d'un « bulletin numérique »).

Le site Environnement littoral (EnvLit) se voit enrichir de nouveaux modules, portant sur l'intégration d'animations de séries temporelles, avec une première application aux concentrations de *Dinophysis* sur vingt ans et la présentation des épisodes de toxicité liée à des efflorescences phytoplanctoniques (quatre années de données) pour dix pays, issus directement de la base de données Haedat. On notera aussi la publication des atlas DCE pour l'ensemble des districts et la création d'un dossier sur *Dinophysis*.

## Observatoire national de la mer et du littoral ([www.onml.fr](http://www.onml.fr))

L'Ifremer, aux côtés de l'Observatoire national de la mer et du littoral et de l'AAMP, a participé à la création de l'ONML, dont le site a été ouvert. Le site est interfacé avec l'outil de gestion de données cartographiques Sextant de l'Ifremer, dont le contenu est régulièrement moissonné. Plusieurs fiches sont en cours de réalisation par l'Ifremer et son expertise a notamment été mobilisée sur les volets état écologique, pressions et économie maritime.



▲  
*Distribution spatiale des captures de langoustines retenues en 2012 par les navires équipés du système VMS (système communautaire de surveillance des navires par satellite)*

## Harmonie : fin du développement d'un système de bancarisation des données halieutiques

Le développement du cœur du système de bancarisation des données halieutiques Harmonie s'est achevé à la fin de l'année 2012. Harmonie porte l'ambition d'un système intégré recueillant l'ensemble des informations caractérisant le « système pêche », des ressources aux usages et à l'économie de la profession.

Harmonie se définit comme un système à objectif scientifique, pour la recherche et le support à l'expertise.

Autour d'un référentiel commun, il intègre en effet l'essentiel des données halieutiques acquises par l'Ifremer au travers des enquêtes, des observations à terre ou sur les navires professionnels et des campagnes d'évaluation, mais aussi les informations réglementaires transmises via le Système d'information Pêche et Aquaculture (SIPA) de la DPMA : journaux de bords, localisation des navires (VMS), notes de débarquements... En interface avec le SIPA, Harmonie permet des échanges continus d'informations.

Ayant repris l'ensemble des informations historiques disponibles, Harmonie constitue une mémoire unique de l'évolution des pêcheries.

## Centre de traitement des données du satellite SMOS (CATDS)

L'objectif de la mission satellitaire SMOS (*Soil Moisture Ocean Salinity*) est de produire des données de salinité des océans et d'humidité des sols (sur les terres émergées).

Le centre aval de traitement des données SMOS, développé par le CNES en collaboration avec l'Ifremer et le Cesbio, est dédié aux produits de niveaux L3 et L4, c'est-à-dire les niveaux où les traitements différencient salinité et humidité sont produits.

Le CPDC (*Data Production Center*) est la partie du CATDS qui est chargée de produire et distribuer en routine ces produits de niveaux L3 et L4.

L'exploitation du CPDC est placée sous la responsabilité du laboratoire Informatique et Données marines Sismer.

Cent-quatre demandes d'accès aux produits SMOS ont été répertoriées au 1<sup>er</sup> juin 2012 (cinquante-neuf pour les produits salinité des océans et quarante-cinq pour les produits humidité des sols).

Le CPDC fonctionne actuellement en mode nominal et rien ne s'oppose à ce que la qualification opérationnelle soit prononcée ; une étape de contractualisation CNES/Ifremer est en préparation, afin de passer officiellement en exploitation. Après une phase d'intégration, finalisée en 2012, des chaînes de traitement des données (salinité de surface des océans, humidité des sols) du satellite SMOS sur les moyens informatiques de l'Ifremer, en particulier le calculateur CAPArmor, le centre de production est désormais pleinement opérationnel, tant pour le traitement en routine des nouvelles données que pour les rejeux des données des années précédentes.

À cette occasion, une convention a été signée en janvier 2013 avec le CNES, déléguant à l'Ifremer le travail opérationnel de production ainsi que les actions de maintenance des logiciels de gestion du centre, à l'exception des chaînes de traitements elles-mêmes, dont les évolutions sont placées sous l'autorité d'un conseil scientifique, dont l'Ifremer est membre (ODE-LOS).

Le traitement à l'Ifremer facilitera également les inter-calibrations avec les observations *in situ* de salinité de surface mesurées dans le cadre des programmes internationaux Argo (flotteurs) et Gosud (thermosalinomètres équipant des navires d'opportunité) bancarisées par le système Coriolis.

# LES SYSTÈMES SOUS-MARINS

## Démarrage de la phase de réalisation du HROV (jalón projet)

La définition détaillée du système est achevée et les principaux composants clefs sont en développement et en tests en maîtrise d'œuvre au sein de l'unité Systèmes sous-marins. Le prochain rendez-vous majeur est la livraison par l'Ifremer des composants du véhicule à la société ECA Robotics, architecte intégrateur, qui devra achever l'intégration du véhicule avec l'Ifremer pour l'automne 2013. De nombreux industriels de l'offshore marquent un intérêt prononcé pour le concept. L'Ifremer négocie avec

la société ECA un accord non exclusif de licence, afin de contribuer au développement d'une filière autour de cette nouvelle génération de système sous-marin.

Le HROV va s'inscrire dans la panoplie des outils de cartographie et d'intervention de l'Ifremer, entre le ROV profond *Victor*, déployable à partir des navires hauturiers de l'Ifremer, et les AUVs de cartographie.



## ÉTUDE ET RÉALISATION D'UN PROJECTEUR LED

Depuis quelques années, la technologie LED envahit le marché de l'éclairage. En effet, les LEDs présentent un rendement lumineux très compétitif, un rapport puissance/encombrement intéressant et une durée de vie sans précédent. Des solutions industrielles existent pour des applications sous-marines profondes. Cependant les solutions d'intégration choisies ne permettent pas d'optimiser les possibilités des LEDs. De ce fait, ces projecteurs sont deux fois plus lourds

et encombrants et trois fois plus chers que les solutions classiques.

