



RAPPORT ANNUEL 2016



SOMMAIRE

2 ENTRETIEN AVEC FRANÇOIS JACQ

4 L'ANNÉE 2016 EN IMAGES

6 POLITIQUE SCIENTIFIQUE

12 EN DIRECT DE LA RECHERCHE

32 INFRASTRUCTURES MARINES ET NUMÉRIQUES

46 PARTENARIATS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

50 APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES

52 VALORISATION ET PARTENARIATS ÉCONOMIQUES

54 COMMUNICATION

56 ACCOMPAGNEMENT ET SOUTIEN DE LA RECHERCHE

64 BILANS FINANCIERS ET COMPTABLES

69 ANNEXES

L'IFREMER EN BREF

Créé le 5 juin 1984, l'Ifremer, institut national de recherche intégrée en sciences marines, s'appuie sur ses capacités d'observation et de surveillance pour produire des connaissances scientifiques et des savoir-faire à valeur économique en réponse à des problématiques sociétales.

Établissement public à caractère industriel et commercial (ÉPIC), l'Ifremer est placé sous la double tutelle du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer.

À travers une approche systémique, l'Ifremer participe à l'observation du milieu marin à toutes les échelles et à la compréhension des écosystèmes, des processus qui les régissent et des services auxquels ils contribuent, dans un contexte de changement global.

À ces fins, il conçoit et met en œuvre des infrastructures de recherche et de surveillance du milieu marin, des outils d'observation et d'expérimentation et gère des bases de données.

Il opère une part importante de la flotte océanographique française au bénéfice de l'ensemble de la communauté scientifique.

Missions

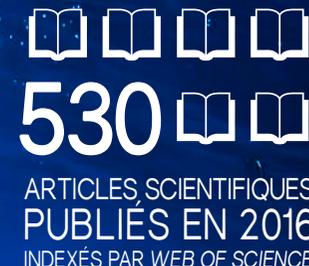
L'Ifremer contribue aux stratégies nationale et européenne de recherche et d'innovation, par la production de :

- connaissances fondamentales ;
- résultats plus finalisés en réponse aux questions posées par la société ;
- résultats et technologies contribuant au développement socio-économique du monde maritime.

Organisation

L'Ifremer est organisé autour de trois volets :

- le volet scientifique et technologique, qui comprend la direction scientifique, la direction des moyens et opérations navals et quatre départements : Ressources biologiques et Environnement (RBE), Ressources physiques et Écosystèmes de fond de mer (REM), Océanographie et Dynamique des Écosystèmes (ODE) et Infrastructures marines et numériques (IMN) ;
- le volet appui à la recherche, qui est assuré par cinq directions fonctionnelles (directions administrative, juridique et financière ; ressources humaines ; valorisation ; communication ; affaires européennes et internationales) et l'agence comptable ;
- le volet territorial, qui comprend cinq centres qui gèrent un réseau d'implantations, y compris outre-mer.



CHIFFRES CLÉS

EXPERTISES
ET AVIS **238**

69 RECRUTEMENTS
EN 2016



6 NAVIRES DONT
3 HAUTURIERS,
1 SOUS-MARIN HABITÉ,
2 ENGINS TÉLÉ-OPÉRÉS,
2 ROBOTS SOUS-MARINS
AUTONOMES (AUV).



5 CENTRES (ATLANTIQUE, BRETAGNE, MANCHE-MER DU NORD, MÉDITERRANÉE, PACIFIQUE) ET
20 IMPLANTATIONS CÔTIÈRES

200 M€ BUDGET
(HORS OPÉRATIONS INTERNES)

DOCTORANTS
ENVIRON **180**
ENCADRÉS PAR
DES CHERCHEURS
DE L'IFREMER

DEPUIS 2014, L'IFREMER
EST ENGAGÉ DANS
31 PROJETS H2020
DONT 3 EN COORDINATION



© Ifremer/S.Vandoolbaeghe

« L’Ifremer au service des sciences et technologies de la mer »

Quels sont les faits marquants de l’année 2016 ?

Le travail collectif mené dans le cadre de l’évaluation par le Haut Conseil de l’Évaluation de la Recherche et de l’Enseignement supérieur (HCERES) a bien évidemment occupé une place importante en 2016. Cela a permis de réfléchir à nos pratiques, à nos forces comme à nos limites, et d’identifier les enjeux pour l’avenir.

Les unités mixtes de recherche (UMR) de la vague B (EIO à Tahiti ; LOPS, Amure, LM2E et Lemar à Brest) ont été évaluées, ce qui a permis de valider leurs projets scientifiques. Ces derniers ont été qualifiés d’excellents. Le succès de cette vague est l’illustration de la pertinence de la politique d’ouverture de l’institut qui permet à la fois d’assurer ses missions spécifiques et de nouer des collaborations fructueuses.

Lancés début 2016, les projets Merlin (pour la MER Lancement d’Initiatives Nouvelles) sont destinés à encourager de nouvelles initiatives fédératrices afin d’enrichir le potentiel de découverte scientifique de l’institut. Ils ont d’ores et déjà permis d’initier de nouvelles collaborations et suscité l’intérêt de partenaires sur des thèmes à l’articulation entre connaissance fondamentale et attentes de la société.

L’année écoulée a également été importante dans le domaine des infrastructures : le métier de concepteur et de gestionnaire d’infrastructures est plus que jamais au cœur de l’activité de l’institut. Je pense notamment au lancement du plan européen de l’ERIC EMSO (*European Multidisciplinary Seafloor and water-column Observatory*), où l’Ifremer porte la contribution française en partenariat étroit avec le CNRS et à l’entrée en phase opérationnelle du HROV *Ariane* qui vient compléter la panoplie des engins sous-marins avec un nouvel outil plus souple d’emploi.

ENTRETIEN AVEC FRANÇOIS JACQ

Président-directeur
général

Dans le domaine de l'appui aux politiques publiques (APP), autre composante essentielle de l'activité de l'institut, 2016 aura vu une attention particulière portée à l'élaboration du programme de collecte et d'analyse des données halieutiques, dans le cadre européen de la politique commune de la pêche (PCP) avec la formalisation du plan de travail 2017-2019 auquel l'Ifremer apporte une contribution majeure, notamment sous forme de deux cents jours de campagne à la mer.

En ce qui concerne les projets soumis par l'Ifremer aux premiers appels d'offres dans le cadre du programme cadre européen H2020, les premiers indicateurs sont positifs...

La Commission européenne a présenté un point d'étape pour son programme de travail 2014/2015 qui permet de mesurer notre dynamique de proposition de projets.

L'Ifremer a sensiblement progressé dans ce domaine. Le taux de succès de l'Ifremer aux appels H2020 est de 28 %, supérieur au taux de succès national et à la moyenne européenne. C'est donc un premier résultat très satisfaisant qui doit nous inviter à poursuivre nos efforts de développement de réseaux européens.

Vous avez remis une proposition d'unification de la flotte océanographique française à Thierry MANDON, secrétaire d'État chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, qui l'a validée. Dans quel délai cette transformation verra-t-elle le jour ?

Cette mission m'avait été confiée à titre personnel et non comme représentant de l'Ifremer, mais il est évident qu'elle peut avoir des conséquences importantes pour l'institut. L'idée générale développée dans le rapport est que l'éclatement actuel de la gestion de la flotte entre quatre instituts ne permet probablement pas de tirer tout le parti des forces et des compétences françaises, y compris pour nouer des alliances internationales.

La proposition est donc de constituer une direction unifiée de la flotte, adossée à l'Ifremer. Le ministère chargé de la recherche a validé cette orientation et demandé qu'elle soit mise en œuvre pour début 2018. Cela suppose encore un important travail au quotidien avec les acteurs actuels, afin d'assurer la transition dans les meilleures conditions possibles. L'objectif est de répondre au mieux aux besoins de la communauté scientifique, en mettant en œuvre une programmation scientifique de qualité avec une souplesse dans le positionnement des navires et une utilisation optimisée des ressources. Dans ce cadre, l'Ifremer deviendra un pourvoyeur de services opérationnels au bénéfice de tous.

Quels seront les autres défis à relever pour l'Ifremer en 2017 ?

L'Ifremer est actuellement dans une situation particulière en raison du transfert du siège vers le campus de Plouzané, programmé pour 2019. L'année 2016 a été marquée par la conclusion d'un accord avec les organisations syndicales pour gérer les mobilités des personnels. Il doit permettre de conduire l'opération dans un cadre social exemplaire, avec pour objectifs de limiter les pertes de compétences et d'assurer un transfert efficace des dossiers au sein des équipes. Ce sera assurément un point crucial pour les deux prochaines années.

Un autre chantier important lié au fonctionnement interne concerne la rénovation de notre système de gestion et d'information budgétaire et comptable. L'entrée en fonction du nouveau progiciel de gestion en 2017 est une étape majeure. Il nous faut désormais assurer son déploiement efficace et en tirer les bénéfices pour un pilotage amélioré de l'institut.

Vous avez également lancé une démarche en matière d'éthique. Quel est votre objectif ?

L'Ifremer se saisit de sujets souvent délicats, au point de rencontre entre connaissance, technologie, politique publique et attente de la société. Cela suppose de tous une exigence et une rigueur toutes particulières.

Afin de nous accompagner dans notre réflexion, nous avons rejoint le comité d'éthique mis en place par le Cirad et l'INRA, ce qui semble très fructueux pour partager nos réflexions sur des enjeux souvent similaires, notamment dans le domaine du vivant.

Par ailleurs, les préoccupations liées à la déontologie et à l'intégrité scientifique sont de plus en plus prégnantes. Dans le sillage des démarches lancées au plan national, l'Ifremer a élaboré sa charte de déontologie et mis en place une démarche interne de sensibilisation et d'accompagnement qui doivent permettre d'assurer encore mieux nos missions, dans le respect des valeurs essentielles de la pratique scientifique.

Comment voyez-vous l'avenir de l'institut ?

L'Ifremer doit s'affirmer comme un organisme de référence pour les sciences et technologies de la mer, à même de fédérer les efforts menés dans le domaine.

L'institut développe une approche intégrée pour une meilleure connaissance des océans et de leurs ressources. Son originalité réside dans la conjonction d'une grande diversité de missions et de compétences. Il s'agit d'une spécificité française. Cela fait du pilotage de l'institut une tâche exigeante pour veiller au respect des divers équilibres, mais fonde aussi la richesse de son modèle.

L'ANNÉE 2016 EN IMAGES

MARS

Thierry MANDON, secrétaire d'État chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en visite au centre Ifremer Bretagne

À l'occasion de cette visite, Thierry Mandon a remis à François Jacq une lettre de mission pour préparer puis mettre en œuvre une intégration plus étroite des différentes composantes de la flotte océanographique française.



© Ifremer/S. Lesbats

AVRIL

Barbara POMPILI, secrétaire d'État chargée de la Biodiversité en visite au centre Ifremer Bretagne

Les travaux menés par l'Ifremer sur le thème de la biodiversité marine ont été présentés à cette occasion.

MAI

Délégation de l'Ifremer en Corée du Sud dans le cadre de l'année France Corée

Ce déplacement fut l'occasion de réunir un groupe de travail sur les technologies sous-marines entre l'Institut coréen de la science et des technologies de l'océan (Kioist) et l'Ifremer.



© Kioist-2016



© Ifremer/O. Dugornay



© Society of Environmental Toxicology and Chemistry

MAI

26^{ème} réunion annuelle de la Société de toxicologie et de chimie environnementales (Setac Europe) à la Cité des Congrès de Nantes

L'Ifremer était l'organisateur local de ce congrès qui a réuni près de 2 000 scientifiques originaires de plus de 60 pays autour des sciences de l'environnement, avec un programme de 1 800 interventions réparties en 77 sessions.

JUIN

Permis d'exploration des nodules polymétalliques accordé par l'AIFM

La demande de prorogation du contrat d'exploration des nodules polymétalliques conclu entre l'Ifremer et l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM), déposée en décembre 2015, a été acceptée le 20 juin 2016 par l'AIFM et pour une période de cinq ans.



© Ifremer/Nautile / Nodinaut/2004



JUIN

SUCCÈS DU 1^{ER} COLLOQUE INTERNATIONAL « COMPRENDRE LES SYSTÈMES SOCIO-ÉCOLOGIQUES MARINS » (MSEdS) À BREST

Cette manifestation organisée par le centre de recherche en économie et droit de la mer UMR Amure (Ifremer-UBO-CNRS), soutenue par le Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) et l'Organisation pour la recherche marine du Pacifique Nord (PICES), a rassemblé 240 participants provenant de près de 100 organismes de recherche et universités.



7^{ème} ÉDITION DES FÊTES MARITIMES DE BREST

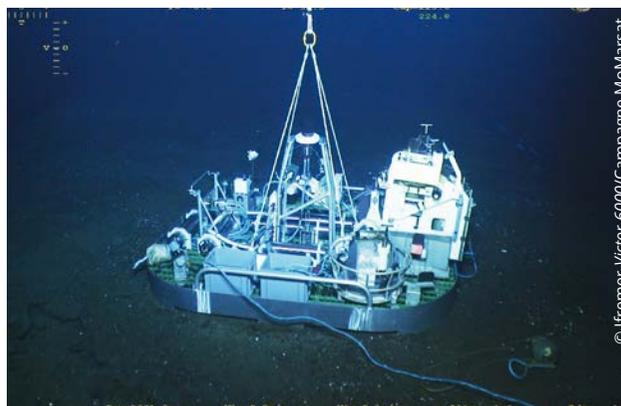
JUILLET

Cette manifestation fut l'occasion de sensibiliser le grand public à une Bretagne maritime innovante dans le domaine des sciences et technologies de la mer. Le public a notamment pu visiter le navire océanographique *Thalassa* de l'Ifremer tandis que le « Quai des sciences » a proposé des animations sur le thème « Océan et climat » auxquelles ont participé de nombreux agents de l'Ifremer.

AOÛT

Renouvellement pour 5 ans de la convention cadre entre la Polynésie française et l'Ifremer

Le centre Ifremer du Pacifique, situé à Vairao dans la presqu'île de Tahiti, poursuivra ainsi son travail d'appui au développement des filières marines locales.



SEPTEMBRE

Avec EMSO, l'Europe donne le coup d'envoi pour un nouveau système de coordination des observatoires sous-marins pluridisciplinaires

La 1^{ère} assemblée des membres de l'EMSO (*European Multidisciplinary Seafloor and water column Observatory*) s'est tenue les 28 et 29 septembre à Rome, l'Italie étant le pays hôte de l'infrastructure : l'Ifremer et le CNRS assurent la contribution française et sa gouvernance au sein d'EMSO-France.



© Ifremer/J. Bourjea

POLITIQUE SCIENTIFIQUE

L'Ifremer est un organisme de recherche aux effectifs relativement modestes dont les missions mobilisent une large palette d'activités (recherche, observation du milieu, maintien d'infrastructures lourdes, expertise, appui aux politiques publiques, valorisation économique, etc.), dans des thématiques très variées. Dans ce contexte, la politique scientifique de l'Ifremer vise à garantir l'excellence et la pertinence des recherches qui y sont menées tout en répondant aux attentes formulées par les parties prenantes dans le cadre des missions et priorités de l'institut. Sa politique scientifique se décline en différentes actions qui vont de l'animation et l'incitation assurées par la direction scientifique à la participation de l'institut aux différentes formes de partenariats nationaux et internationaux.



21 POST-DOCTORANTS

84 DOCTORANTS SALARIÉS

30 DOCTORANTS ONT BÉNÉFICIÉ EN 2016 D'UNE DEMI-ALLOCATION VERSÉE PAR L'IFREMER

L'IFREMER EST PARTENAIRE DE **9** UNITÉS MIXTES DE RECHERCHE (UMR) ET EST L'AUTORITÉ DE TUTELLE DE HUIT D'ENTRE ELLES.

180 ENVIRON DOCTORANTS

ENCADRÉS PAR DES CHERCHEURS DE L'IFREMER



Les projets Merlin

Les projets Merlin, lancés en 2016, sont le fruit d'une réflexion engagée au sein de l'Ifremer pour élaborer et encourager de nouvelles initiatives fédératrices et emblématiques de l'institut. Il s'agit d'un soutien interne et financier, pour au moins trois ans, qui a pour objectif d'engager quelques projets à même d'ouvrir de nouveaux fronts de recherche pour l'institut, en complément de l'ensemble de ses travaux actuels.

Avec les projets Merlin, l'Ifremer décide de mobiliser ses talents pluridisciplinaires et se donne les moyens d'une exploration renouvelée des océans aux frontières de la technologie et des concepts actuels.



© Dronestudio

Campagne de marquage de thon rouge

Popstar

Le projet vise à développer des balises innovantes pour suivre le déplacement des poissons, dans leur milieu naturel, en miniaturisant des capteurs. Ces nouveaux capteurs permettront l'exploration des comportements et des déplacements des poissons, le suivi de leur état physiologique (rythme cardiaque, taux de lipides), ainsi que le suivi de paramètres environnementaux (température, profondeur, éclaircissement). Les capteurs seront également miniaturisés afin d'ouvrir la voie à l'exploration du comportement et des déplacements d'un plus grand nombre d'espèces. D'autres innovations sont prévues pour accroître la précision des données acquises et optimiser la gestion de l'énergie.