Le service S3E a développé et validé une solution innovante optimisée, résistante à la pression (600 bars). Elle consiste en un projecteur composé d'une LED de 100 W, prise en sandwich entre une semelle aluminium et une résine optique.

La semelle aluminium assure la dissipation thermique et la résine optique permet d'isoler la LED de l'eau de mer tout en lui conservant son rendement lumineux.

Les différents éléments du projecteur sont composés de matériel standard pour optimiser le coût, le poids et le volume. Les tests engagés pour qualifier cet équipement sont en cours. Actuellement, nous avons mené avec succès les essais en pression, ainsi qu'un fonctionnement continu à puissance nominale en piscine de 1 000 heures.

L'étape suivante est l'implantation sur un engin type *Nautil* ou *Victor 6000* en mission opérationnelle.



© Ifremer

## Record de distance sous la glace pour le logiciel Mimosa

Mimosa est l'outil de gestion de mission pour tous les engins sous-marins de l'Ifremer.

Il assure, dans un environnement cartographique, les fonctions de préparation des missions, de planification des plongées, de suivi en temps réel des mobiles du système et de dépouillement technique des données. Il totalise aujourd'hui plus de soixante campagnes à la mer avec les engins de l'Ifremer, soit plus de 630 plongées profondes (pour plus de 4 500 heures d'utilisation).

Mimosa est également diffusé auprès de partenaires extérieurs : le centre de recherche allemand *Marum* pour son ROV *Quest* et son AUV *B-Seal*, héritier des AUVs de type *Explorer* de l'Ifremer dans sa conception ; l'université américaine du Sud Mississippi pour son AUV *Eagle Ray* ; l'université canadienne Memorial de Terre-Neuve pour son AUV, tous deux de type *Explorer* ; ou encore le ministère des Ressources naturelles du Canada (NRCan) pour ses AUV *Yamoria* et *Qaujisati* de même type réalisés par la société ISE (*International Submarine Engineering*, Vancouver).

## OBTENTION DU PROJET FUI SYCIE

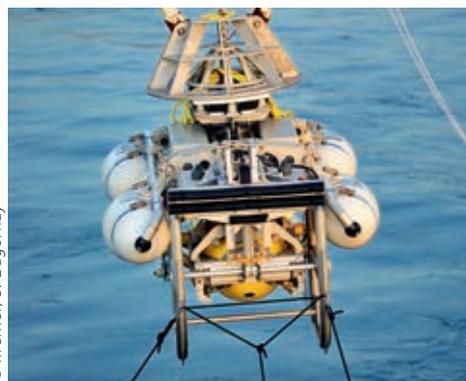
L'objectif du projet Fui Sycie est de développer un système (matériel + logiciel) de planification, simulation et supervision de mission multi-véhicules de nouvelle génération pour drones marins, sous-marins et aériens. Cet outil devra assurer l'efficacité de la mission dans des conditions environnementales difficiles, tout en garantissant la sécurité des acteurs participants aux missions programmées et en minimisant l'impact sur l'environnement. On assistera au maximum les utilisateurs afin de garantir la réussite et la sécurité de la mission. Le système proposé sera capable de gérer des véhicules hétérogènes (sous-marins, aériens ou de surface), coopérants et possédant des capacités ou des rôles différents et complémentaires. Ce projet, basé sur le système de programmation Mimosa développé par l'Ifremer pour l'ensemble de ses engins sous-marins, a été mené en partenariat avec DCNS, la société Prolexia et l'USTV. Le contrat Oseo/Ifremer a été signé en janvier 2013.

## Projet Manta : développement d'un système d'acquisition de données sismiques

Le projet Oseo Manta a été lancé fin 2012 et un contrat quadripartite a été signé le 1<sup>er</sup> décembre 2012 en coopération avec les sociétés Kietta, Acsa et Tronico, pour le développement de drones de traction innovants pour des applications de sismique marine.

## Valorisation du système de récupération Caliste

Les opérations de mise en œuvre des véhicules autonomes marins ou sous-marins sont particulièrement sensibles lors des phases de récupération du véhicule, notamment en raison de l'absence de lien physique avec le navire support et des difficultés liées aux contraintes cinématiques et dynamiques du passage de l'engin de la surface au pont du navire.



© Ifremer/O. Dugornay

◀ Récupération de l'AUV Aster<sup>X</sup> à bord du Suroît

Le cahier des charges initial Caliste, pensé par l'Ifremer, spécifiait un système simple, économique, fiable, sécurisé, le plus compact possible, interopérable d'un navire à l'autre et adaptable à différentes configurations de ponts et d'appareils de levage. *In fine*, ces objectifs offraient un avantage compétitif en termes de mobilisation et de non spécialisation du navire porteur, ce qui est particulièrement important pour une valorisation industrielle. Dès le début de ce projet, l'Ifremer a souhaité protéger le concept, en brevetant les composants essentiels, dans une perspective de cession de licence à un partenaire industriel, recherché en parallèle. Ce système, primé aux trophées de l'Ifremer dans la catégorie « Innovation », permet de sécuriser et d'optimiser le déploiement des engins autonomes

ECA Robotics (<http://www.eca-robotics.com/>), en tant que fournisseur d'AUV et d'USV2 (*Unmanned Surface Vehicle* deuxième génération), était pour sa part confronté à la recherche de solutions compétitives et attestées pour la mise en œuvre de ses engins. Ce constat établi, ECA Robotics a contacté l'Ifremer pour négocier l'utilisation des savoir-faire et des brevets relevant du système Caliste et échanger sur les retours d'expériences dans ce domaine. Un partenariat avec ECA Robotics s'est alors engagé, en vue de développer une gamme de systèmes héritant de Caliste, adaptée aux marchés industriels (offshore, militaire, scientifique) des véhicules autonomes marins ou sous-marins. Un contrat de licence pour la fabrication et la commercialisation du système Caliste a finalement été conclu, le 6 juillet 2012, entre l'Ifremer et ECA Robotics. Le projet Caliste a obtenu un trophée Ifremer le 19 novembre 2012

## SUCCÈS DU PROJET OSEO MANTA

Manta est un projet innovant visant à développer un système d'acquisition de données sismiques. Ce système est basé sur les principes classiques de sismique réflexion, mais l'innovation réside dans le mode de déploiement. Ce projet se fera en partenariat avec la société industrielle Kietta.

Un ensemble de sources (*air guns*) est combiné à un réseau de récepteurs distribués immergés sur des streamers remorqués par des drones suivant une géométrie « en peigne » en subsurface.

Les streamers sont conçus comme des câbles statiques ou quasi-statiques par rapport au terrain (non tractés par un navire comme les streamers classiques et non posés au fond comme les OBC). L'immersion des récepteurs (~100 m) est bien plus importante que celle des streamers classiques (~10 m).

Les capteurs sismiques mesurent à la fois la pression et les mouvements *P-waves*, ce qui permet d'éliminer les effets de réflexions fantômes. Il en résulte un avantage clef en termes de performances et de coûts opérationnels, mais la mise en oeuvre et le pilotage d'un réseau de drones tracteurs de streamers en réseau est un

enjeu opérationnel majeur, qui nécessite de la recherche et développement sur la supervision et le pilotage des mobiles.

Sur la base des développements logiciels réalisés pour les AUVs de l'Ifremer et des compétences de l'Ifremer dans le domaine du pilotage et de la mise en oeuvre de flottilles de drones (acquis des projets européens Grex et Feednetack), l'Ifremer a proposé une étude technico-opérationnelle sur le déploiement du réseau, une étude de faisabilité du pilotage et de la supervision multidrones, une évaluation en darse d'un couple de drones et d'un streamer immergé contrôlé par ballast et l'évaluation dans ce cadre du réseau de télécommunication.

L'intégration d'un pilote se fera sur le site de Toulon, en utilisant les outils industriels de la base (CETSM).

L'engagement de l'Ifremer dans le projet Manta ne relève pas d'un intérêt direct pour la solution sismique, mais repose sur la valorisation de ses compétences dans la mise en oeuvre de drones marins et sous marins en cohérence avec les programmes d'AUV et de déploiement et de pilotage de drones.



## SEAEXPLORER

Développé sous l'égide du pôle mer PACA, dans le cadre d'un partenariat entre organismes scientifiques et industriels français de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA), Le planeur sous-marin *SeaExplorer* est capable d'analyser des données scientifiques jusqu'à 700 mètres de profondeur, avec une autonomie d'un à deux mois.

Ce premier démonstrateur, qui mesure deux mètres de long pour 70 kg et dont le coût avoisine les 100 000 euros, fait des allers-retours jusqu'à 50 km des côtes, remontant régulièrement à la surface pour déployer son antenne et envoyer des données aux chercheurs.

Les scientifiques de la région utilisent depuis cinq ans des planeurs sous-marins de fabrication américaine, déployés entre la Corse et Nice. Le robot français, muni de batteries rechargeables, pourrait permettre des trajectoires plus précises et plus flexibles.

Les industriels ont évidemment envie d'entrer sur ce marché, qui ouvre à toutes sortes d'applications, bien au-delà du domaine scientifique.

Le planeur sous-marin est équipé de capteurs miniaturisés qui permettent de mesurer la température, la salinité, la concentration en produits chimiques ou encore la concentration en phytoplancton. À terme, il pourrait en emporter d'autres, par exemple pour détecter les méduses ou les hydrocarbures dissous.

Les organismes et sociétés qui contribuent à ce projet de recherche appliquée sont :

- l'architecte industriel ACSA
- la société ACRI
- l'Ifremer
- le COM (Centre d'océanologie de Marseille).

# LES SYSTÈMES EMBARQUÉS

## L'évaluation des performances du R/V *Falkor* du *Schmidt Ocean Institute*

Le SOI – *Schmidt Ocean Institute* (institution américaine créée par le co-fondateur de Google) – a confié à l'Ifremer et à l'université du New Hampshire les opérations d'essais en mer et d'expertise des performances de l'ensemble des capteurs acoustiques de son navire hauturier le R/V *Falkor* (83 m) qui vient d'être refondu dans un chantier allemand. La recette s'est élevée à 160 000 euros.

Le *Falkor* est équipé de deux sondeurs multifaisceaux Kongsberg EM 710 et EM 302, de sondeurs classiques multifréquences Kongsberg EA 600 et Simrad ER 60, de deux courantomètres Doppler Teledyne OS75 et WH300, d'une base ultracourte Sonardyne, d'un sondeur de sédiments Knudsen 3260 et d'un sonar panoramique Simrad SH 90. La campagne principale s'est déroulée du 2 au 20 mai 2012 en Norvège. Après un transit de Horten à Bergen, le *Falkor* a effectué la plupart des essais dans le cadre grandiose du Sognefjord (1 300 m de profondeur), avec retour à Bergen. Les essais ont porté sur les performances de l'ensemble de ces systèmes, ainsi que sur les mesures de bruit du navire. Un système d'étalement des sondeurs développé par NSE a été installé à bord et mis en œuvre. Les essais réalisés ont permis de valider l'excellent niveau de performances acoustiques du navire et de ses équipements.