Popstar est mené par l'Ifremer en étroite collaboration avec l'UMR LIRMM (laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier, université de Montpellier - CNRS) et l'UMR Marbec (*Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation*, CNRS, IRD, université de Montpellier et Ifremer).

Microplastiques

La production massive de plastiques s'est accompagnée de l'accumulation de leurs déchets dans l'océan mondial. Omniprésents dans l'environnement, les déchets de plastique dans le domaine marin sont photo-dégradés par les UV, fragilisés et érodés sous l'effet de multiples contraintes (mécaniques, biologiques, etc.), ce qui aboutit à les fragmenter en débris de plus en plus petits (microplastiques entre 1 et 5 mm et nanoplastiques entre 500 nm et 1 µm) que l'on retrouve dans la colonne d'eau, les sédiments ainsi que dans les organismes marins.

Cependant, on observe un écart important entre les quantités terrestres mesurées et celles observées dans la couche superficielle de l'océan. Leur devenir demeure donc largement inconnu. On soupçonne par ailleurs ces particules d'être dangereuses pour la santé. À travers le projet Merlin Microplastiques, l'Ifremer propose de soutenir une action essentielle pour contribuer à lever le verrou de l'échantillonnage et de l'identification des microplastiques en milieu marin.

Ce projet Merlin va coopérer, pour certains développements méthodologiques majeurs comme la collecte et la caractérisation des plus petites particules de plastique, au projet ANR-Nanoplastics (Institut des molécules et des matériaux, université du Maine) qui a débuté en 2016, pour une durée de quatre ans. Le projet Microplastiques est conduit par l'Ifremer, en lien avec l'UMR Lemar (laboratoire des sciences de l'environnement marin, CNRS-UBO-IRD-Ifremer), le Cedre (Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux), le laboratoire Laboceca, la société privée Horiba (fabrication d'instruments de mesure et de matériel optique) et l'IPCF (Institut italien des procédés physico-chimiques).



© Ifremer/E. Malméca

Débris de plastiques échoués sur une plage

Pourquoi pas les abysses ?

L'inventaire et la caractérisation de la biodiversité, marine comme terrestre, s'accroissent depuis quelques années grâce à de nouvelles techniques de criblage moléculaire (identification rapide des espèces à partir de séquences d'ADN, *DNA metabarcoding*), complémentaires aux études classiques, en associant l'identification de code-barres génétiques et la taxonomie. Les explorations et les études moléculaires ont montré que des grands fonds sont richement dotés en espèces pourvues d'une physiologie exceptionnelle. Cependant, la connaissance de la biodiversité de ce domaine est encore très limitée.

Ce projet Merlin a pour objectif d'explorer ces écosystèmes (ce biome) au moyen d'outils moléculaires pour faire progresser la connaissance de la biodiversité des grands fonds et en étudier la distribution à grande échelle.

Stratégie de labellisation des réseaux Ifremer dans l'Infrastructure littorale et côtière (I-LICO)

Afin de valoriser les travaux d'observation de ses réseaux, l'Ifremer s'est investi, depuis 2015, dans une démarche de labellisation de deux de ses réseaux d'observation : l'observation phytoplanctonique (Réphy, flore totale) et l'observation haute fréquence (HF, mesures physico-chimiques et biogéochimiques). Les dossiers, Coast-HF (Coastal Ocean Observing System - High Frequency) et observatoire du micro-phytoplancton sur le littoral français, ont été construits conjointement avec le CNRS et le service national d'observation (SNO) Somlit (Service d'observation du milieu lit-

toral) qui étend le périmètre de sa demande de labellisation aux mesures phytoplanctoniques et à celles de haute fréquence.

Ces réseaux font partie intégrante de l'infrastructure de recherche (IR) I-LICO qui fédère huit réseaux ou services d'observation en milieu côtier (labellisés ou en projet de labellisation) opérés par le CNRS INSU, l'IRD, le SHOM, l'IGN et l'Ifremer : Moose (Mediterranean Ocean Observing System on Environment), Dynalit (Dynamique du littoral et trait de côte), Réphy-Somlit, Coast-

HF, Corail (Observatoire des récifs coralliens de Polynésie et du Pacifique), Reefemps (Réseau de capteurs de température des eaux côtières dans la région du Pacifique Sud et Sud-Ouest) et Sonel (Système d'observation du niveau des eaux littorales).

L'IR, coordonnée dans un premier temps par l'Ifremer et le CNRS, finalisera en 2017 la structuration et la labellisation de ses réseaux en s'appuyant, si nécessaire, sur les commissions spécialisées du CNRS INSU.



Coraux en Nouvelle-Calédonie



La bibliothèque La Pérouse à Brest

Le service Information scientifique et technique (IST) La Bibliothèque La Pérouse

Le service IST de l'Ifremer est hébergé par la Bibliothèque La Pérouse (BLP), centre de documentation sur la mer, commun depuis 2003 à l'IRD, l'UBO et l'Ifremer.

Sa vocation première est de servir la communauté scientifique de l'Ifremer en répondant à ses demandes en matière de documentation. L'offre de services se décline en :

- alimentation, administration et accessibilité de l'archive institutionnelle Archimer ;
- études bibliométriques (à partir d'Archimer et de bases de données telles que Web of

Science) permettant de valoriser la production scientifique et les infrastructures de recherche ;

- veille scientifique, proposant de dresser un état de l'art en amont des projets de recherche et/ou en accompagnement continu, participant aussi aux études de prospective ;
- accès à la littérature scientifique via les revues, par abonnement ou en libre accès (Open Access) et aux bases de données bibliographiques de référence ;
- formation à la recherche documentaire ;
- conseil et expertise en matière de propriété intellectuelle dont le droit d'auteur.

Le récent rattachement à la direction scientifique, qui oriente la politique de l'institut en matière de recherche, permet plus de réactivité et de pertinence.

Étude prospective AllEnvi des scénarios d'environnement (ScenEnvi)

L'Alliance pour les sciences de l'environnement (AllEnvi) a confié à son groupe transversal de prospective la réalisation d'une étude de portée générale sur les scénarios qui ressortent des prospectives internationales incluant des scénarios d'environnement. L'équipe projet de prospective a sélectionné quatre-vingt-dix-neuf études récentes aux horizons 2030, 2050, 2100, avec des champs spatiaux mondiaux ou continentaux. L'analyse des trois cent sept scénarios décrits dans les études fait émerger trois variables motrices majeures : la gouvernance, l'économie et les sociétés. *A contrario*, la dimension environnementale, comme la science et la technologie et même la démographie, n'apparaissent que comme des facteurs secondaires des scénarios. L'analyse systématique des scénarios fait émerger onze familles, narrant des « histoires du futur » contrastées. Ces onze familles peuvent être regroupées en trois types de trajectoires : les trajectoires du déclin (constituées des familles de la « fragmentation », du « repli » et du « chaos ») ; les trajectoires n'affichant pas de priorité

environnementale (« inertie », « croissance à tout prix », « priorité au social ») et les trajectoires volontaristes à priorité environnementale (« local », « réaction », « croissance verte », « proaction », « synergies positives »). Les deux premières trajectoires s'accompagnent d'une dégradation marquée de l'environnement (climat, air, terre, eau, mer). Si les trajectoires à priorité environnementale se traduisent souvent par une amélioration de tout ou partie de l'environnement, celle-ci n'est toutefois pas toujours assurée et des dégradations peu ou pas réversibles sont envisagées dans la moitié des scénarios de ces familles. Les domaines de l'océan, du littoral et de la forêt sont rarement cités comme objets spécifiques de recherche. Face à des scénarios plutôt pessimistes en matière d'environnement (57 % des trois cent sept scénarios), le levier d'action majeur reste celui de la gouvernance, à long comme à court termes. Malgré la croissance de multiples formes de réseaux, cette gouvernance reste encore dominée par une approche étatique ou supra-étatique, sans relais explicite de subsidiarité vers la société civile. Cette analyse éclaire les principaux enjeux pour la recherche des années à venir et doit aider à définir les orientations scientifiques futures.

INTERVIEW

Le sujet de votre thèse met en lumière, de prime abord, que les mollusques, et en particulier les huîtres, sont dotés d'une forme de mémoire immunitaire.

Pouvez-vous préciser le sujet de votre thèse ?

Depuis une décennie, les élevages d'huîtres creuses sont touchés par des épisodes de surmortalités massives, impliquant notamment un virus, OsHV-1. Comme tous les invertébrés, les huîtres ne produisent pas d'anticorps et étaient donc considérées comme incapables d'avoir une réponse immunitaire spécifique et dépourvues de mémoire immunitaire. Cependant, des travaux ont récemment soulevé la question de l'existence d'une mémoire immunitaire et de mécanismes adaptatifs appelés « priming immunitaire » chez différentes espèces d'invertébrés. Je bénéficie d'une bourse de thèse Ifremer- université de Perpignan Via Domitia, réalisée dans le cadre du projet Provigas (protection antivirale de l'huître *Crassostrea gigas* - financé par la région Occitanie et porté par Caroline MONTAGNANI) au sein du laboratoire Interactions hôtes - pathogènes - environnements (IHPE). Mes travaux portent sur l'étude du « priming immunitaire » antiviral mis en évidence au laboratoire chez l'huître. Le « priming immunitaire » définit le fait qu'un premier contact avec un agent pathogène entraîne une meilleure défense immunitaire lors d'un second contact avec ce même agent pathogène.

Quels en sont les objectifs concrets ?

Je cherche à connaître les potentialités du « priming immunitaire » pour protéger les naissains d'huîtres (huîtres âgées de moins d'un an) face aux épisodes de mortalités massives. Les questions posées sont les suivantes : peut-on protéger les huîtres spécifiquement des infections virales ou bactériennes ? Combien de temps durerait cette protection ? Quels sont les mécanismes moléculaires impliqués dans le priming et la mémoire immunitaire ? En somme, ouvrir des possibilités de vaccination et d'amélioration de l'immunité pour offrir des solutions de sortie de crise aux filières aquacoles.

Dans quel but avez-vous effectué un séjour d'étude dans une université australienne ?

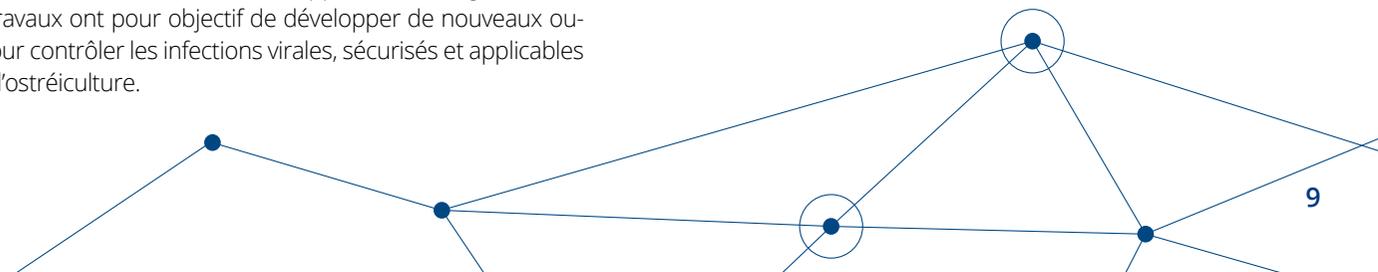
J'ai répondu à l'appel à mobilité internationale des docteurs-2016 proposé par la direction scientifique de l'Ifremer et ainsi obtenu cette bourse d'étude de trois mois. Grâce aux collaborations établies entre mon laboratoire et l'université Macquarie de Sydney, j'ai ainsi collaboré à un projet portant sur la transmission de la protection antivirale à la génération suivante (priming trans-générationnel) : peut-on protéger des naissains en utilisant l'immunité ainsi développée chez les géniteurs ? Ces travaux ont pour objectif de développer de nouveaux outils pour contrôler les infections virales, sécurisés et applicables pour l'ostréiculture.



Maxime LAFONT
DOCTORANT

Quels sont les points forts de cette collaboration internationale ?

Cette collaboration m'a permis de me former à de nombreuses techniques permettant d'étudier le priming immunitaire, de l'élevage des géniteurs, à leur reproduction jusqu'aux analyses moléculaires et protéiques. Ce séjour m'a aussi permis d'échanger et de créer un lien scientifique avec des chercheurs australiens, Dr Timothy GREEN et Pr David RAFTOS, en particulier, dont les travaux sont innovants et reconnus dans ce domaine, permettant l'élaboration de problématiques de recherche, et à terme, la publication d'articles scientifiques. Cette expérience est une réelle chance dans ma carrière de jeune chercheur.





Une recherche intégrée sur l'océan et le changement global

© Ifremer/AVI/ARX XIX/3

Dans un contexte de changement global, lié au climat, à la pression croissante des activités humaines sur les océans et à la croissance mondiale de la demande en ressources marines, les scientifiques constatent de multiples modifications de l'océan : augmentation de la température, élévation du niveau de la mer, acidification de l'eau, modification des communautés biologiques... Cela traduit le fait que l'océan est un véritable régulateur de la « machine climatique ».

Pour les années à venir, les ambitions majeures de l'Ifremer sont de mieux diagnostiquer le changement global, actuel et passé, de mieux comprendre les processus qui régissent le fonctionnement de l'océan et, ainsi, de contribuer à prévoir l'état futur des océans.

La recherche s'attache aussi à comprendre comment se forment les richesses de l'océan. Il y a là des ressources potentielles de nourriture, de matières premières et d'énergie, qui peuvent contribuer au développement durable de la planète et au bien-être de ses habitants, à la condition de les utiliser de façon éclairée.

Observer les océans sur le long terme

L'observation des océans depuis l'espace a connu un essor considérable ces dernières années. Les satellites sont désormais capables d'appréhender la température et la salinité de surface, les principaux courants, l'étendue et les mouvements des glaces de mer, la concentration en phytoplancton ou encore la hauteur des vagues. Cependant, pour une compréhension intégrée

des océans (physique, chimie, biologie) et pour valider les données, l'observation *in situ* reste indispensable.

Le programme international Argo est un réseau mondial d'observation des océans, complémentaire des observations satellitaires. Ce programme déploie et maintient plus de 3 800 flotteurs autonomes dérivants, permettant de donner des profils de température et de salinité (et, pour certains, des paramètres biogéochimiques)

de toutes les mers du globe et jusqu'à 2 000 mètres de profondeur.

Ce réseau essentiel d'observation poursuit deux objectifs : détecter la variabilité climatique d'une année à l'autre et ainsi fournir des données pour établir des modèles d'analyse sur le changement climatique à long terme dans les océans et fournir l'information nécessaire à la calibration et la validation des données satellitaires ou des modèles océaniques.

L'Ifremer joue un rôle essentiel dans ce programme, dans les domaines de la science et de la technologie des profileurs et en tant qu'opérateur d'un des deux centres de données mondiaux du programme. Le projet Equipex NAOS du programme d'investissements d'avenir (PIA), coordonné par l'Ifremer et porté avec l'université Pierre et Marie Curie, prépare les évolutions d'Argo pour la prochaine décennie (mesures des paramètres biogéochimiques et grande profondeur).

Comprendre comment l'océan contribue à réguler le climat

Les océans, en absorbant de la chaleur et du dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique, contribuent à réguler le climat à l'échelle mondiale. En effet, un quart du gaz carbonique issu de la combustion des énergies fossiles et 90 % de la chaleur produite par l'augmentation de l'effet de serre sont absorbés par les eaux marines de surface avant de rejoindre les grands fonds, entraînés par les courants océaniques.

L'objectif du programme Ovide est de contribuer à comprendre et quantifier ce processus et sa variabilité, en analysant la circulation et les propriétés des masses d'eau au nord de l'Atlantique Nord. Ce programme d'observation du tourbillon subpolaire de l'Atlantique Nord réalise, tous les deux ans depuis 2002, une centaine de points de mesures le long d'une radiale allant du Portugal au sud du Groenland. C'est en effet au nord-est de cette ligne que l'essentiel des eaux profondes de l'océan mondial se forme, moteur de la « circulation méridienne de retournement » qui conditionne l'influence de l'océan sur le climat. En 2016, une nouvelle campagne du programme Ovide (campagne Bocats) a été réalisée avec la participation active de l'Ifremer, sous pilotage des partenaires espagnols de l'université de Vigo qui vient compléter cette série temporelle, essentielle pour la compréhension des phénomènes.

Comprendre les effets du changement climatique

Les conséquences du réchauffement climatique sur les océans commencent à être quantifiées. On observe plusieurs phénomènes liés à la hausse de la température : fonte des glaciers et de la banquise, hausse du niveau des mers...

L'utilisation des archives géologiques permet notamment de comprendre l'évolution des paysages en réponse à des modifications de fonctionnement de la machine climatique.

L'étude des transferts terre-mer de sédiments (de la source au dépôt) est un des axes de recherche de l'Ifremer dans le domaine des géosciences marines. Cela permet de comprendre les mécanismes de formation des sédiments et de leur cheminement jusque dans les bassins océaniques (érosion continentale, transport, dépôt marin) en identifiant et quantifiant les forçages en jeu. La singularité de l'approche de l'Ifremer est de faire le lien entre des environnements marins complexes (prodelta, pentes océaniques, systèmes turbiditiques, etc.) et les fluctuations climatiques passées, ayant laissé des traces de leur impact sur l'érosion continentale et les flux sédimentaires.