Des essais complémentaires se sont déroulés en juillet. L'Ifremer a ainsi participé à la découverte de l'épave du S.S. *Terra Nova* au Groenland. Navire emblématique de l'exploration polaire du

début du XX<sup>e</sup> siècle, il a entre autres été le navire support de la célèbre et tragique expédition du *Capitaine Scott* en Antarctique en 1910-1913. Le *Terra Nova* a coulé en 1943 à proximité de la côte Sud du Groenland. L'équipe Ifremer a défini et supervisé les opérations de lever de la zone au sondeur multifaisceaux (Kongsberg EM 710) et effectué le traitement des données sonar.

Fondé sur un appel d'offre, le SOI propose de mettre gratuitement à disposition son navire pour des campagnes scientifiques et techniques. Des manifestations d'intérêt d'une à deux pages sont recueillies, analysées et arbitrées. Pour les campagnes sélectionnées, des dossiers bien structurés doivent alors être produits. Par ailleurs et dans le même contexte, SOI a créé le MSTF - *Marine Sciences and Technology Foundation* pour financer des développements technologiques novateurs. Le budget du projet « moyen » est de l'ordre de 500 000 dollars américains. L'unité NSE s'est proposée et a été chargée d'assurer le rôle d'interface entre l'Ifremer et le SOI.



### Évaluation du potentiel énergétique. Caractérisation des conditions environnementales. Base de données

Un programme de rejeu *a posteriori* (*hind-cast*) d'états de mer est en cours de réalisation pour construire un jeu de données de spectres directionnels sur une grille haute résolution. Cet ensemble de données, réalisées sur la base des configurations des modèles d'états de mer, développées dans le cadre du projet de recherche lowaga et testées grâce au démonstrateur Prévimer, permettra de construire des climatologies fines,

adaptées aux études menées par RDT, pour l'accompagnement des projets de développement de convertisseurs d'énergie marine (évaluation de la ressource, estimation du potentiel produit, conception et comportement en fatigue...).

Ces travaux seront valorisés dès cette année à travers les projets PAPH (Ademe) et Merific (Interreg IV).

## La valorisation des logiciels d'acquisition des données temps réel

Le service « Ingénierie des logiciels embarqués » de l'unité NSE développe, maintient et diffuse une panoplie complète de logiciels embarqués à bord des navires et des engins sous-marins. Parmi ceux-ci, les logiciels d'acquisition et de traitement temps réel occupent une place privilégiée. La politique de valorisation mise en place a permis de diffuser et d'implanter ces produits sur de nombreuses plateformes étrangères.

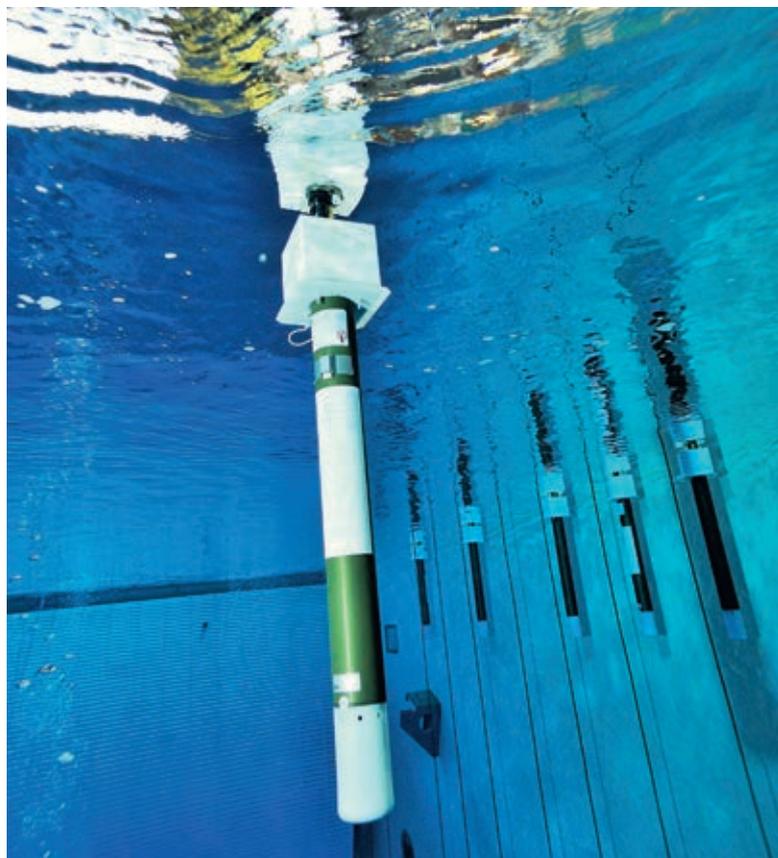
Ainsi, le NOC (*National Oceanographic Centre*) en Angleterre a acquis les droits d'utilisation du logiciel Techsas dans le cadre de la modernisation des outils d'acquisition des données à bord des navires R/V *James Cook*, *Discovery* et du ROV grands fonds *Isis*. Le NIOZ (*Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee*) aux Pays-Bas, s'est porté acquéreur en 2009 de Techsas, SDIV+ et Casino+ pour le N/O *Pelagia* (66 mètres de long, construit en 1991). En 2008, les outils logiciels Techsas, SDIV+, Sumatra et Casino+ ont été installés sur

le N/O *Southern Surveyor* de l'institut australien Csiro (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*).

En 2012, un contrat de 80 000 euros a été signé avec l'AAD (*Australian Antarctic Division*) pour la fourniture et la mise en place du système d'acquisition Techsas et de SDVIV sur le navire *Aurora Australis*. Plus largement, les équipes Ifremer-Csiro-AAD souhaitent poursuivre leurs collaborations, notamment pour le développement des outils logiciels spécifiés pour le futur navire de recherche australien *Investigator*, mais également des méthodologies de calibration, de la standardisation des protocoles d'acquisition et de bancarisation. La démarche Eurofleets a été aussi largement évoquée et des synergies sont possibles sur de nombreux points (traitement WaterColumn, codification des opérations à la mer, Charlie, capteurs acoustiques et vidéo pour la pêche...).



## LES SYSTÈMES DE MESURE ET D'OBSERVATION



© Ifremer/O. Dugornay

▲ Tests de flotteurs (ou profileurs) Arvor au bassin d'essais du centre Ifremer de Bretagne

### Développement de capteurs sur les profileurs

Dans le domaine des profileurs dérivants, l'*Arvor* côtier a franchi en septembre le cap des mille cycles (avec une dérive inférieure à 250 mètres par jour) effectués lors de missions opérationnelles, principalement pour le compte du département Océanographie et Dynamique des écosystèmes. Deux prototypes d'*Arvor* côtiers multicapteurs ont été fabriqués et recettés en vue d'une qualification complète en 2013. Un autre modèle, embarquant un turbidimètre et un fluorimètre « bas coût », est en cours de développement. Par ailleurs, la campagne Proteus sur le N/O *Pourquoi pas ?* a permis de fiabiliser l'électronique et l'optique du capteur NOSS (*nke Optical Salinity Sensor*), développé en collaboration avec Télécom Bretagne, le SHOM et la société nke et destiné à équiper, à terme, des profileurs, comme moyen alternatif d'accéder à la salinité de l'océan. Enfin, le *Provor*, équipé du capteur de nitrate « Isus », a été récupéré, après plus d'un an de service à la mer, permettant de prévoir une publication avec nos partenaires (groupe mission Mercator/Coriolis, laboratoire d'océanographie de Villefranche-sur-Mer). Le capteur a été recalibré au laboratoire Recherches et Développement technologiques, en vue d'un redéploiement dans le cadre du projet NAOS.

## AMARIS

Les ports maritimes, de plaisance ou de pêche reçoivent de nombreux contaminants d'origine métallique (étain, cuivre, zinc...) et organique (HAPs, pesticides...). Ceux-ci sont principalement issus des bassins versants, des industries à proximité, du développement urbain ou encore des usagers eux-mêmes. Actuellement, la fréquence des analyses et du suivi des contaminants reste faible et soumise à la réglementation, souvent appliquée à mauvais escient (fréquence et compartiment hydrologique et biologique non représentatifs des apports en polluants). Les gestionnaires portuaires sont préoccupés par leur responsabilité juridique et cherchent à mieux gérer la réduction des rejets.

C'est dans cette optique qu'a été mis en place le projet de recherche collaboratif Amaris, dont le but est d'aider à la décision grâce à un dispositif d'analyse *in situ* des contaminants apportés à l'environnement portuaire.

Le projet a été accepté par la région Bretagne pour une durée de vingt-quatre mois et s'articule autour d'une collaboration entre la PME Accoast et l'Ifremer, incluant une sous-traitance de Veolia et une participation du SMEL (syndicat mixte pour l'équipement du littoral).

Les outils d'analyse, choisis pour leur facilité d'utilisation, sont : la technique DGT (« *Diffusive Gradient in Thin Film* ») pour les contaminants métalliques et la technique SBSE (« *Stir Bar Sorptive Extraction* ») pour les contaminants organiques. Deux sites pilotes ont été étudiés pour tester ces techniques : le port de pêche de Lorient-Keroman et le grand port maritime de Nantes-Saint-Nazaire.

L'Ifremer a pour mission de développer une instrumentation *in situ* polyvalente.

## Développement de Marel Samhyn, un système automatisé d'acquisition de données hydrobiologiques pour l'élevage de naissains d'huîtres plates en milieu contrôlé

Une station de mesure, développée par l'unité RDT, a été transférée à l'écloserie d'Argenton ; celle-ci participe au montage des écloséries de mollusques dites de « nouvelle génération » et constitue un important saut technologique. Cet outil, Marel Samhyn, permet une gestion optimisée des élevages (géniteurs, phytoplancton, larves, alvins).

## VALISE SBSE

Une version automatisée et portable de la technique SBSE (« valise SBSE ») a été mise au point dans le cadre d'une convention Onema/Ifremer 2012, en collaboration étroite avec le Cèdre, pour une utilisation dans le cadre de la surveillance de la contamination chimique des masses d'eau.

Cette nouvelle version permet l'introduction de la solution étalon, des réactifs de dérivation, afin de pouvoir aussi doser des composés polaires. Cette technique peut être appliquée aux eaux marines et continentales.

Les objectifs principaux de cette action Onema/Ifremer sont de :

- poursuivre le conditionnement sous forme de « valise » du système automatisé SBSE et la validation en laboratoire des protocoles d'extraction pour des composés polaires et apolaires ;
- valider, grâce à des « opérateurs terrain », l'opérationnalité de ces « valises » pour le prélèvement d'eau et l'extraction *in situ* de différents contaminants organiques.



© Ifremer/RDT/IM

---

**Le cap des mille cycles  
(avec une dérive  
inférieure à 250 mètres  
par jour) franchi  
en septembre 2012  
par l'Arvor côtier**

---



© Ifremer/F. Lecornu

Mise à l'eau de la bouée Molit, station de mesure pour l'observation en continu de paramètres de qualité des eaux marines



## Captiven : capteurs et données pour la qualité environnementale des eaux et des sols

Le projet ANR inter-Carnot Captiven (capteurs et données pour la qualité environnementale des eaux et des sols), obtenu dans le cadre des projets Investissements d'avenir, a démarré officiellement le 19 décembre, lors d'un comité d'orientation stratégique réunissant les trois instituts Carnot partenaires (BRGM, Irstea, Ifremer-Edrome), un collège d'organismes publics (dont l'ANR, l'Ademe, OSEO...) et de professionnels du secteur socio-économique. Son objectif est de développer les partenariats entre PME et laboratoires de recherche publics, dans le domaine de la métrologie environnementale et, plus particulièrement, concernant Ifremer-Edrome, celui du développement de capteurs, de dispositifs de mesure *in situ*, de systèmes de surveillance, prédiction et alerte sur les polluants émergents, les risques naturels ou liés à l'aménagement des zones littorales. À cette fin, des rencontres entre PME et les pôles Mer Bretagne et PACA ont été organisées en octobre et novembre. Ifremer-Edrome met à disposition des PME intéressées ses plateformes de mesure Marel Iroise, Molit et Marel Carnot (Boulogne-sur-Mer), à titre de plateformes d'essais des innovations proposées. Les premiers retours montrent que ces plateformes sont les points d'entrée privilégiés des PME dans cette coopération.