Ces recherches fournissent des clés de lecture pour déchiffrer les véritables « archives climatiques » que constitue l'architecture des dépôts anciens. Des événements climatiques passés, inconnus ou peu documentés, ont ainsi pu être reconstitués. L'ensemble de ces travaux contribue donc à la compréhension globale des paléoclimats, indispensable aux projections climatiques futures. Dans les années qui viennent, l'Ifremer a pour objectif

d'étendre ces travaux vers de nouveaux domaines, en travaillant sur la quantification de l'impact des fluctuations passées du niveau de la mer sur les paléo-environnements récifaux.

Dans un autre contexte, l'Ifremer étudie également la réponse du vivant aux changements de son environnement (hausse de température, désoxygénation, acidification, eutrophisation). À titre d'exemple, la conchyliculture, aussi bien au niveau français qu'au plan européen, fait face depuis une décennie à une succession d'épisodes de mortalité massive affectant différentes espèces de coquillages. Ces épisodes sont expliqués en partie, par la présence de divers agents pathogènes. Dans ce contexte, l'Ifremer cherche à mieux caractériser les interactions complexes qui peuvent exister entre les coquillages, les organismes pathogènes impliqués et l'environnement, dont les modifications liées au changement global pourraient favoriser l'émergence de maladies infectieuses. L'institut a rassemblé vingt et un partenaires publics et privés au sein du consortium européen Vivaldi, qui a remporté en 2016 un appel à projet Horizon 2020. Le projet porté par ce consortium vise à améliorer la durabilité et la compétitivité du secteur conchylicole

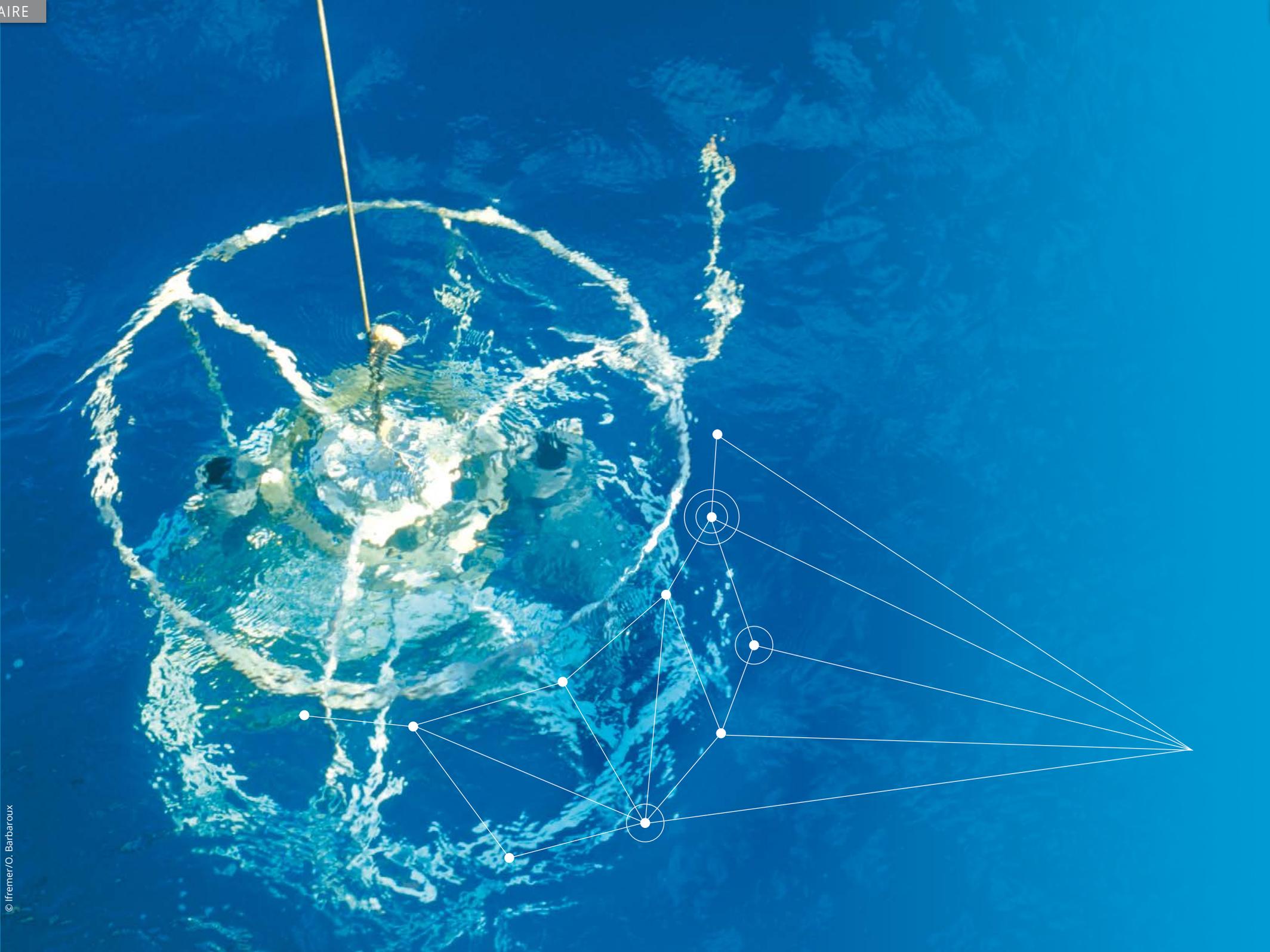
européen en développant des outils et des approches pour mieux prévenir et contrôler les maladies des bivalves marins.

L'institut a exploré également, dans le cadre du projet Gigassat co-financé par l'ANR, les liens entre le changement climatique et le développement de l'huître creuse japonaise sur les côtes européennes, en reconstruisant l'histoire de l'expansion de cette espèce depuis son introduction en France. Les travaux ainsi menés ont montré que l'élévation de température et, notamment, la succession d'étés chauds depuis les années 1990, ont entraîné un décalage septentrional de la zone de reproduction de l'huître creuse.

Concernant les ressources halieutiques, les anchois et les sardines sont devenus significativement plus petits et plus maigres en Méditerranée ces dernières années. Les travaux du projet EcoPelGol, co-financé par France Filière Pêche (FFP), ont permis de mettre en avant l'influence probable de certains paramètres environnementaux sur la condition corporelle des poissons avec, en particulier, un changement dans la quantité et/ou qualité du zooplancton.

Un récif d'huîtres creuses en Bretagne Nord





EN DIRECT
DE LA
RECHERCHE



OCÉANOGRAPHIE ET DYNAMIQUE DU MILIEU MARIN

Observations en milieu marin côtier... De la physique à la biologie

L'observation de l'environnement côtier représente un socle indispensable à la compréhension de l'écosystème marin. Les plateformes et les capteurs actuels permettent de collecter un ensemble de mesures des principaux paramètres physiques, chimiques et biogéochimiques, en continu et de manière automatisée. Depuis plus de quinze ans, des systèmes multi-instrumentés collectent ces informations le long des façades métropolitaines françaises.

Constituer des jeux de données homogènes, continus, de longue durée, répondant aux besoins de la recherche tout en respectant les contraintes techniques et économiques, représente un enjeu national et européen. Relever ce défi nécessite d'harmoniser et d'améliorer des systèmes déployés, ainsi que de structurer les réseaux scientifiques. À cet effet, différentes initiatives ont été menées au sein de l'Ifremer en partenariat, notamment, avec le CNRS INSU et la communauté scientifique du réseau des stations et observatoires marins (Resomar). Ces initiatives ont débouché en particulier sur l'intégration, dans la stratégie nationale des infrastructures de recherche, de l'IR I-LICO regroupant divers réseaux d'observation en milieu côtier.

Cette infrastructure comprend un volet dédié à l'observation continue et automatisée (dite haute fréquence) dont divers dispositifs mis en œuvre par l'Ifremer sont illustrés ici.

À l'échelle nationale, ces observations côtières ont alimenté différents travaux scientifiques dont un ouvrage publié en 2016 aux éditions CNRS, à l'occasion des dix ans de mesure de la station Marel Carnot : « Mesures à haute résolution dans l'environnement marin côtier ».

Les résultats obtenus grâce à ces observations ont permis de progresser dans la compréhension de la dynamique des efflorescences phytoplanctoniques grâce aux données continues de teneur en chlorophylle. Les perspectives de ces travaux sont de coupler ces estimations de la biomasse algale avec une identification de la composition planctonique à l'échelle de groupes taxonomiques ou fonctionnels.

L'acquisition de séries temporelles de mesures à haute fréquence a aussi fourni des résultats sur les méthodes d'analyse et de prédiction des états environnementaux. Ainsi, un modèle de Markov, analysé par des méthodes de classification spectrale, a été développé et permet d'identifier, voire de prévoir, des événements tels que des efflorescences d'algues toxiques, grâce à la prise en compte

de différents paramètres mesurés (physiques et biogéochimiques) et sans connaissance *a priori* des événements analysés.

Les travaux fondés sur l'observation à haute fréquence ont également montré l'importance des événements intermittents, et donc leur possible sous-estimation. Par exemple, les observations à haute fréquence montrent que les intrusions du panache du Rhône en baie de Marseille sont sous-estimées par les approches numériques pour ce qui est de la fréquence et de l'amplitude. Le Rhône répond par ailleurs de manière significative aux événements extrêmes, mais l'impact de ces événements sur les différents paramètres observés peut différer en fonction des conditions atmosphériques et hydrodynamiques locales.

Par ailleurs, l'impact des évolutions à grande échelle de l'atmosphère de l'Atlantique Nord sur les eaux côtières en mer d'Iroise a été décrit et montre les influences probables du changement de ces régimes atmosphériques sur les conditions physiques et biogéochimiques côtières.

Afin d'aller plus loin dans la compréhension de ces systèmes côtiers complexes incluant leur composante biologique, des projets ont été lancés en 2016 dont les contrats de Plan État-Région Réseau d'observation haute fréquence de l'environnement côtier (ROEC) et Recherches marines et littorales en Côte d'Opale : des milieux aux ressources, aux usages et à la qualité des produits aquatiques (Marco). Ces deux projets visent à



© Ifremer/O. Dugornay

Bouée Marel Iroise au centre Ifremer Bretagne

développer des systèmes d'observation pour accéder à de nouveaux paramètres (en particulier biologiques et hydro-sédimentaires) et ainsi mieux comprendre la dynamique de l'écosystème côtier. Le réseau ROEC portera, par exemple, une attention particulière à la dynamique de fond en termes de concentration en oxygène, de transport sédimentaire et à la diversité planctonique des eaux autour de la Bretagne.

À l'échelle européenne, l'Ifremer coordonne différentes initiatives visant à intégrer et à ouvrir les infrastructures de recherche d'intérêt pour l'Europe. Concernant les systèmes d'observation côtiers, les actions se sont traduites par la coordination des projets Joint *European Research Infrastructure Network for Coastal Observatory - Jerico* (programme FP7, 2007-2011) et *Jerico-NEXT* (programme H2020 qui a démarré en 2016).

Ces initiatives européennes, au-delà de leur rôle d'organisation et d'harmonisation, permettent aussi des avancées technologiques et scientifiques. Les résultats majeurs de Jerico ont été publiés dans un numéro spécial de la revue *Journal of Marine Systems*. Les développements technologiques (observation de la macrofaune, du zooplancton, cycle du carbone, mesure du pH), méthodologiques

(assimilation de données) et les avancées scientifiques, rendues possibles grâce aux infrastructures soutenues par le projet, ont amélioré la compréhension de la dynamique côtière dans le golfe de Gascogne, le bassin algérien et la mer Baltique.

Au-delà des avancées scientifiques et technologiques associées à ces réseaux d'observation côtiers, l'Ifremer participe à la stratégie et à la structuration des futurs réseaux d'observation. L'optimisation des futurs systèmes intégrés d'observation s'avère de plus en plus complexe car elle implique un grand nombre de paramètres environnementaux (voire économiques) dans un domaine côtier contraint. Pour faire face à cette complexité, des méthodes d'optimisation inspirées des techniques d'assimilation de données dans les modèles océanographiques sont développées à l'Ifremer en collaboration avec le CNRS/INSU : elles apportent une évaluation objective et partiellement quantitative des réseaux d'observations existants ou des évolutions proposées.

PUILLAT I. *et al.*, 2016. *Journal of Marine Systems*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmarsys.2016.06.004>
SCHMITT F.G. & LEFEBVRE A. (Eds.) 2016. Mesures à haute résolution dans l'environnement marin côtier, CNRS Editions. <http://doi.org/10.17882/39754>
GUESDON S. *et al.*, 2016. Estuarine, *Coastal and Shelf Science*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.08.035>



© Ifremer/É. Nézan-N. Chomérat

Dinoflagellates, micro-algues productrices de toxines



© Ifremer/O. Dugornay

Test de flotteurs océaniques (profileurs automatiques dérivants) au bassin d'essais du centre Ifremer Bretagne

Quinze ans d'observation des océans avec Argo

En 1999, la communauté internationale des chercheurs en océanographie physique a initié la mise en place d'un des programmes scientifiques les plus ambitieux de son histoire. Les dispositifs existants étaient en effet insuffisants pour : 1) étudier la variabilité de l'océan et son rôle dans le climat ; 2) interpréter les mesures satellites de surface et 3) améliorer les modèles numériques et développer l'océanographie opérationnelle. C'est ainsi qu'Argo est né : système d'observation global, *in situ*, grande échelle et en temps réel, au moyen de flotteurs automatiques dérivants (donnant des profils de température et de salinité). Quinze ans plus tard, Argo est opérationnel et fournit désormais

la plus grande partie des observations océaniques entre 0 et 2 000 mètres de profondeur. Les données Argo ont conduit à une quantification précise de la variabilité saisonnière et inter-annuelle de la chaleur contenue dans l'océan. De manière plus emblématique encore, les données Argo ont considérablement réduit les incertitudes sur le fait que plus de 90 % de la chaleur accumulée sur terre, entre 1971 et 2010, principalement due à l'intensification de l'effet de serre, a été stockée dans l'océan. Argo a également permis de montrer que le réchauffement global océanique a contribué (par dilatation) au tiers de la hausse du niveau de la mer observée entre 1993 et 2010. Les données Argo permettent de déterminer ces moyennes globales, mais aussi, et surtout, leurs valeurs régionales, ce qui permet de mieux comprendre les changements climatiques régionaux.

En 2016, l'Ifremer demeure un acteur majeur du réseau à tous les niveaux. Ainsi, les développements technologiques des flotteurs ont montré leurs nouvelles capacités, notamment pour les mesures très profondes avec le Deep-Arvor. L'achat, le déploiement et le suivi des flotteurs par le centre Coriolis se sont poursuivis, avec cinquante-cinq nouveaux flotteurs déployés. Le traitement des données a été marqué par la publication de procédures internationales spécifiques aux données d'oxygène et l'amélioration permanente des méthodes de validation. Enfin, les chercheurs français contribuent à 10 % des publications scientifiques utilisant les données Argo : l'Ifremer et les instituts partenaires impliqués dans la composante française d'Argo contribuent ainsi au rayonnement international de la communauté océanographique française. Pour cela, le SNO Argo France piloté par le LOPS (Laboratoire d'océanographie physique et spatiale, UMR CNRS-Ifremer-IRD-UBO), anime la communauté (symposium de juin 2016 à Toulon) et participe aux instances de gouvernance internationale du réseau Euro-Argo.

LE RESTE S. *et al.*, 2016. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*. <http://dx.doi.org/10.1175/JTECH-D-15-0214.1>
 RISER S.C. *et al.*, 2016. *Nature Climate Change*. <http://www.nature.com/nclimate/journal/v6/n2/full/nclimate2872.html>

INTERVIEW



Philipp HESS
 CHERCHEUR AU LABORATOIRE PHYCOTOXINES, Ifremer
 DIRECTEUR ADJOINT DE L'INSTITUT
 UNIVERSITAIRE MER ET LITTORAL,
 IUML (CNRS UNIVERSITÉ DE NANTES-IFREMER).

La prolifération de certaines espèces de micro-algues unicellulaires (phytoplancton), provoquant parfois des eaux colorées brunes, rouges ou vertes, peut être toxique pour les coquillages et pour les poissons. Chez l'homme, l'ingestion de coquillages contaminés peut provoquer des symptômes de type gastro-intestinaux ou même neurologiques. Les toxines issues de ces micro-algues sont appelées phycotoxines.

Y aurait-il autant de toxines que de micro-algues toxiques ?

Non. Une espèce (ou genre) de micro-algue toxique peut produire plusieurs types de toxines. On connaît plus de 5 000 micro-algues dont 174 espèces (décrites dans notre ouvrage*) sont toxiques ou nuisibles. Il est important de surveiller et de prévoir de possibles proliférations ou efflorescences (blooms) du phytoplancton marin par un suivi régulier et des analyses systématiques (mis en place sur tout le littoral en France et de par le monde) et bien sûr d'identifier les toxines présentes dans l'eau de mer.