## JERICO

Démarré en 2011, le projet Jerico d'intégration d'infrastructures de recherche européennes, coordonné par l'Ifremer, regroupe vingt-sept partenaires européens issus de dix-sept pays ayant une façade maritime. Son objectif est d'harmoniser, de pérenniser et de prévoir les évolutions technologiques d'un réseau de systèmes côtiers d'observation: plateformes fixes, *gliders*, profileurs côtiers et navires d'opportunité.

Jerico a lancé et clôturé en avril 2012 son premier appel d'offres, « *TransNational Access* », permettant l'accès gratuit à des équipements de mesure et des observatoires côtiers européens fournis par le consortium. Neuf demandes ont été retenues et les expériences correspondantes sont

actuellement en cours. La première assemblée générale du projet s'est tenue en octobre. Elle fut l'occasion d'organiser deux ateliers, l'un sur le thème: « Comment partager une vision commune et bâtir une stratégie pour les dix prochaines années », l'autre sur les meilleures pratiques dans le domaine des systèmes d'observation côtiers. Jerico a également mis en place les premières actions du « *Forum for Coastal Technologies* », un espace d'échange et de communication entre les fournisseurs d'instrumentation côtière et ses utilisateurs.



## EMSO

Le projet européen EMSO a terminé sa phase préparatoire en constituant un dossier d'infrastructure permanente de recherche distribuée sur plusieurs sites sous-marins et plusieurs pays. Ifremer a fortement contribué au dossier juridique, au chiffrage et aux études sur les verrous et les choix techniques pour les observatoires câblés ou non câblés (WP8). Les rapports rédigés dans ce cadre font la synthèse des savoir-faire à l'échelle internationale et constituent la base des développements futurs de EMSO comme des valorisations.

EMSO ERIC est en cours de constitution, avec le soutien de sept pays et l'Italie comme leader. La phase de validation par chaque pays est assez longue, mais un MoU a été signé, y compris par la France, pour la démarrer.

En 2012, les avancées technologiques des années Esonet sur les sites relevant maintenant d'EMSO ont permis de réaliser des observations à objectifs pluriannuels.

Pour MoMAR Açores, la campagne annuelle a été réussie dans les conditions minimales d'une courte campagne sur le NO *Thalassa* avec *Victor 6000*. Les données sont transmises quotidiennement, en dépit d'une tempête majeure subie par la bouée. Elle a abouti à la décision de réaliser des composants de rechange pour permettre d'effectuer des maintiens en conditions opérationnelles optimales.

- En mer Ligure Est, des essais d'instruments par le laboratoire Géosciences marines ont été effectués. La négociation d'un point d'atterrage au niveau de la station d'épuration de Nice remet à l'ordre du jour le projet d'observatoire câblé.

- Pour la mer de Marmara, les analyses de données antérieures et la conception de stations de surveillance de bulles et de sismique large bande préparent les campagnes du projet européen Marsite.

Dans le domaine des observatoires sous-marins pluridisciplinaires câblés, Ifremer a poursuivi l'expérience de branchement continu de ses instruments (piézomètre, caméra, analyseur chimique) sur le réseau Neptune Canada et déployé des équipements de sa propre conception. Tout particulièrement, la fin de la mise au point, la mise en place et les opérations de l'observatoire de molènes ont été couronnées de succès. Le financement provient du projet Interreg MeDON, qui s'est terminé fin 2012. Cette démonstration en vraie grandeur d'un nœud et d'une boîte de jonction 300 W s'est accompagnée de l'implantation d'une caméra, d'un courantomètre et d'hydrophones utilisés pour la mise au point des logiciels de l'ENSTA-Bretagne.

Un post-doctorant s'est penché sur les potentialités de l'opto-alimentation sur plusieurs kilomètres sur un observatoire fond de mer, poursuivant ainsi une action du GIS Europôle Mer. Il a validé des traversées de fibres optiques jusqu'à 3,5 W optique et 600 bar.

Une étude d'ingénierie de base d'un concept d'observatoire sous-marin câblé Horus a été effectuée pour Total R&D, dans un contexte de site de production profond menacé par des événements d'instabilité de terrain, avec l'objectif de déploiement en moins de deux ans.

Le domaine des observatoires non câblés transmettant par acoustique a été marqué par le lancement d'une nouvelle électronique faible consommation Costof2, qui permettra d'acquérir davantage de données, y compris avec des capteurs de sismique.



## MeDON

Le projet MeDON (*Marine e-Data Observatory Network*), conduit en partenariat avec des instituts français et anglais, co-financé par le programme Interreg IV-Manche et le projet EMSO, avait pour but de définir, tester et valoriser un pilote d'observatoire câblé sous-marin destiné à compléter la panoplie des systèmes de surveillance temps réel des zones côtières.

L'observatoire fonctionne en continu depuis juin 2012. Sa partie sous-marine accueille un module instrumental. Elle est implantée à 2 km au nord-est de l'île de Molène, dans le parc marin d'Iroise. À la limite d'une zone sableuse et d'enrochements, à 20 mètres de fond, cette structure métallique de 2 tonnes (3 m x 4 m et 1 m de hauteur) ancre l'extrémité sous-marine du câble. Le câble de liaison avec l'île est un câble de télécommunication fourni par France Télécom Marine, constitué de huit fibres optiques et d'un conducteur cuivre. Il est posé sur le fond dans sa portion sous-marine et ensouillé à l'atterrage sur l'estran. À terre, un conteneur abrite le serveur informatique, sur lequel tournent les logiciels de pilotage, d'enregistrement et de pré-traitement

des données, ainsi que les logiciels d'administration et de supervision du réseau.

Le module instrumental abrite le cœur électronique de l'observatoire : le nœud transforme le signal optique en signal électrique et en sortie du nœud, la boîte de jonction, ou « BJ », distribue l'énergie aux instruments, transmet les consignes et les données acquises, protège le système en cas de dysfonctionnement électrique d'un instrument et envoie les alarmes. Au-delà du premier objectif de surveillance des espèces, l'infrastructure avait des finalités technologiques essentielles : station de surveillance de sites sous-marins exploités (zones de captage d'eau, ressources et énergies...) ; site d'essai français pour les observatoires sous-marins à la disposition des scientifiques et industriels désireux de fiabiliser leurs développements instrumentaux en situation réelle de fonctionnement ; démonstrateur technologique et observatoire pluridisciplinaire sous-marin pilote qui permettra d'aborder sereinement les développements futurs des sites d'EMSO autour de l'Europe.



© Ifremer/O. Dugornay

▲ Banc test de l'observatoire « fond de mer » MeDON

## Obtention du projet Opticom au Citeph : système de communication optique sous-marin

L'unité Systèmes sous-marins a obtenu en décembre, avec ses partenaires industriels Subseatech, Oxxius et Aquitaine Electronique, le financement d'un projet Citeph (« concertation pour l'innovation technologique dans l'exploration production des hydrocarbures ») sur le développement de nouvelles technologies de communications sous-marines optiques, basées sur des technologies d'émission laser et de réception par antenne de photomultiplicateurs ou de diodes.

L'objectif de ce projet était de développer un système de communication optique sous-marin permettant, sur de courtes portées, des grands débits de transmission, avec une grande efficacité énergétique. Le tableau ci-dessous résume les performances de chacune des technologies, dans le milieu sous-marin.

<b>Câblé</b>	1 000 km	qqGb/s	600 000 bits/joule
<b>RF Wifi</b>	15 cm	50Mb/s	
<b>Acoustique</b>	plusieurs kilomètres	1 kb/s	100 bits/joule
<b>Optique</b>	100 m	1 Mb/s	40 000 bits/joule

Dans le cadre du projet, l'institut avait en charge les essais et le *benchmarking* de la solution BlueComm développée par WHOI et en voie d'industrialisation par Sonardyne. La technologie BlueComm, système optique de communication autonome à base d'émetteurs LEDs sous hublot en air, est une réception par photomultiplicateur coûteuse et encombrante. Le développement d'une maquette d'émission à base de matrice de LED en équipression (les chercheurs de l'Ifremer maîtrisent déjà cette technologie pour nos éclairages avec des développements originaux de projecteurs LED de forte puissance sur *Victor 6000*) et le prototypage d'une matrice de réception conçue avec des diodes avalanches, dont la mise en équipression a également été étudiée, étaient les techniques envisagées. L'objectif consistait à prototyper une antenne de faible consommation autorisant un débit de 1 Mb/s à 50 mètres de distance en omnidirectionnel (dans le noir). Ce projet a réutilisé les travaux de recherche menés depuis trois ans en partenariat avec l'institut Fresnel et dans le projet européen Sensenet (domaine de l'instrumentation sous-marine).

---

**MeDON :**  
un laboratoire  
sous-marin  
pour la  
transmission  
des données  
du fond en  
temps réel

---



© Ifremer/M. Couillou



## Post-doc Marum/CETSM : mise au point de méthodes de mosaïques photo

Dans le cadre du CETSM (Centre européen de technologies sous-marines), un contrat de recherche a été engagé entre l'Ifremer et Marum (Centre des sciences marines de l'environnement, Allemagne) pour la mise au point de nouvelles méthodes de mosaïques photo en temps réel, qui seront intégrés dans le logiciel Matisse de l'Ifremer, d'ores et déjà utilisé par les équipes scientifiques et technologiques de Marum. Ce contrat s'accompagne d'une convention de cofinancement d'un post-doc partagé avec Marum. Cette coopération est en cohérence avec le « *Work Package* » « *Joint Research Activity* » du contrat Eurofleets 2, qui intègre également sur cette thématique l'université de Gironne en Espagne sous la coordination de l'unité des systèmes sous-marins de l'Ifremer.

---

**Le CETSM : un « navire à terre »  
au service des technologies  
sous-marines**

---

## LES DÉVELOPPEMENTS NUMÉRIQUES

### Contribution à la gestion de données marines du projet Moose

Moose (*Mediterranean Ocean Observing System on Environment*) est un projet de l'INSU dont l'objectif est le suivi des masses d'eau, de la circulation thermohaline et des flux de matière en Méditerranée nord-occidentale. Pour ce faire, Moose va, notamment, s'employer à mettre en réseau les moyens d'observation existants afin de réaliser un ensemble de mesures cohérentes et homogènes.

Dans le cadre d'une approche multi-organismes de la gestion de données marines et en s'appuyant sur les infrastructures de gestion de données existant à l'Ifremer et exploitées par IMN/IDM/Sismer, un portail de données Méditerranée a été mis en place.

Les données acquises par l'INSU et ses partenaires sont mises en base et pérennisées avant d'être distribuées.