Nous avons répertorié plus de cinq cents toxines à l'échelle mondiale, et le nombre de toxines observées va croissant. En effet, le transport maritime a augmenté les apports d'espèces « exotiques » via les eaux de ballast. Le changement

climatique et le phénomène de réchauffement des eaux côtières favorisent également leur prolifération en zones sub-tropicales et tempérées.

Vous développez une nouvelle approche d'analyse des toxines. En quoi cette méthode est-elle innovante ?

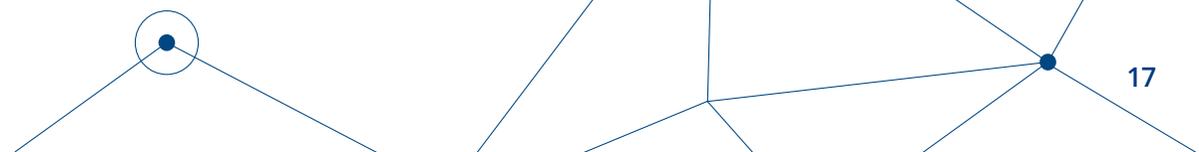
La méthode d'analyse officielle se fonde sur la spectrométrie de masse. Cette méthode quantitative est « ciblée » sur des molécules connues pour leur toxicité. En ce qui concerne les toxines lipophiles, seulement douze molécules sont testées.

Dans le cadre du projet régional Coselmar, nous avons montré la faisabilité d'une nouvelle méthode¹ qui combine deux techniques : l'échantillonnage passif (1) et la spectrométrie de masse haute résolution (2). La première technique permet d'accumuler tous les composés lipophiles dissous dans l'eau de mer, sorte « d'empreinte chimique » laissée par les micro-organismes (dont les micro-algues), alors que la seconde mesure simultanément un nombre massif de composés chimiques, sans avoir à cibler une molécule (analyse non-ciblée). Nous détectons ainsi un nombre important de composés dissous et, en particulier, les toxines algales. Une fois les données acquises, on crible notre base de données

pour voir si l'une ou l'autre des 500 toxines, répertoriées mondialement, serait présente. Nous ne sommes qu'au début de nos recherches dans ce domaine car peu de métabolites produits par les micro-algues sont connus. Beaucoup d'autres composés organiques et de toxines émergentes restent à découvrir en milieu marin et saumâtre.

¹ ZENDONG Z. et al., 2016. *Environmental Science & Technology*. <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.est.6b02081>

* voir page suivante



Toxic and Harmful Microalgae of the World Ocean

Micro-algues
toxiques et nuisibles
de l'océan mondial



PATRICK LASSUS · NICOLAS CHOMÉRAT
PHILIPP HESS · ELISABETH NÉZAN

Les proliférations de micro-algues toxiques sont en augmentation dans tous les océans depuis les dernières décennies. C'est le constat réalisé par les auteurs de cet ouvrage bilingue (*) qui recense 174 espèces et les épisodes toxiques associés, d'après l'analyse de plus de 1 200 publications scientifiques. Pour la première fois sont regroupées dans un même ouvrage des informations sur la taxinomie, la distribution géographique de chaque espèce, les cas de toxicité et leur nature chimique. Chaque espèce est illustrée de photographies de qualité exceptionnelle, en microscopie photonique et en microscopie électronique à balayage.

(*) « *Toxic and Harmful Microalgae of the World Ocean/ Micro-algues toxiques et nuisibles de l'océan mondial* » par Patrick LASSUS, Nicolas CHOMÉRAT, Philipp HESS et Elisabeth NÉZAN. *IOC Manuals and Guides*, ouvrage bilingue, éd. www.issaha.org

Trente ans de climatologie des icebergs de l'océan Austral par altimétrie satellitaire

La perte de masse de la calotte antarctique sous forme de flux d'eau douce vers l'océan austral suit deux voies radicalement différentes. L'eau de fonte de la base des plates-formes de glace se distribue sur les premières centaines de mètres des eaux côtières, tandis que les icebergs vêtant des glaciers et des plates-formes dérivent sur des milliers de kilomètres pour certains et fondent loin du continent. Ces flux d'eau douce jouent un rôle crucial sur la circulation tant côtière qu'hauturière de l'océan Austral. Des études récentes, utilisant des mesures satellites et des modèles d'accumulation de neige, ont donné des estimations très similaires de la fonte basale à respectivement ~ 1 500 gigatonnes par an et du vêtage à ~ 1 300 gigatonnes par an. Un changement de répartition du flux d'eau douce entre fonte et vêtage pourrait avoir des conséquences sur le système climatique global. En effet, si la fonte basale ne concerne que l'hydrologie le long des côtes, les icebergs peuvent influencer l'océan très loin de leur zone d'origine.

L'altimétrie satellite permet de détecter et d'estimer le volume des petits icebergs (< 3 km) et des grands icebergs (>

16 km). Une base de données de localisation et de volume de glace couvrant l'ensemble des archives de tous les altimètres (1985-2016) a été créée dans le cadre des projets Altiberg 1 et 2 et est distribuée par le Cersat. L'analyse des volumes de glace dans l'océan Austral montre que, sur trente ans, la variabilité du volume de glace présent est principalement conditionnée par des événements sporadiques de vêtage d'icebergs géants (certains dépassant les 1 000 km²), qui peuvent voyager durant dix ans autour du continent antarctique. La majeure partie du volume de glace est transportée par les icebergs les plus grands mais leur fonte ne représente que 18 % de la perte totale de volume. Leur fragmentation en petits icebergs est le mécanisme principal de transfert de masse conditionnant le flux d'eau douce vers l'océan. Les petits icebergs agissent donc comme un processus de diffusion et constituent la composante la plus efficace du flux d'eau douce.

TOURNADRE J. *et al.*, 2016. *Journal of Geophysical Research-Oceans*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2015JC011178/abstract>

Iceberg tabulaire dérivant dans l'océan Austral



La contribution des chalutages aux flux sédimentaires sur le plateau continental du golfe de Gascogne

La variabilité spatio-temporelle des flux sédimentaires, sous l'influence des forçages naturels et des activités de chalutage, a été étudiée à l'échelle du plateau continental du golfe de Gascogne, en associant des données issues de campagnes en mer et une modélisation numérique 3D déterministe. Deux campagnes en mer spécifiques ont été menées pour quantifier les impacts physiques induits par un chalut professionnel au niveau de la Grande-Vasière, en matière de remise en suspension (panache turbide) et de perturbation de la structure et de la nature du sédiment superficiel. Ces données ont permis d'estimer le taux d'érosion moyen des sédiments par le chalut. Complétées par des données d'effort de pêche, ces observations ont permis une cartographie mensuelle du flux d'érosion par chalutage. Par ailleurs, un modèle hydro-sédimentaire 3D réaliste a été mis en place et calibré à partir de mesures en station fixe. Deux simulations de cinq ans ont été réalisées en incluant ou non l'influence du chalutage de fond, dans le but de quantifier et de comparer les contributions relatives des forçages naturels et anthropiques sur les flux verticaux (érosion) et horizontaux (transport solide) de sédiments. La variabilité temporelle des flux est décrite en une succession de régimes caractéristiques répondant à divers forçages (marée, vent, vagues, chalutage), et des flux résiduels saisonniers et annuels ont été proposés. Sans tenir compte des apports fluviaux, le flux naturel de matériel vaseux a été estimé à 1,6 million de tonnes (ou mégatonnes) par an sortant par le Nord (au droit de la pointe du Raz) et à 0,62 million par an vers le talus continental (au niveau de l'isobathe 180 m). Ces flux sont du même ordre que les apports fluviaux (environ 2,5 millions par an). La contribution du chalutage de fond à la re-suspension est significative et se traduit par des flux horizontaux significatifs participant à la dynamique régionale des sédiments sur le plateau. Ces activités de pêche amplifient notamment l'export naturel de sédiments fins vers le large sur la partie externe du plateau (de 15 à 35 %). Elles contribuent significativement aux flux vers le Nord-Ouest et peuvent aussi induire des flux résiduels vers la côte sur la partie interne du plateau.

MENGUAL B. *et al.*, 2016. *Ocean Dynamics*.
<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10236-016-0974-7>

Restauration écologique en mer Méditerranée

L'artificialisation du trait de côte et la destruction des habitats des petits fonds côtiers est l'une des principales pressions qui pèsent sur les écosystèmes marins, en particulier en Méditerranée. Ainsi, la construction de ports et de marinas a engendré la destruction des habitats les plus abrités, utilisés comme nurserie par de nombreuses espèces de poissons. Toutefois si l'impact écologique négatif de ces constructions a été très largement documenté, leur rôle potentiel dans le fonctionnement de la zone côtière demeure méconnu.

Dans ce contexte, l'action Response (Restauration des fonctions de nurseries dans les ports), cherche à vérifier si les structures artificielles situées à l'intérieur des ports peuvent être utilisées par les poissons comme nurserie. Des travaux préalables ont démontré la pertinence des bio-indicateurs portant sur la densité, la croissance et la condition des juvéniles pour estimer la qualité des nurseries de poissons.

Un suivi de la variabilité spatio-temporelle des abondances de juvéniles de quatre espèces de poissons rocheux a été réalisé dans cinq ports méditerranéens durant deux années. Le bénéfice de l'ajout de micro-habitats artificiels sur la fonction potentielle de nurserie des structures portuaires, comme les quais ou les pontons flottants, a également été testé. Les résultats montrent que, malgré des différences de préférences d'habitats entre les espèces, les juvéniles de poissons rocheux colonisent les ports de façon très significative. Leur abondance sur les micro-habitats artificiels ajoutés était deux fois plus importante que sur les structures nues. Cela suggère que la complexification des structures portuaires peut augmenter considérablement leur qualité d'habitat juvénile, en particulier pour les plus jeunes stades.

Par ailleurs, une étude intégrée liant la qualité de l'environnement chimique à l'estimation de son impact sur



© M. Bouchoucha

Habitats artificiels, formés de coquilles d'huîtres, placés dans la zone portuaire de la rade de Toulon, destinés aux poissons juvéniles

les juvéniles de ces mêmes espèces a été menée dans les zones portuaires de la rade de Toulon (Var) connue pour ses niveaux de contamination élevés. Contre toute attente, malgré des niveaux de contamination plus importants à la fois du milieu et des organismes, les résultats obtenus montrent que la croissance et la condition des individus juvéniles capturés dans les zones portuaires sont équivalentes, voire supérieures à celles observées en zones naturelles.

Ces travaux, réalisés en collaboration avec le Cefrem et l'UMR Marbec, suggèrent que, pour peu que les conditions environnementales soient compatibles et contrôlées, l'ingénierie écologique en zone portuaire pourrait aider à réduire certaines conséquences écologiques du développement urbain en fournissant des zones de nurseries artificielles alternatives aux poissons rocheux.

BOUCHOCHA M., 2016. *Marine Ecology Progress Series*.
<http://www.int-res.com/abstracts/meps/v547/p193-209/>

ÉCOSYSTÈMES MARINS ET RESSOURCES BIOLOGIQUES

Mieux comprendre les maladies affectant les mollusques marins

La conchyliculture européenne occupe une place privilégiée à l'échelle mondiale. Cette activité, reposant principalement sur les moules, les huîtres et les palourdes, présente une dimension socio-économique importante au regard des 42 000 personnes employées par plus de 8 500 sociétés en Europe. Ces dernières années, le secteur a connu une croissance ralentie en raison notamment de sa dépendance vis-à-vis de la qualité de l'environnement et de l'émergence de maladies. La filière est en effet fragilisée par des épisodes de mortalité massive associés à la présence de divers organismes pathogènes que ce soient des virus comme OsHV-1, des bactéries telles que *Vibrio aestuarianus* ou bien des protozoaires parasites comme *Marteilia refringens* ou *Bonamia ostreae*. Ces événements sont à l'origine de lourdes pertes économiques.

L'Ifremer développe des activités de recherche au cœur de ces questions et assure la coordination de la surveillance des maladies des coquillages.



L'institut porte les missions de laboratoire national de référence (LNR) comme de laboratoire de référence pour l'Union européenne (LRUE) pour les maladies des mollusques et est une référence internationale auprès de l'OIE, l'Organisation mondiale pour la santé animale, pour certaines maladies des coquillages dont la bonamiose, la martelliose et les infections virales à OshV-1. Outre son implication dans la surveillance et les activités de référence, l'Ifremer réalise des travaux de recherche visant à mieux caractériser les organismes pathogènes, à mieux comprendre leur cycle de développement et leurs interactions avec leurs hôtes, les mollusques bivalves. Ces travaux ont notamment permis le développement d'outils de diagnostic, la mise au point de protocoles d'infection expérimentale nécessaires à l'étude des mécanismes d'infection et des mécanismes de défense développés par les coquillages. Les résultats obtenus conduisent à modéliser la transmission de certains organismes pathogènes. Ainsi reconnu pour sa position de référence en Europe dans le cadre de ses travaux sur les maladies des coquillages, l'Ifremer a rassemblé vingt-et-un partenaires publics et privés au sein du consortium européen Vivaldi, qui a été sélectionné, en 2016, dans le cadre d'un appel à projet H2020.

L'objectif premier de ce projet est d'améliorer la durabilité et la compétitivité du secteur conchylicole européen en développant des outils et des approches pour mieux prévenir et contrôler les maladies des mollusques bivalves marins. Vivaldi s'intéresse à différentes espèces de bivalves exploitées en Europe telles que les huîtres creuses et

plates, les moules, les palourdes, les coques et les coquilles Saint-Jacques. La diversité des sites conchylicoles est également prise en considération, avec des études prévues sur des sites contrastés tels que le delta de l'Ebre et la ria de Vigo en Espagne, la rade de Brest et la baie de Dungarvan en Irlande.

Vivaldi se décline en six axes d'étude :

- l'étude de la diversité et des cycles des organismes pathogènes pour une meilleure surveillance et le développement d'outils de détection précoce ;
- la compréhension de la réponse fonctionnelle des bivalves pour le développement de méthodes de prévention et de traitements ;
- la sélection génétique pour la résistance/ tolérance à certaines maladies ;
- la compréhension des interactions complexes entre le mollusque, l'environnement et l'agent pathogène pour mieux évaluer les risques et le développement de modèles de prédiction des risques ;
- les mesures de gestion de certaines maladies et la biosécurité ;
- une meilleure compréhension de l'organisation des acteurs de la conchyliculture pour une meilleure gestion des maladies.

Les maladies des coquillages ne connaissant pas de frontière, un réseau international rassemblant des experts des principaux pays producteurs de coquillages est en cours de mise en place.

Du point de vue de la recherche, Vivaldi vise à apporter de nouvelles connaissances sur la diversité des agents pathogènes, les réponses immunitaires des coquillages, les interactions des animaux et des agents pathogènes avec leur environnement direct. En outre, par la connaissance accrue des acteurs de la conchyliculture qu'il propose, mais aussi grâce aux connaissances apportées par les chercheurs, le projet ambitionne de mieux soutenir les décideurs dans leur rôle de régulation et de soutien aux filières. Enfin, Vivaldi souhaite aussi contribuer au développement d'une science européenne sans frontière, grâce aux publications conjointes, à l'échange de matériel, à la confrontation des expériences et à une information mutuelle et régulière sur les maladies des coquillages.

4 ANNÉES DE RECHERCHE
 DU 1^{ER} MARS 2016 AU 28 FÉVRIER 2020

CHERCHEURS ET TECHNICIENS IMPLIQUÉS

21 PARTENAIRES

10 PAYS
 8 ÉTATS MEMBRES DE L'UNION EUROPÉENNE AUXQUELS SE JOignent LA NORVÈGE ET ISRAËL

4,5 MILLIONS D'EUROS DE FINANCEMENT EUROPÉEN
7 ESPÈCES DE COQUILLAGES ÉTUDIÉES



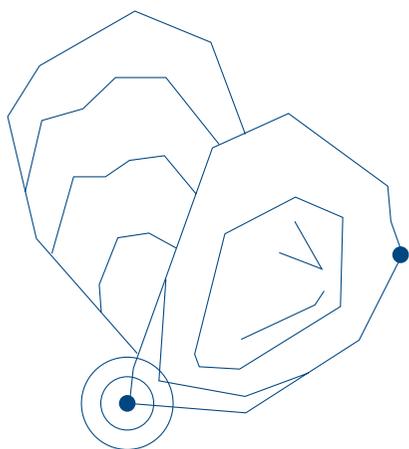
© Ifremer/O. Barbaroux

Diverses espèces de palourdes



Banc naturel d'huîtres sauvages, *Crassostrea gigas*, en rade de Brest

Changement climatique et invasion de l'huître creuse sur les côtes européennes : projection spatiale de la colonisation



Originnaire du Japon, l'huître creuse, *Crassostrea gigas*, a été introduite à la fin des années 1960 dans les bassins d'Arcachon et de Marennes Oléron dans le contexte de la quasi-disparition de l'huître portugaise, *C. angulata* de la côte atlantique. D'après les données climatiques de l'époque, *C. gigas* ne présentait pas les capacités écologiques de se reproduire au nord de la Loire, compte tenu de ses exigences thermiques pour la ponte et la survie des larves. Un demi-siècle plus tard, elle se reproduit désormais jusqu'au sud de la Norvège et crée, dans certains

milieux particulièrement favorables au plan hydrodynamique, de véritables récifs marins.

Une étude réalisée dans le cadre de l'ANR, Gigassat, permet d'expliquer, sur des bases éco-physiologiques, la dynamique inattendue de cette invasion à l'échelle européenne. La méthodologie originale est fondée sur l'utilisation croisée : 1) d'un modèle bioénergétique de type DEB (bilan dynamique d'énergie) qui permet de formaliser la façon dont un organisme utilise l'énergie qu'il puise dans la nature, par exemple pour sa croissance ou sa reproduction, modèle mis en œuvre à Ifremer et éprouvé chez *C. gigas* depuis plusieurs années ; 2) des séries biologiques de long terme issues de réseaux Ifremer : le réseau d'observation conchylicole (Resco), le réseau d'observation de la reproduction et du recrutement de l'huître

creuse (Velyger) et des données phyto-planktoniques issues du réseau Réphy et 3) des données satellitaires de température de surface disponibles à l'échelle de l'Europe. Les simulations de la reproduction de cette espèce ont tout d'abord été validées, de 1998 à nos jours, pour la baie de Bourgneuf (Vendée). L'exercice a ensuite consisté à utiliser le modèle, sur cette baie, depuis 1960 et à étendre spatialement son application à l'ensemble de l'Europe.

Ce travail de grande envergure démontre que l'élévation de température et la succession d'étés chauds depuis les années 1990 ont entraîné un décalage septentrional de la niche de reproduction de cette espèce de plus de 1 400 km en près de quarante ans. Cette étude présente aussi, au plan méthodologique, une approche générique originale et applicable à d'autres espèces ou d'autres systèmes permettant d'analyser les changements potentiels affectant la biogéographie des espèces marines dans le cadre du changement climatique.

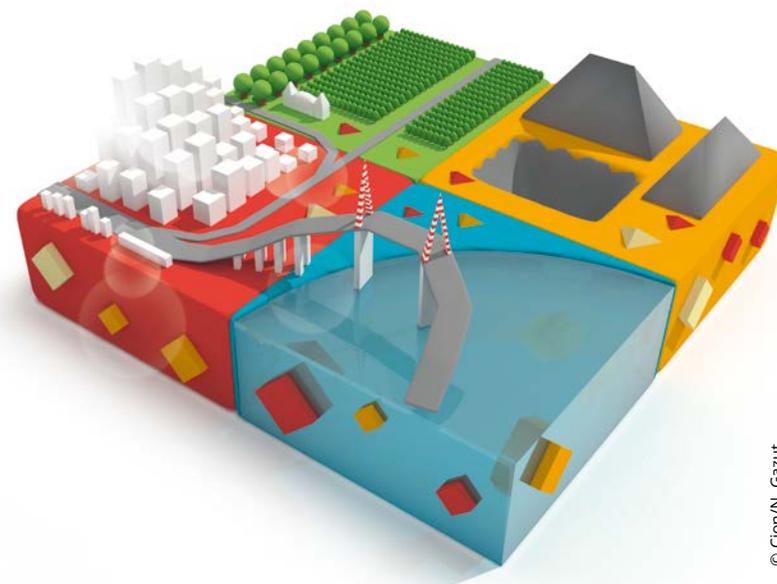
THOMAS Y. *et al.*, 2016. *Journal of Biogeography*. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jbi.12665/abstract>

Pollusols

Dans le cadre du projet Pollusols (2015-2019) financé par le Conseil régional des Pays de la Loire, l'université de Nantes et l'Ifremer, plusieurs équipes de recherche étudient les pollutions métalliques diffuses, depuis leurs sources continentales (mines, villes, arbori- et viticulture) jusqu'à l'estuaire de la Loire. Quatre zones ateliers ont été définies pour ce programme, qui suit une approche originale englobant le continuum terre-mer. Son objectif final est de proposer des outils de gestion des sols et des sédiments pollués.



Les contaminants estuariens étudiés par l'Ifremer sont des métaux comme les platinoïdes (polluants émergents), le mercure, le plomb et le cuivre (oligo-élément indispensable, il devient toxique à forte concentration). Les études sur la spéciation chimique et les signatures isotopiques de ces trois groupes d'éléments permettent de suivre leurs parcours et leurs évolutions temporelles liées au changement global ou à la réglementation. Ainsi, l'Ifremer contribue au projet à la fois par l'étude de la contamination du réceptacle ultime des contaminants (la mer) provenant des trois autres zones ateliers considérées (ville, vigne et mine) et aussi par la structuration de tous les travaux sur l'estuaire de la Loire, la quatrième zone atelier. Le programme devrait permettre d'obtenir des éléments d'explication sur la forte augmentation des teneurs en cuivre, chez les mollusques bivalves collectés sur certains sites en Atlantique, mais aussi de mieux quantifier les proportions continentales et marines du mercure accumulé dans les réseaux trophiques côtiers et enfin, de documenter l'émergence des platinoïdes.



© Cion/N. Gazut

Illustration stylisée des sites expérimentaux de Pollusols : urbain, minier uranifère, viticole et estuarien (la Loire)

Développement d'indicateurs trophiques dans le cadre d'une approche écosystémique des pêches

Les écosystèmes marins sont soumis à différents types de pression, dont les plus importants sont la fragmentation des habitats, la pêche, la pollution, l'eutrophisation, l'introduction d'espèces envahissantes et le réchauffement climatique global. Ces pressions causent des changements dans la structure et la dynamique des écosystèmes. Dans les écosystèmes marins, l'impact de la pêche est souvent le facteur de pression prépondérant. Dans ce contexte, des indicateurs simples s'avèrent nécessaires pour évaluer l'état environnemental des écosystèmes marins. Ces indicateurs doivent refléter les effets des fluctuations de la pression de pêche et être facilement mis en œuvre dans une approche écosystémique de la gestion des pêches.

Différents indicateurs ont ainsi été calculés, à partir des structures en tailles ou poids et des niveaux trophiques de différentes communautés d'espèces, sur la base des données de campagnes scientifiques et des simulations issues de modèles trophiques. Les réponses de ces différents indicateurs aux scénarios de gestion montrent que l'ensemble des indicateurs trophiques sélectionné est sensible à la pression de pêche. Deux d'entre eux : l'indicateur relevant du plus haut niveau trophique (HTI) et celui des superprédateurs (API : *Apex Predator Indicator*), présentent des pistes prometteuses pour évaluer l'état d'un écosystème. Divers scénarios de gestion et des valeurs cibles pour les indicateurs testés peuvent ainsi être proposés. Enfin, les analyses de sensibilité montrent l'importance du choix et de la précision de l'estimation du niveau trophique dans le calcul des indicateurs à partir des données de campagnes scientifiques.

BOURDAUD P. *et al.*, 2016. *Ecological Indicators*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.010>

Projet EcoPelGol

Alors qu'en 2005-2007, la situation semblait optimale pour les anchois et les sardines en Méditerranée, celle-ci s'est considérablement dégradée depuis 2008. Les individus de ces deux espèces sont devenus significativement plus petits et plus maigres, à quoi s'ajoute une diminution de l'âge à la capture et une baisse de la croissance chez la sardine. Parallèlement, une forte augmentation de la population de sprat (espèce à faible valeur marchande) a été constatée sur la même période. Ces évolutions sont à l'origine d'une situation de crise majeure et inédite pour les pêcheries françaises de Méditerranée. Les niveaux de captures ont

été divisés par dix en quelques années pour atteindre les plus bas niveaux historiques depuis cent cinquante ans, ainsi qu'une reconstitution et une analyse des débarquements, depuis 1865, ont pu le démontrer.

À partir d'une analyse exhaustive des conditions corporelles, des croissances et des structures en âge et en taille de ces espèces, obtenues au travers des données de campagnes scientifiques Pelmed (Pélagiques Méditerranée) et de données de pêche, le projet EcoPelGol a examiné les processus sous-jacents à ces modifications. Co-financé par France Filière Pêche (FFP), EcoPelGol a été réalisé au sein de l'UMR Marbec en partenariat avec l'uni-

versité de Gérone (Espagne) et l'UMR MIO (Institut méditerranéen d'océanologie, université d'Aix-Marseille-université de Toulon-CNRS-IRD).

Le projet EcoPelGol a montré que ces changements de taille et de condition chez la sardine et l'anchois n'étaient pas liés à une migration des individus vers des zones géographiques adjacentes, ni à la pression de pêche, ni à la prédation des thons ou des mammifères marins. Bien que des maladies infectieuses ne semblent pas non plus à l'origine de ces modifications, des études complémentaires sur la présence de parasites hépatiques sont menées. Toutefois, d'autres analyses ont montré une influence

probable de certains paramètres environnementaux sur la condition corporelle des poissons. Le régime alimentaire des sardines et des anchois a d'ailleurs évolué au cours des dernières années vers des proies de plus petite taille et potentiellement moins énergétiques. Les individus les plus âgés n'étant probablement pas en assez bonne condition pour assurer leur survie après la reproduction, cela pourrait expliquer l'évolution démographique observée chez la population de sardine. Tout semble pointer un changement dans la quantité et/ou qualité du zooplancton (proies), comme la cause principale des modifications récemment mises en évidence dans les populations de petits pélagiques.



Chalutage et tri de petits poissons pélagiques en Méditerranée, campagne Pelmed

INTERVIEW

Récemment, au nom de l'Ifremer, vous avez déposé plusieurs brevets protégeant des molécules et, plus exactement, des dérivés d'exopolysaccharides (polymères de sucres) en tant qu'agents cicatrisants et agents anti-cancéreux. Ces exopolysaccharides (EPS) ont la caractéristique d'être produits par des bactéries marines découvertes par l'Ifremer à plus de 2 000 mètres de profondeur lors de campagnes d'exploration des grands fonds océaniques.

Quelles sont les caractéristiques de ces bactéries ?

L'Ifremer possède une collection unique au monde de micro-organismes issus d'environnements marins extrêmes, comportant notamment des bactéries productrices d'EPS de genres connus, tels que *Vibrio* et *Alteromonas* mais aussi des espèces nouvelles comme *A. infernus*. Cette dernière espèce provient de fluides froids (de 9 à 18°C, pH 6,7), observés au nord du bassin de Guaymas (Pacifique oriental). Cette bactérie mésophile (organisme qui croît à des températures modérées) est cultivée au laboratoire à température ambiante en eau de mer enrichie en glucose pour produire un EPS de poids moléculaire élevé (plusieurs millions de grammes par mole). L'EPS est un hétéropolysaccharide acide et soluble dans l'eau. La molécule, constituée de neuf unités osidiques (sucres) répétitives, est légèrement sulfatée (9 %), ce qui est rare et lui confère des propriétés proches des glycosaminoglycans (GAG), polysaccharides des tissus animaux et humains étudiés pour leur rôle majeur dans la régulation de l'activité cellulaire et à fort potentiel thérapeutique.

Quel est le rôle de l'Ifremer dans la recherche sur les activités biologiques de ces EPS ?

Au laboratoire, il consiste tout d'abord à gérer nos collections de bactéries, à vérifier leur pureté en contrôlant leur identité puis à constituer des banques de travail à partir des souches primitives. La production à différentes échelles de l'EPS ainsi que sa purification et sa caractérisation font également partie des travaux développés à l'Ifremer. Pour

optimiser cette production, les mécanismes de biosynthèse de ces EPS sont analysés du point de vue physiologique et génétique. Afin de parfaire leur ressemblance avec les GAG (héparine, acide hyaluronique...) et d'obtenir des dérivés d'EPS GAG-mimétiques, les EPS sont modifiés au laboratoire par différents procédés : dépolymérisation, sur-sulfatation. Ces différents dérivés GAG-mimétiques sont caractérisés avant d'être étudiés par nos partenaires pour évaluer leurs propriétés biologiques et leur rapport bénéfice/risque, en prenant comme référence des agents thérapeutiques connus. Les travaux sur les applications en santé des dérivés d'EPS sont développés en partenariat dans différents projets régionaux, nationaux et européens (Cimath, Bioregos, Bioregate, GlycoOuest, ANR Ionibiogel, GdR GagoSciences, Interreg Biocare marine).

Nous avons récemment montré, avec l'université de Nantes (UMRS Inserm 957) dans le cadre du réseau GlycoOuest, qu'un dérivé d'EPS présente un effet inhibiteur sur l'invasion tumorale et le processus métastatique, sans effet apparent sur la tumeur primitive. Les effets obtenus avec le dérivé d'EPS sont supérieurs à ceux obtenus avec la molécule de référence, l'héparine.

Les bactéries vivant habituellement en « milieu extrême » conservent-elles leurs propriétés au fil du temps ?

Les bactéries provenant des abysses sont conservées au laboratoire depuis près de trente ans. Elles ont gardé leurs



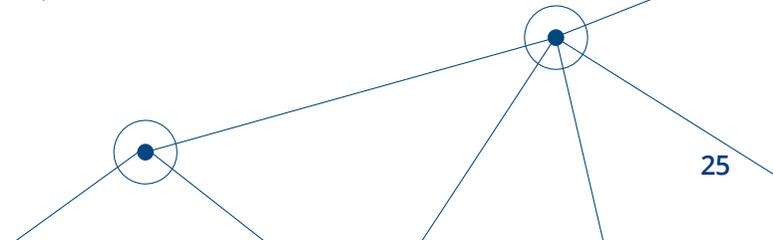
Sylvia COLLIEC-JOUAULT
CHERCHEUR AU LABORATOIRE ÉCOSYSTÈMES
MICROBIENS ET MOLÉCULES MARINES
POUR LES BIOTECHNOLOGIES (EM3B)

caractéristiques primitives et produisent toujours le même EPS. Le génome de certaines bactéries a été totalement séquencé, ce qui permet, grâce aux outils de biologie moléculaire, de réaliser des analyses comparatives. Les groupes d'EPS de biosynthèse sont en cours d'identification.

Vous intéressez-vous à d'autres bactéries des grands fonds ?

La bactérie *Vibrio diabolicus* présente également un fort potentiel dans les domaines de la cosmétique et de la santé. Son génome a été séquencé et le clonage de groupes d'EPS de biosynthèse chez *Escherichia coli* a fait l'objet d'une thèse. Ces travaux ouvrent la voie à une production biotechnologique de cet EPS qui est un analogue de l'acide hyaluronique, largement utilisé en cosmétique.

Notre souchothèque n'a pas encore révélé tous ses trésors et promet encore de belles découvertes !



RESSOURCES ET ÉCOSYSTÈMES DES GRANDS FONDS OCÉANIQUES

L'exploration des sources hydrothermales

Les avancées technologiques et l'arrivée des sous-marins d'exploration, au début des années 1960, ont permis l'acquisition de connaissances fondamentales sur le fonctionnement de l'océan profond, avec notamment la découverte de vie en l'absence de lumière grâce à la chimiosynthèse. Les explorations scientifiques ont depuis identifié différents types d'environnements, de ressources minérales ou biologiques qui suscitent un intérêt croissant, dans un contexte lié à la raréfaction des ressources continentales, aux changements climatiques et aux impacts anthropiques.

Situées à des grandes profondeurs, les sources hydrothermales sont associées à des écosystèmes particuliers dont le fonctionnement reste encore peu connu. Le développement potentiel des activités d'exploitation de ces ressources relance les activités d'exploration et nécessite de se poser, en amont, la question de leur impact sur les écosystèmes. C'est le cas des écosystèmes liés à la circulation de fluides.

De nouvelles minéralisations hydrothermales

Trois campagnes dédiées à l'exploration de la zone économique exclusive (ZEE) de Wallis et Futuna (Futuna 2010, 2011 et 2012) ont mis en lumière une zone active hydrothermale très étendue, notamment grâce à une approche systématique de mesures chimiques et physiques dans la colonne d'eau. Les résultats de ces analyses, publiés en 2016, ont mis en lumière une diversité chimique exceptionnelle. Ces observations montrent l'importance des zones volcaniques liées à l'enfoncement des plaques, au même titre que les zones de dorsale, dans la circulation hydrothermale et pour les cycles biogéochimiques globaux.

Ces travaux d'exploration ont aussi identifié de nombreuses zones hydrothermales actives et fossiles et découvert un nouveau type de minéralisation hydrothermale jusqu'alors inconnu dans les océans. Ces minéralisations à base de manganèse, localisées dans la ZEE française des îles Wallis et Futuna, présentent des enrichissements anormaux en nickel, cobalt et cuivre équivalents à ceux connus pour les nodules polymétalliques et dépassant même les concentrations enregistrées dans les encroûtements ferromanganésifères. Les travaux menés sur ces dépôts conduisent à réévaluer l'importance des processus hydrothermaux de basse température dans le transfert des métaux de la lithosphère à l'hydrosphère et demandent à repenser totalement les schémas « classiques » d'identification des dépôts fer-manganèse océaniques.