### Création d'un groupe de travail « Gestion des données biologiques »

Afin de répondre aux attentes des initiatives européennes et françaises dans le domaine de la biodiversité, en particulier concernant l'application de la directive cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM) et d'étudier la rénovation des logiciels de la base de données de l'environnement profond Biocéan, l'unité IDM a pris l'initiative de réunir un groupe de travail « Gestion des données biologiques », en charge de :

- poursuivre l'étude concertée sur les besoins de l'Ifremer en matière de gestion des observations à caractère biologique de l'océan profond et des données environnementales et de biologie moléculaire qui leur sont associées ;
- proposer un plan de gestion de ces données, prenant en compte les systèmes existant à l'Ifremer, en particulier Quadrige<sup>2</sup> pour l'environnement côtier et Harmonie pour l'halieutique. Pour permettre de répondre de manière intégrée aux attentes couvrant l'ensemble du plateau continental et des marges et pour optimiser les coûts de mise en place et de fonctionnement des systèmes d'information, une harmonisation de la gestion est hautement souhaitable et recommandée entre les systèmes existants : Harmonie, Biocéan et Quadrige 2. Une intégration des Quadrige<sup>2</sup> et Biocéan peut être envisagée ;
- définir des spécifications fonctionnelles et techniques d'évolution des logiciels existants.

Composé d'informaticiens, de gestionnaires de données et de scientifiques représentatifs des disciplines concernées, ce groupe devra définir un schéma de base de données décrivant la biodiversité, dans le but de devenir le référentiel taxinomique informatisé commun à tous les systèmes d'information qui en ont besoin.

# SIGLES ET ABRÉVIATIONS

<b>AAD</b>	<i>Australian Antarctic Division</i>	<b>Imber</b>	<i>Integrated Marine Biogeochemistry and Ecosystem Research</i>
<b>AAMP</b>	agence des aires marines protégées	<b>IDM</b>	Infrastructures et données marines
<b>AIFM</b>	Autorité internationale des fonds marins	<b>INEE</b>	Institut Écologie et Environnement du CNRS
<b>ANR</b>	Agence nationale de la recherche	<b>INSU</b>	Institut national des sciences de l'univers
<b>Anses</b>	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	<b>IODE</b>	<i>Intergovernmental Ocean Data Exchange</i>
<b>BEE</b>	bureau d'études européen	<b>IPGP</b>	Institut de physique du globe de Paris
<b>BRGM</b>	Bureau de recherches géologiques et minières	<b>IRSN</b>	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
<b>CCR</b>	comité consultatif régional	<b>Irstea</b>	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
<b>Cefas</b>	<i>Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science</i>	<b>ITIS</b>	projet pour l'instrumentation et la technologie innovantes au service du développement durable du secteur halieutique
<b>Cenpes</b>	<i>Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello</i> (Brésil)	<b>IUEM</b>	Institut universitaire européen de la mer
<b>Cersat</b>	Centre ERS d'archivage et de traitement	<b>LOV</b>	laboratoire d'océanographie de Villefranche
<b>Cetmef</b>	Centre d'études techniques maritimes et fluviales	<b>Maaprat</b>	ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire
<b>Cesbio</b>	Centre d'études spatiales de la biosphère	<b>MSTF</b>	<i>Marine Sciences and Technology Foundation</i>
<b>CETSM</b>	Centre européen de technologies sous-marines	<b>NASA</b>	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
<b>CFOSAT</b>	<i>Chinese-French Oceanic Satellite</i>	<b>NOAA</b>	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
<b>CIEM</b>	Conseil international pour l'exploration de la mer	<b>NOC</b>	<i>National Oceanographic Centre</i>
<b>CLPC</b>	Commission des limites du plateau continental	<b>NIOZ</b>	<i>Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee</i>
<b>CLS</b>	collecte localisation satellites	<b>Onema</b>	Office national de l'eau et des milieux aquatiques
<b>CNC</b>	Comité national de la conchyliculture	<b>PCP</b>	politique commune des pêches
<b>CRC</b>	Comité régional de la conchyliculture	<b>PFOM</b>	physiologie fonctionnelle des organismes marins
<b>CNES</b>	Centre national d'études spatiales	<b>PIES</b>	<i>Pressure Inverted Echo Sounder</i>
<b>CNRS</b>	Centre national de la recherche scientifique	<b>Prespo</b>	projet Interreg « Arc Atlantique » pour la connaissance et le développement d'une pêche artisanale responsable
<b>CRPMEM</b>	Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins	<b>RDT</b>	réseau de développement technologique
<b>CSIC</b>	<i>Instituto de Investigaciones Marinas de Vigo</i>	<b>RMD</b>	rendement maximum durable
<b>CSTEP</b>	Comité scientifique, technique et économique de la pêche	<b>RNO</b>	réseau national d'observation de la qualité du milieu marin
<b>DCSMM</b>	directive cadre Stratégie pour le milieu marin	<b>SHOM</b>	Service hydrographique et océanographique de la Marine
<b>DDVPE</b>	Direction du développement, de la valorisation et des partenariats économiques	<b>SIPA</b>	Système d'information Pêche et Aquaculture
<b>DGAL</b>	Direction générale de l'alimentation	<b>SME</b>	<i>Small and medium-sized enterprises</i>
<b>DGFISH</b>	<i>Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries</i>	<b>SMOS</b>	<i>Soil Moisture and Ocean Salinity</i>
<b>DPMA</b>	Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture	<b>SOI</b>	<i>Schmidt Ocean Institute</i>
<b>ECOMF</b>	<i>European Centre for Ocean Monitoring and Forecasting</i>	<b>Solas</b>	<i>International Convention for the Safety of Life at Sea</i>
<b>FCS</b>	fédération de coopération scientifique	<b>TNA</b>	<i>Trans National Access</i>
<b>HCMR</b>	<i>Hellenic Centre for Marine Research</i>		



*L'ifremer  
vous révèle  
les océans*



**Ifremer**

155, rue Jean-Jacques Rousseau  
92138 Issy-les-Moulineaux Cedex  
Tél. (33) 01 46 48 21 00  
Fax (33) 01 46 48 21 21  
[www.ifremer.fr](http://www.ifremer.fr)