KONN C. *et al.*, 2016. *Deep-Sea Research*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2016.07.012>



Comprendre le fonctionnement des écosystèmes hydrothermaux

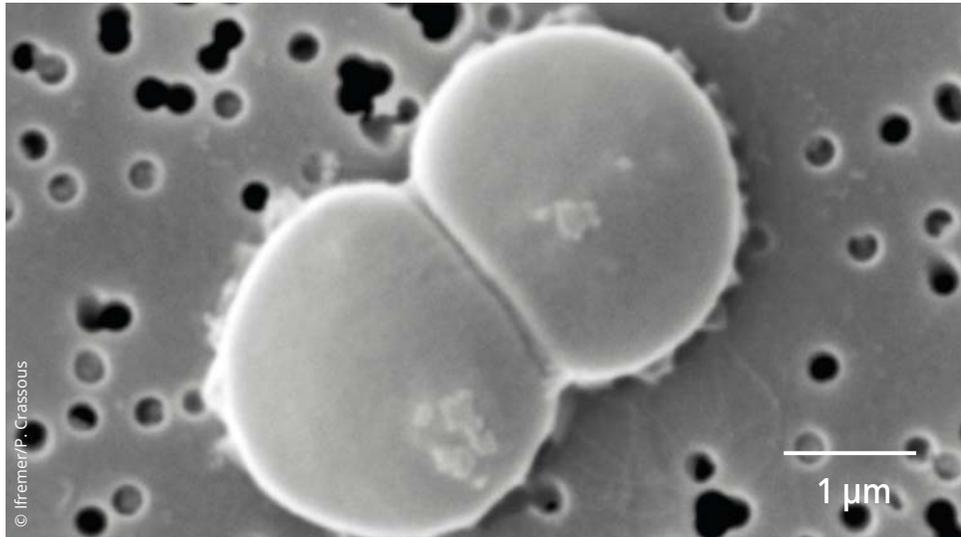
Si l'on commence à bien connaître les différentes composantes des écosystèmes hydrothermaux, au sens du biotope et de la faune, le rôle et le succès des espèces dominantes de ces écosystèmes sont encore mal compris.

Rimicaris exoculata appartient à une famille de crevettes inféodées aux environnements chimio-synthétiques à travers le monde, les Alvinocarididés. Cette crevette colonise les sites de la dorsale médio-atlantique entre 1 700 et 4 000 mètres de profondeur. C'est l'un des organismes les plus étudiés de ces habitats profonds particuliers. De nombreuses questions persistent quant à sa biologie. Ainsi, en dépit des nombreux spécimens obtenus depuis 1986, date à laquelle cette espèce fut décrite pour la première fois, son cycle de vie et ses premiers stades de développement larvaire restent très mal connus. Une description morphologique fine des larves de quatre espèces de cette famille, incluant l'espèce *R. exoculata*, a été réalisée juste après l'éclosion de leurs œufs. Par comparaison avec les caractéristiques larvaires d'autres familles de crevettes de l'environnement profond, certains traits biologiques larvaires, importants pour la dispersion de l'espèce, ont été mis en évidence. En effet, les larves des quatre espèces étudiées présentent toutes la même combinaison de traits indiquant un développement larvaire de longue durée avec, pour sa phase initiale, une larve qui ne se nourrit pas de plancton mais à partir de ses propres réserves. Cette combinaison originale de traits n'est actuellement

connue chez aucune autre famille de crevettes du milieu profond. Elle pourrait représenter une caractéristique évolutive-clé des Alvinocarididés, permettant d'assurer leur dispersion à l'état larvaire et leur maintien au niveau des habitats chimio-synthétiques en milieu profond.

La modiole *Bathymodiolus azoricus* est une autre espèce emblématique des grands fonds. C'est l'espèce dominante des sites actifs du champ hydrothermal Lucky Strike, sur la dorsale médio-atlantique. Ce mollusque bivalve domine la biomasse et joue probablement un rôle fondamental dans le fonctionnement de l'écosystème. Les données acquises au cours des campagnes océanographiques (notamment lors des campagnes Exomar 2005, Momareto 2006, Momarsat 2011 et 2014) ont permis, grâce à des analyses statistiques originales, de caractériser la niche thermique des soixante-dix espèces retrouvées dans les assemblages faunistiques de l'édifice « tour Eiffel ». La biomasse et la densité de l'espèce *B. azoricus*, et de sa faune associée, ont été comparées entre différents échantillons afin de comprendre leur répartition en fonction des conditions environnementales : les modioles fournissent jusqu'à 90 % de la biomasse, prouvant ainsi son rôle d'espèce fondatrice pour *B. azoricus* ; leur distribution spatiale est fonction de leur taille. Cette étude confirme un changement graduel de la structure des communautés, le long de la zone de mélange entre l'eau de mer et le fluide hydrothermal. L'analyse révèle les limites de température dans lesquelles les espèces sont observées, précisant les taxons qui partagent la même niche thermique. L'étude fournit ainsi les bases d'un futur modèle écosystémique.

HERNANDEZ-AVILA I. *et al.*, 2015. *Plos One*. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0144657>
 HUSSON B. *et al.*, 2017. *Deep-Sea Research Part II*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.05.028>



Archaea, *Pyrococcus abyssi*, cellule en division, microscopie électronique à balayage

Près des sources hydrothermales, l'Institut Pasteur et l'Ifremer découvrent une connexion évolutive entre transcription et réplication de l'ADN

La réplication de l'ADN est un mécanisme conservé à travers tous les domaines du vivant. Les ADN polymérases en constituent l'un des acteurs clés. Ces enzymes interviennent dans la réplication et la réparation de l'ADN. Les ARN polymérases sont quant à elles impliquées dans la synthèse de l'ARN.

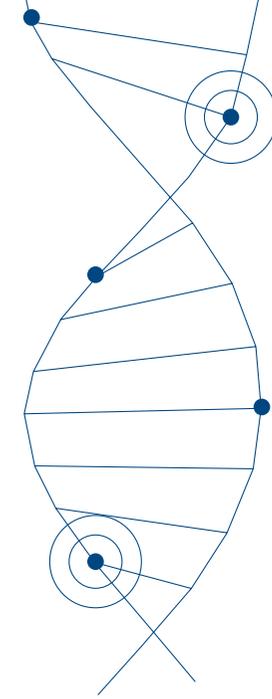
La découverte de la famille D des ADN polymérases (Pol D) a lieu en 1997 au Japon avec l'identification d'une ADN polymérase chez les *Archaea* (micro-organismes unicellulaires différents des bactéries). Classée

comme nouvelle famille d'ADN polymérase (famille D), Pol D fit l'objet de nombreuses caractérisations biochimiques par des équipes internationales dont l'UMR LM2E (laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes, Ifremer-CNRS-UBO).

À l'instar de toutes les ADN polymérases isolées de micro-organismes vivant à haute température, cette molécule représente une cible inédite pour des applications en biotechnologie. Les séquences géniques de Pol D de l'espèce modèle d'*Archaea* hydrothermale hyperthermophile (*Pyrococcus abyssi*) et ses propriétés fonctionnelles potentiellement valorisables ont ainsi fait l'objet d'un dépôt de brevet par l'Ifremer (2000-2011). Bien que cette enzyme ne figure pas encore aux catalogues d'outils moléculaires, l'UMR LM2E a démontré que Pol D s'avérait active dans l'amplification de l'ADN.

Grâce à la persévérance de nombreux chercheurs et au développement des plateformes de cristallisation haut-débit, la structure par diffraction aux rayons X des deux sous-unités de Pol D à haute résolution a été obtenue en 2016 à l'Institut Pasteur. De manière étonnante, l'architecture du cœur catalytique de la grande sous-unité est semblable à celle des ARN polymérases. Ces résultats démontrent, pour la première fois, une connexion évidente entre le monde ARN et le monde ADN avec une enzyme, ADN polymérase d'*Archaea*, témoin évolutif de la polymérisation des acides nucléiques.

SAUGUET L. et al. 2016. *Nature Communications*. <http://www.nature.com/articles/ncomms12227> doi:10.1038/ncomms12227



Le canyon du Croisic par 835 mètres de profondeur dans le golfe de Gascogne



© Ifremer - Vicor 6000/Campagne BobEco



Charriage des sédiments issus de l'érosion glaciaire par le Var, à soixante-dix kilomètres de son embouchure en mer Méditerranée

Macro-déchets d'origine humaine dans les canyons sous-marins du golfe de Gascogne

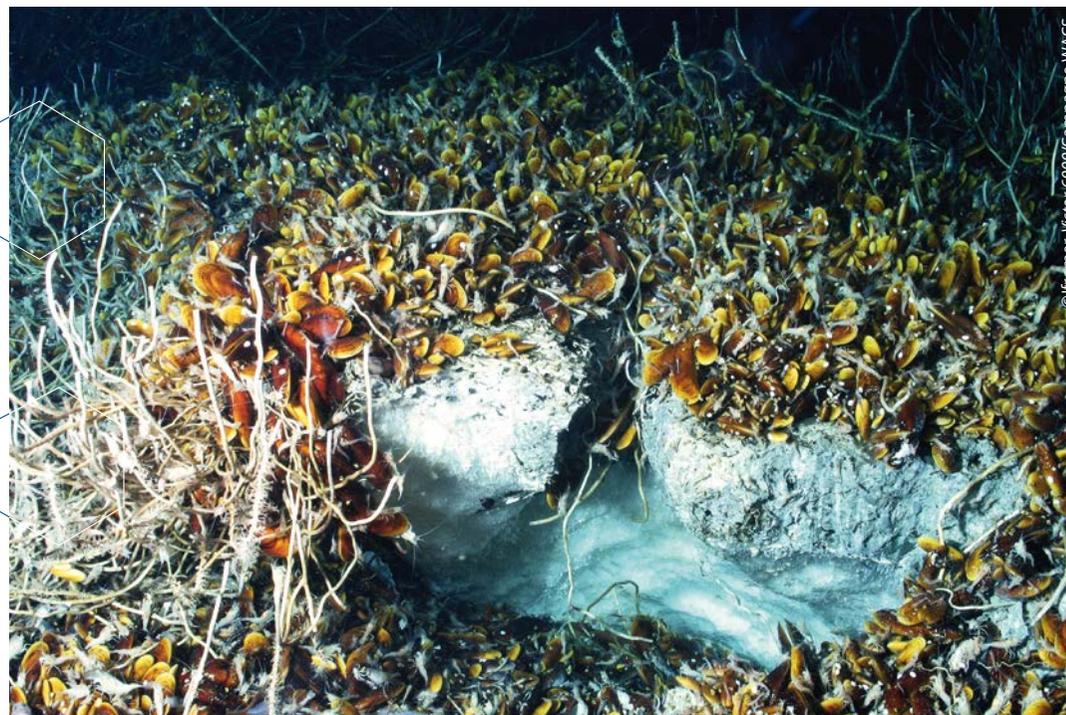
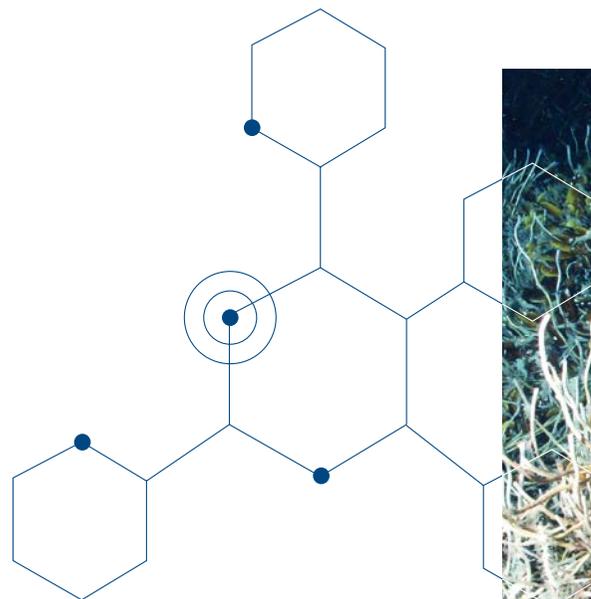
L'accumulation des déchets ne concerne pas seulement les plages. Des débris de toutes sortes se retrouvent également dans les grands fonds marins. Au cours des campagnes océanographiques BobGeo et BobEco, quinze canyons sous-marins du golfe de Gascogne ont été explorés par le robot téléopéré *Victor 6000* ou la caméra tractée *Scampi*. Un relevé systématique des macro-déchets d'origine humaine sur les images prises par ces deux engins révèle qu'aucun canyon n'en est exempt et que ces déchets se retrouvent à toutes les profondeurs explorées, comprises entre 200 et 2 000 m. Les résultats d'une publication parue en 2016 ont montré que les plastiques étaient très fréquents, représentant 40 % de ces déchets ; les filets et lignes de pêche, les câbles et les cordages ainsi que les bouteilles en verre cumulent également 40 % des observations. Les sources de déchets les plus probables sont les navires de pêche, commerciaux ou de plaisance, ainsi que les apports continentaux. Ces déchets sont régulièrement piégés dans des zones rocheuses des canyons, mais également dans les récifs formés par des espèces de coraux d'eau froide. L'impact de ces déchets est cependant mal connu. Les filets sont responsables d'une pêche fantôme, tandis que de nombreuses bouteilles, câbles et cordages, servent de support à une faune fixée. La plus grande inconnue vient des déchets plastiques et des conséquences à long terme de leur dégradation en microplastiques susceptibles d'être ingérés par la faune et de contaminer les réseaux trophiques.

VAN DEN BELD, I.M.J. *et al.*, 2016. *Deep-Sea Research Part II*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.04.013>

La dynamique de l'érosion glaciaire des derniers 50 000 ans

La capacité des systèmes continentaux (bassins-versants, glaciers, fleuves, etc.) à transmettre les perturbations d'ordre climatique et les phénomènes d'érosion jusqu'aux bassins sédimentaires constitue un questionnement majeur de l'étude des transferts sédimentaires terre-mer. Cette question est complexe pour les périodes glaciaires : il est nécessaire de contraindre avec une précision extrême la stratigraphie des dépôts dans des environnements sédimentaires pour lesquels l'activité passée des fleuves est mal enregistrée à terre. L'étude haute-résolution des levées turbiditiques marines autorise une telle approche. Elle a été abordée au large du Var, système de référence reconnu. À cette fin, une approche couplée sédimentologie/géochimie a été réalisée sur des carottes longues et a examiné la dynamique des transferts terre-mer au cours des derniers 50 000 ans. Les résultats obtenus démontrent, de manière inédite, que les bassins océaniques ont la capacité d'enregistrer en continu les transferts terre-mer avec une résolution millénaire et que la variabilité climatique rapide affecte directement l'érosion continentale et les transferts sédimentaires. Les outils géochimiques ont souligné qu'un faible pourcentage du bassin-versant, couvert par les glaciers jusqu'au début de l'interglaciaire actuel, expliquait à lui seul la majorité de la dynamique observée et que les flux sédimentaires en période glaciaire étaient 2,5 fois supérieurs à ceux observés aujourd'hui. Ce résultat quantifié démontre plus largement l'importance de l'érosion glaciaire vis-à-vis de l'érosion fluviale et répond en partie au débat focalisé sur les relations érosion-climat (via le piégeage du CO₂) aux échelles de temps longues. Enfin, un modèle conceptuel de réactivité des systèmes (en fonction de leur taille) a été proposé sur la base des résultats obtenus au laboratoire.

BONNEAU L. *et al.*, 2017. *Earth and Planetary Science Letters*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2016.11.004>



Hydrates de gaz observés par 3 800 mètres de profondeur

Les processus de diffusion du méthane

Plusieurs études récentes ont soulevé la question du lien possible entre la décomposition des hydrates de gaz (molécules de gaz entourées par un réseau de molécules d'eau disposées en cage) - et des hydrates de méthane en particulier - et les changements climatiques passés. Pour mener de telles études, il est essentiel, dans un premier temps, de caractériser la dynamique des systèmes d'hydrates de gaz au cours des processus géologiques et sédimentaires naturels (circulation de gaz, déformation sédimentaire, glissements de pente sous-marine). Ceci est habituellement traité par une analyse verticale unidimensionnelle de la réduction des sulfates couplée à l'oxydation anaérobie du méthane au sein des couches sédimentaires.

À Ifremer, une étude de la réduction des sulfates couplée à l'oxydation du méthane a été traitée en tant que problème bidimensionnel (directions horizontale et verticale) en considérant les processus d'advection et de diffusion qui régissent le transport de soluté (méthane et sulfate). Ceci a été appliqué à une structure de dépression (*pockmark*) située à 1 100 mètres de profondeur d'eau dans le delta profond du Niger, où l'on soupçonnait la présence d'une advection latérale du méthane à travers des couches de turbidité perméables. L'équipe scientifique a ainsi montré, en analysant les données acquises le long de plusieurs forages réalisés lors d'une campagne à la mer et après modélisation numérique, que seule une approche bidimensionnelle était capable de décrire avec précision la dynamique passée d'un

tel système naturel complexe. Ainsi, la zone de transition sulfate-méthane ne doit pas être considérée comme une barrière à la circulation du sulfate dissous et du méthane. Une telle modélisation est en outre capable d'évaluer les courtes variations temporelles des processus de transport du méthane, essentielles pour estimer l'impact des changements externes globaux sur la stabilité des hydrates de gaz et des structures sédimentaires associées.

SULTAN N. *et al.*, 2016. *Scientific Reports*.
<https://www.nature.com/articles/srep26701>

INTERVIEW



Pierre-Yves LE GAC

INGÉNIEUR AU LABORATOIRE COMPORTEMENT DES STRUCTURES EN MER

Quels sont les avantages de l'utilisation de polymères en milieu marin ?

Les polymères, plus communément appelés plastiques, sont largement utilisés dans la vie courante en raison de leurs multiples propriétés. En milieu marin, ces matériaux ne se corrodent pas et possèdent des propriétés isolantes intéressantes d'un point de vue thermique et électrique. Leur forte utilisation s'explique également par l'allègement des structures : les polymères possèdent des densités bien plus faibles que celles, par exemple, des métaux. Ces matériaux sont présents dans de nombreuses applications marines telles que les énergies marines renouvelables, l'exploitation pétrolière et gazière, les sous-marins, etc.

Quelles sont leurs limites d'utilisation ?

La limitation principale à l'utilisation des polymères est leur durabilité en milieu marin. En effet, les polymères vieillissent sous l'effet de l'environnement (pression, eau de mer), ce qui conduit à une perte de leurs propriétés au cours du temps. De plus, en milieu marin, il est impératif de disposer de structures fiables sur de longues périodes (vingt ans typiquement), en raison des difficultés de maintenance. En cas de défaillance, les conséquences humaines, environnementales et économiques peuvent être nombreuses et lourdes. Afin d'assurer la pérennité des objets et structures utilisés en mer, il est indispensable d'évaluer le comportement à long terme des polymères.

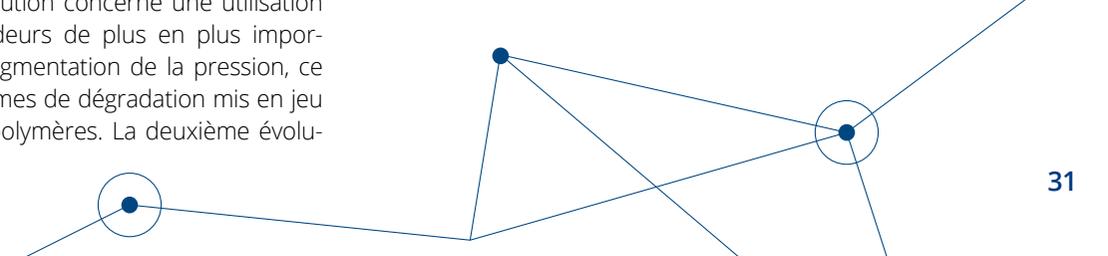
Comment évaluer la durabilité des polymères ?

La durabilité des matériaux polymères est une des principales thématiques de recherche du laboratoire Comportement des structures en mer. Les polymères sont soumis à des vieillissements accélérés afin de réduire les durées d'exposition (de vingt ans à un ou deux ans). Cela est possible grâce aux moyens spécifiques développés au laboratoire tels que des caissons hyperbares de vieillissement. Ces polymères sont ainsi soumis à des sollicitations mécaniques répétées, le couplage fatigue mécanique-vieillessement induit par l'environnement est quantifié. Dans un second temps, il s'agit de comprendre la nature de la dégradation et plus particulièrement les réactions chimiques ainsi que les phénomènes physiques mis en jeu, afin de pouvoir prédire la perte de propriétés au cours du temps. La compréhension des mécanismes de vieillissement ainsi que les méthodes de prédiction se font dans le cadre de projets de recherche en partenariat avec des grands groupes (Total, EDF, DCNS) ou des PME, et également via des projets de recherche ANR ou H2020.

Quelles seront les évolutions dans les années futures ?

Les matériaux et leurs applications marines sont en constante progression. La première évolution concerne une utilisation des structures à des profondeurs de plus en plus importantes. Cela conduit à une augmentation de la pression, ce qui peut modifier les mécanismes de dégradation mis en jeu et donc la durée de vie des polymères. La deuxième évolu-

tion est principalement liée au développement de nouvelles applications telles que les énergies marines renouvelables. La dernière évolution porte sur une diminution de l'empreinte énergétique de l'utilisation des polymères en milieu marin par une adéquation optimale entre la durée de vie effective des polymères et la durée de service de la structure sur laquelle ils sont utilisés. Le développement de nouveaux polymères bio-sourcés (avec des fibres végétales par exemple) entre dans ce cadre. Les connaissances du laboratoire relatives à la dégradation des polymères représentent par ailleurs un atout considérable pour la compréhension de la formation des microplastiques, un sujet majeur des années à venir, en particulier dans le cadre du projet Merlin Microplastiques.





© Ifremer/M. Gouillou

INFRASTRUCTURES MARINES ET NUMÉRIQUES

Historiquement engagé dans les activités inhérentes aux infrastructures de recherche en sciences marines comme la Flotte océanographique française (TGIR FOF), l'Ifremer accompagne naturellement la stratégie de structuration et de labellisation menée par le ministère chargé de la Recherche, en matière d'infrastructures de recherche. L'organisation s'appuie principalement sur des équipes d'ingénierie et de technologie, à la fois capables d'entendre et de synthétiser les besoins exprimés par les utilisateurs scientifiques, de mener à bien des projets technologiques d'amélioration ou de jouvence des équipements constituant les infrastructures et d'opérer efficacement ces mêmes infrastructures au bénéfice de la communauté scientifique.

Les ingénieurs et techniciens affectés aux activités d'infrastructures de recherche sont principalement organisés en unités « technologiques » avec des objectifs et des missions ciblant les infrastructures.

La très grande infrastructure de recherche (TGIR) Flotte océanographique française

Après une année 2015 marquée par la présence de *L'Atalante* dans le Pacifique, l'année 2016 a été caractérisée par une forte activité des navires hauturiers : *L'Atalante* était présent en Atlantique et en Méditerranée, tandis que le *Pourquoi pas ?* réalisait deux incursions dans l'océan Indien.

L'année 2016 a également été marquée par la visite du secrétaire d'État chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche en mars à bord de *L'Atalante* à Brest, visite à l'occasion de laquelle une nouvelle étape de l'intégration de la TGIR Flotte a été lancée à travers la remise d'une lettre de mission confiée à François JACQ.

Enfin, 2016 a vu se concrétiser des étapes importantes de développement du HROV *Ariane*, de la nouvelle sismique et le lancement de la modernisation de *Thalassa*.

Modernisation du navire océanographique *Thalassa*

L'objectif de ce projet est d'élargir l'éventail de missions de *Thalassa* au-delà de l'halieutique et de l'océanographie physique. Pour cela, le navire sera doté d'équipements permettant de conduire pleinement des missions dans le domaine des géosciences ou de l'environnement : sondeurs multifaisceaux bathymétriques petits et grands fonds, sondeur de sédiment, équipements de carottage (quinze mètres minimum) et équipements de sismique.

Le financement (16,1 millions d'euros) est porté par trois conventions : l'une avec l'ANR et les deux autres avec la région Bretagne (Feder et co-financement régional). Différents appels d'offres ont été lancés, le plus important en juin 2016 suivant une procédure concurrentielle négociée. La société Piriou Naval Services (Concarneau) a été retenue pour la réalisation des travaux.

En parallèle, l'optimisation du périmètre de la flotte a été recherchée, s'appuyant sur une réflexion menée en 2014, relative à l'évolution de l'activité de l'Ifremer dans le cadre européen de la collecte de données halieutiques (DCF) ; ainsi la campagne CGFS (campagne européenne d'évaluation des ressources marines vivantes en Manche) est désormais réalisée sur *Thalassa*. Il a été décidé d'arrêter le *Gwen Drez* qui a été déconstruit à Brest en mai 2016. Le *Suroît* (quarante et un ans) a par ailleurs été mis en vente.

Jouvence des équipements de sismique

L'objectif du projet de jouvence est de moderniser et d'augmenter la capacité des équipements sismiques pour mettre à la disposition de la communauté scientifique deux équipements principaux s'appuyant sur la technologie de flûtes sismiques solides : SIS 1 (dispositif 2D comprenant une flûte sismique de 6 000 mètres de long) et SIS 2 (un dispositif 3D comprenant deux flûtes sismiques de 600 mètres de long).

Le projet, lancé en 2014, est organisé en cinq étapes afin de réaliser progressivement la mise au point des nouveaux équipements. L'année 2015 a été marquée par la finalisation des deux premières étapes du projet (mise au point de l'équipement SIS 2 avec une flûte de 600 mètres et de l'équipement SIS 1 avec une flûte de 4 500 mètres). Les équipements ont été mis en œuvre en 2015 et 2016 au cours des campagnes scientifiques Ghass, Tecta, Pamela-Moz4, Pamela-Moz3-5, Antithesis et Caseis.

La poursuite de la mise au point de l'équipement SIS 2 a été effectuée en 2016, avec des essais de validation de la configuration 3D en septembre. Les deux dernières étapes du projet (modernisation de la source sismique SIS 1 et allongement de la flûte sismique SIS 1 à 6 000 mètres) ont débuté en 2016 et se termineront en 2017 avec une phase d'intégration et les essais en mer.



Déploiement de l'équipement sismique SIS 2 sur L'Atalante

Arrêt technique du ROV *Victor 6000*

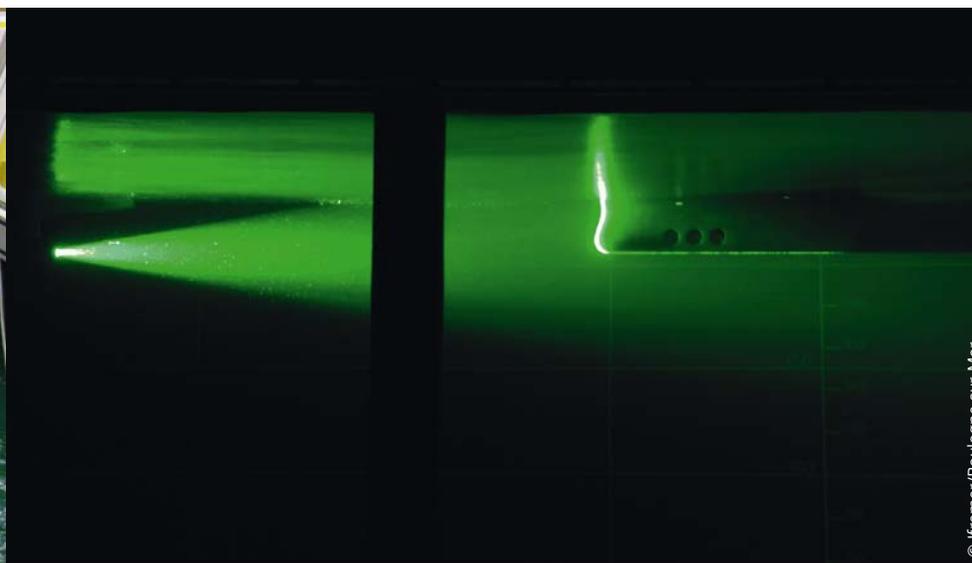
Le ROV *Victor 6000* a bénéficié d'un arrêt technique de trois mois en 2016. Outre la maintenance classique, la nouvelle chaîne d'électronique de puissance a été implantée au cœur du système propulsif de l'engin. Un nouvel appareil photo

vertical Otus2 et un nouveau système d'enregistrement des données et des vidéos ont été mis en place. L'ensemble de ces modifications a fait l'objet de la campagne EssROV16, qui a eu lieu du 1er au 15 août au large de Brest. Après

d'ultimes mises au point, lors du transit vers les Açores, le ROV *Victor 6000* a été déployé avec succès lors de la mission scientifique MoMarsat sur des sites hydrothermaux et l'observatoire EMSO-Açores.



© Ifremer/Boulogne-sur-Mer



© Ifremer/Boulogne-sur-Mer

Dispositif expérimental utilisé pour l'étude du phénomène de bullage sur la maquette au 1/30 du Pourquoi pas ?

Les bulles produites autour de la carène des navires scientifiques

Les développements portent également sur l'amélioration des capteurs des navires.

Le projet Bulles navires a pour objectif d'étudier le phénomène de bullage autour des navires océanographiques. Une meilleure connaissance de ce phénomène est primordiale, car il entraîne une aération du milieu et par conséquent une dégradation des performances des équipements acoustiques.

Dans un premier temps, une analyse fine des conditions d'apparition de la perturbation des signaux acoustiques a été réalisée à partir de bases de données issues des navires de l'Ifremer (*Pourquoi pas ?* et *Thalassa*). Cette analyse a déterminé les conditions d'état de la mer et de marche du navire pour lesquelles des perturbations des mesures acoustiques sont constatées.

Un dispositif expérimental original, permettant de reproduire les conditions d'apparition du phénomène de bullage, a ensuite été développé

pour reproduire et caractériser les effets d'interaction entre le navire et la houle. La modélisation physique du phénomène d'aération du milieu, dans le bassin à houle et à courants de l'Ifremer met en œuvre l'ensemble des équipements lourds de l'infrastructure d'essais. L'objectif est de simuler la vitesse du navire (par la génération du courant), les états de la mer (à l'aide du générateur de houle) et la reproduction des mouvements du navire (à l'aide du générateur de mouvements à six degrés de liberté et des systèmes de mesures optiques lasers, systèmes PIV (*Particle Image Velocimeter*) et LDV (*Laser Doppler Velocimeter*). Des essais systématiques ont été réalisés sur différentes maquettes (*Pourquoi pas ?*, *Thalassa*, étrave inversée, projet de navire multi-missions). Les résultats obtenus caractérisent la dynamique des nuages de bulles et proposent des améliorations de forme d'étrave pour limiter l'apparition du phénomène. Une première application industrielle a été menée en collaboration avec les chantiers Piriou. Ces travaux ont fait l'objet de publications dans la revue *Ocean Engineering*.

DELACROIX S. et al., 2016. *Ocean Engineering*
<http://dx.doi.org/10.1016/j.oceaneng.2016.05.008>

Deux exemples de campagnes océanographiques

MoMarsat (Açores)

La campagne MoMarsat s'est déroulée en septembre 2016 à bord de *L'Atalante* aux Açores dans la zone économique exclusive du Portugal.

Co-dirigée par l'Ifremer et l'Institut de physique de globe de Paris (IPGP), cette campagne vise à maintenir l'observatoire EMSO-Açores sur un champ hydrothermal, Lucky Strike. Cet observatoire de fond de mer est opéré depuis 2010 et contribue à acquérir des séries temporelles d'au moins dix ans afin de comprendre les processus hydrothermaux, tectoniques, volcaniques et les écosystèmes d'un site hydrothermal actif de la dorsale médio-atlantique.

Le dispositif comporte une infrastructure d'observatoire au sens strict : une bouée (Borel) assurant le transfert des données vers un serveur à terre ainsi que la communication avec les instruments connectés, et deux boîtes de jonction (Seamon) au fond, qui communiquent par acoustique avec la bouée de surface et sur lesquelles sont branchés les instruments (OBS, caméra, modules de colonisation, capteurs géochimiques).

La campagne 2016 a vu l'augmentation de la capacité de mesure de l'observatoire en remplaçant le cœur électronique des deux stations par un système plus performant (Costof2) et en intégrant de nouveaux capteurs (réseau de quatre hydrophones et des capteurs géochimiques). Les données transmises par satellite sont immédiatement

disponibles sur un serveur EMSO (<http://www.emso-fr.org/EMSO-France>). Le dispositif comprend en outre des instruments autonomes, qui stockent les données en interne. Des mesures *in situ* ainsi que des prélèvements de fluides et d'échantillons biologiques sont effectués pour compléter le jeu de paramètres et intégrer une composante spatiale lors de chaque maintenance.

Le projet d'observatoire sous-marin de la région des Açores est une des composantes des programmes européens FixO3 (*Fixed point Open Ocean Observatory network*) et EMSO, soutenu en France par l'infrastructure de recherche EMSO-France) dont le pilotage est assuré par une collaboration CNRS-Ifremer).

Plusieurs instituts de recherche font partie intégrante du projet : l'IPGP et l'Ifremer qui conduisent les missions MoMarsat, mais aussi l'université des Açores, l'université de Lisbonne, l'université de Brême, et plusieurs laboratoires français rattachés au CNRS (INSU et INEE) : l'IUEM/UBO, l'OMP-GET, le LOPS et l'UPMC/Locean.

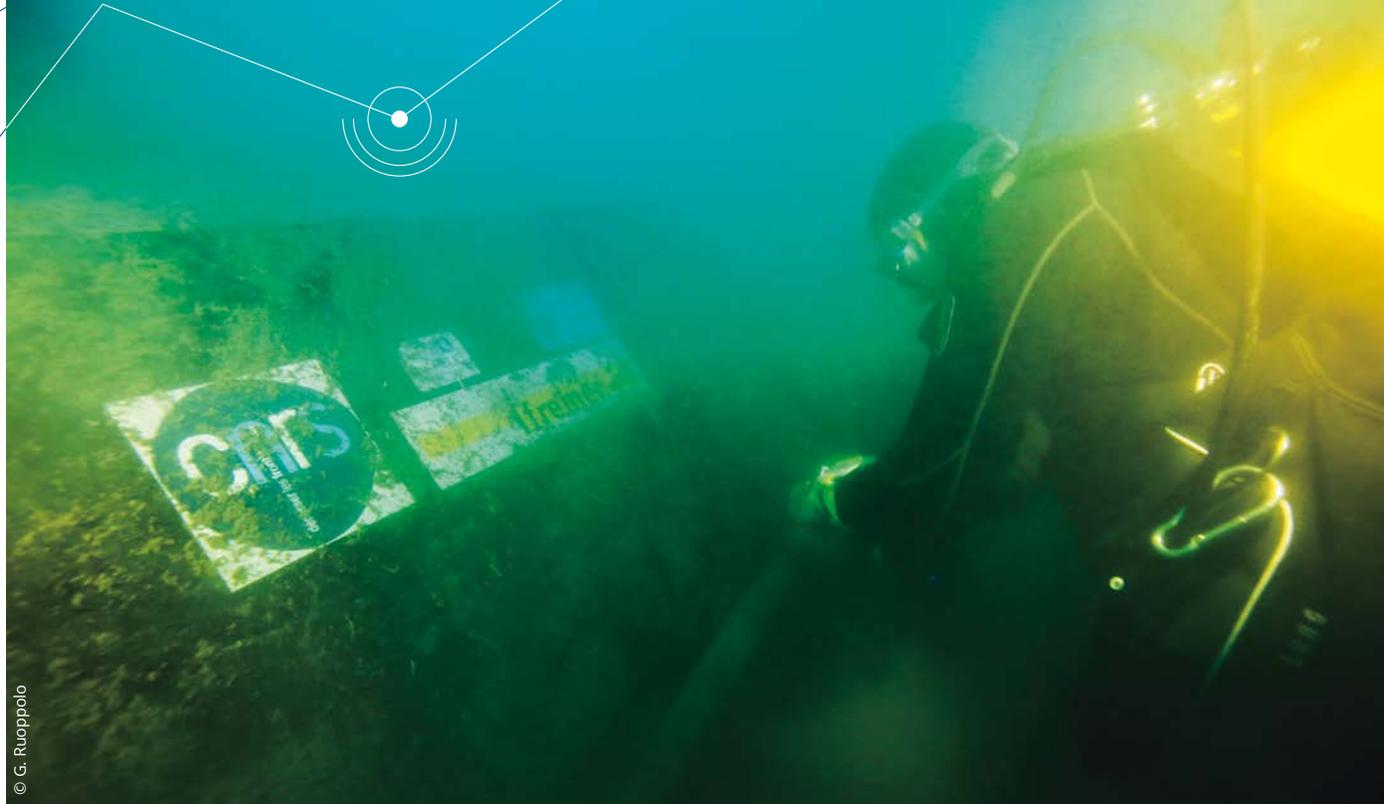
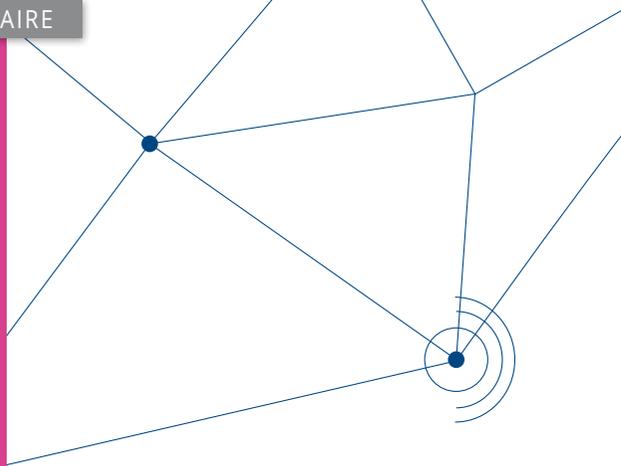
Caseis (Antilles)

La campagne Caseis, dirigée par l'IPGP, vise à retrouver les traces des grands séismes de l'arc antillais (dont celui de 1843) et à mieux contraindre le cycle sismique de la zone de subduction à partir d'une étude de paléo-sismologie sous-marine fondée sur l'enregistrement sédimentaire des turbidités/

homogénites. Avec le soutien de l'Ifremer, qui a développé et mis en œuvre le logiciel Cinema d'amélioration du carottage et qui a géré l'instrumentation développée en partenariat avec l'INSU et l'IPEV, le nouveau carottier du *Pourquoi pas ?* a été opéré avec une masse maximale de huit tonnes et une longueur de 36 mètres. Il est équipé d'un dispositif de largage du train de tubes qui permet la récupération du carottier lorsque l'effort d'arrachement est supérieur aux capacités de l'installation. Trente-quatre opérations de carottage ont été effectuées à des profondeurs allant de 1 111 à 6 898 mètres. La longueur totale de carottes prélevées est de 506 m. Le taux de récupération est tout à fait correct compte tenu de la nature des sites carottés avec une moyenne de l'ordre de 75 %.



Observatoire EMSO-Açores : installation par le ROV Victor 6000 d'un capteur de chlorinité dans un fumeur actif à 1 700 mètres de profondeur



© G. Ruoppolo

Connexion des instruments sur l'une des stations sous-marines de l'observatoire EMSO de Nice

L'infrastructure de recherche (IR) EMSO

Le consortium européen d'infrastructure de recherche (ÉRIC) EMSO (*European Multi-disciplinary Sea Observatory*), dont la France est membre fondateur, a été promulgué le 29 septembre 2016. Les démarches d'immatriculation de l'entité juridique en tant qu'entreprise ont été menées à bien. Le CNRS et l'Ifremer assurent la contribution française et sa gouvernance au sein d'EMSO-France. Les observatoires principaux pour l'Ifremer sont EMSO-Açores et EMSO-Ligure avec l'observatoire câblé EMSO-Nice sur la pente de l'aéroport, le mouillage Dyfamed et le point de branche-

ment BJS sur le site Antares. Un observatoire câblé d'essai est installé à proximité de l'île de Molène dans le parc marin d'Iroise.

En septembre 2016, EMSO-France (<http://www.emso-fr.org/EMSO-France>) a mis en service l'observatoire câblé EMSO-Nice conçu par l'Ifremer, implanté dans une zone reconnue comme un laboratoire naturel pour l'étude des phénomènes de glissements sous-marins. Les chercheurs ont désormais accès aux mesures et aux réglages de leurs instruments en direct par internet. Grâce à cette connexion en temps réel, l'un des instruments est intégré dans le réseau français de sismologie et de géodésie (Resif).

L'année 2016 a aussi été marquée par l'arrivée à maturité du nouveau système électronique des observatoires (Costof2) qui a fait l'objet d'un contrat de licence avec l'entreprise française RTSYS. Il sera implanté sur des observatoires français et diffusé au niveau européen dans le cadre d'EMSO. Deux observatoires Costof2 ont ainsi élargi la diversité des instruments déployés en fond de mer sur le site Lucky Strike de l'observatoire EMSO-Açores par la campagne MoMarsat.

Dans le cadre du projet H2020 Emsodev, un projet financé par la Commission européenne pour soutenir l'ÉRIC EMSO, l'Ifremer a développé EMSO *Generic Instrumentation*

Module (EGIM). Ce composant-clé équipera les nœuds EMSO à travers l'Europe, observatoires câblés, observatoires autonomes et mouillages, afin de fournir des mesures homogènes acquises selon des méthodes communes. L'EGIM est conçu autour du Costof2. Il comporte les capteurs essentiels de surveillance de l'environnement : température, conductivité, pression, oxygène dissous, turbidité, courantomètre Doppler (ADCP) et hydrophone. Le premier module (EGIM) livré en septembre, est aujourd'hui déployé au large de Barcelone sur l'observatoire côtier espagnol Obsea.



© J.M. Auxière

Pourquoi pas ? de Ifremer à Reykjavik

Hommage au commandant Jean-Baptiste Charcot à l'occasion du 80^{ème} anniversaire de sa disparition

Pourquoi pas ?, propriété de Ifremer et Beautemps-Beaupré, propriété de l'État (Marine nationale), sont les fruits d'une coopération entre les ministères de la Défense et de la Recherche lancée en 1999, qui visait à remplacer trois navires anciens par deux navires mieux adaptés et plus utilisés. Le navire océanographique Pourquoi pas ? a repris le nom du dernier trois-mâts du commandant Charcot, qui a fait naufrage au large de l'Islande le 16 septembre 1936 au cours d'une campagne scientifique. Depuis juillet 2006, et la première campagne réalisée au profit du service hydrographique et océanographique de la Marine-SHOM (campagne Mouton), Pourquoi pas ? a effectué de nombreuses campagnes au profit de ce partenaire. La campagne Shoman 2016 a conduit le navire vers l'Islande. Lors de son escale à Reykjavik, l'équipage de Genavir et les personnels du SHOM ont participé aux cérémonies sur le site du naufrage, puis à un hommage officiel en présence du président de la république d'Islande et de la petite-fille du commandant Charcot.

Le financement région/CPER pour les IR/TGIR labellisés

Les contrats de plan État-Région (CPER) établis pour la période 2015-2020 apportent des contributions significatives aux infrastructures de recherche gérées par Ifremer.

La région Bretagne apporte ainsi son soutien aux projets suivants :

- le TGIR Euro-Argo, en finançant le déploiement opérationnel des nouveaux profileurs Provor Bio et Deep Arvor, capables respectivement de mesurer de nouveaux paramètres biogéochimiques et de plonger jusqu'à 2 000 mètres. Le CPER cofinance également des installations liées à l'implantation à Brest de l'ÉRIC Euro-Argo (structure européenne de l'IR).
- le pôle Océan Odatis, en finançant le projet Datarmor, infrastructure informatique de stockage/calcul/traitement pour les données marines. Odatis est l'une des quatre composantes du projet d'IR Pôles de données du système terre.
- le projet ROEC, qui s'inscrit dans l'IR I-LICO regroupant les systèmes d'observation automatisés en milieux côtiers.
- le projet Ijinmor, qui consolide les fonctions du bassin d'essais hydrodynamiques de Brest et s'inscrit dans le cadre du projet d'IR Theorem.

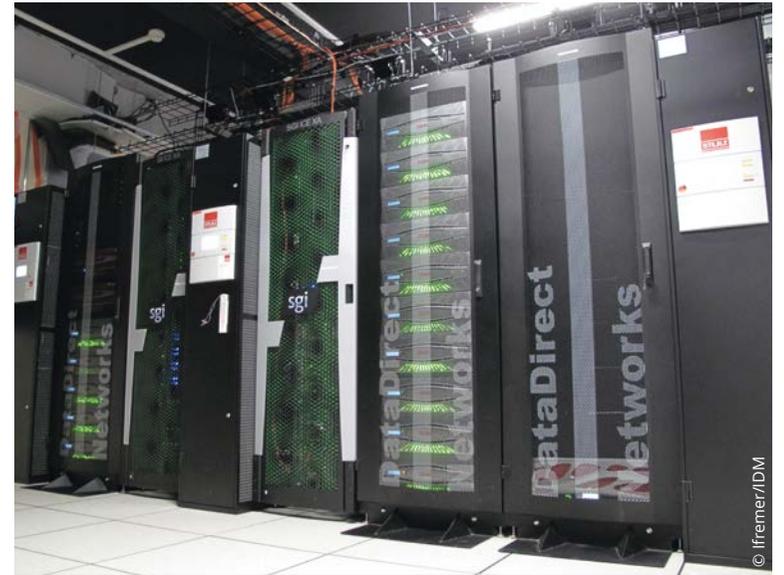
La région Hauts-de-France finance le projet Marco, qui a pour but de mettre en place une approche originale et innovante pour l'étude du milieu marin, de ses ressources

et de la qualité des produits aquatiques dans le cadre d'une dynamique régionale intégrant l'impact environnemental. Ce projet implique les équipes Ifremer du centre Manche-mer du Nord, spécialisées en halieutique et en environnement.

En région Nouvelle Aquitaine, un projet CPER concerne la station de La Tremblade de Ifremer et vise à réhabiliter ses infrastructures d'expérimentation consacrées aux mollusques marins, éclosérie expérimentale en particulier.

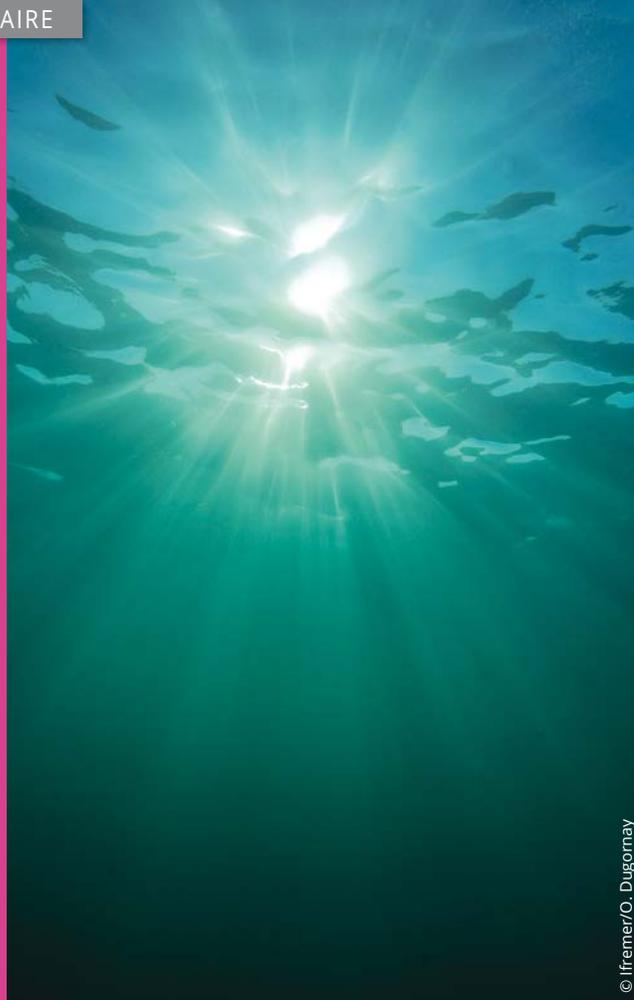
En région Provence Alpes Côte d'Azur, le projet d'AUV profond Coral est cofinancé par le CPER. Il vise à consolider les capacités d'exploration/cartographie profonde de la TGIR Flotte océanographique française.

La région Occitanie finance pour sa part le projet Celimer, auquel Ifremer participe par de nouvelles installations dédiées au littoral et à la mer.



© Ifremer/IDM

Le groupe de calcul et de stockage numérique Datarmor pour le traitement de données marines volumineuses



© Ifremer/O. Dugornay

Interopérabilité des données marines aux niveaux national, européen et international

L'observation à la mer est conduite par des équipes de nombreux organismes, dans le cadre de projets et de financements variés. Cette diversité permet de tirer parti de l'expertise de chaque équipe : thématique, régionale ou instrumentale. Cependant, dans ce contexte, les jeux de données produits sont souvent archivés par plusieurs centres, ce qui rend extrêmement difficiles les analyses scientifiques utilisant des collections de données : longues séries tem-

porelles, couvertures globales, co-localisation données *in situ* - données satellitaires ou couplage de différentes thématiques (hydrodynamique/biologie par exemple).

Afin de surmonter cette difficulté, plusieurs initiatives sont actuellement menées par l'institut, favorisant l'harmonisation de la gestion des données marines et l'interopérabilité entre centres, en France, en Europe et avec nos partenaires internationaux :

- en France, les quatre pôles de données du système terre et, en particulier, le pôle Océan Odatis coordonné par l'Ifremer. Dans le cadre de ces pôles, au plan technique, sont actuellement étudiées et mises en place des procédures communes : catalogues recensant et décrivant les jeux de données et leur contexte d'acquisition, vocabulaires communs identifiant de manière unique les données manipulées, formats, identification numérique de tout document (DOI)...
- le projet SeaDataCloud, projet H2020 coordonné par l'Ifremer et destiné à renforcer l'infrastructure de recherche SeaDataNet qui met en réseau plus de cent centres de données marines pan-européens. SeaDataCloud se propose d'utiliser les grandes infrastructures européennes de type *Cloud Computing and Storage* afin de renforcer la disponibilité et l'efficacité des services mis à disposition (découverte, téléchargement, accès distribués et visualisation) ainsi que leur temps de réponse. SeaDataCloud peut donc être considéré, pour les observations *in situ*, comme le prolongement européen du pôle Odatis. SeaDataCloud est l'une des composantes du cluster d'infrastructures européennes d'observation de la terre Envri+ ;
- le projet ODIP2, qui coordonne les initiatives techniques européennes, nord-américaines et australiennes en matière de gestion de données marines. Dans ce projet, l'Ifremer s'investit plus particulièrement sur les descriptions (catalogues, vocabulaires, formats, etc.) et échanges des données acquises lors des campagnes à la mer et sur les descriptions des observatoires autonomes ;

- la composante *in situ* du service marin de Copernicus (CMEMS), coordonnée par l'Ifremer, qui intègre, pour les besoins de prévision et de ré-analyse tant physique qu'écosystémique, des produits *in situ* sur l'océan global et les mers européennes. Ces données proviennent de plus de 7 500 plateformes, provenant de plus de quatre cents centres de traitement de données. Ces activités sont menées en coopération avec SeaDataCloud et EMODnet en respectant des standards définis aux échelles européenne et internationale ;



- EMODnet, *European Marine Observation and Data Network*, est une initiative de la DG Mare de la Commission européenne pour favoriser les inventaires de données marines, préparer des produits numériques de synthèse et développer l'accès à l'information pour les acteurs du domaine maritime, dans un cadre d'harmonisation des données à l'aide de standards intra- et inter-disciplinaires. Plus de cent organismes européens sont ainsi associés dans la mise en place de la diffusion des données, inter-opérables et libres d'usage. L'Ifremer est engagé dans de nombreuses thématiques : géologie, bathymétrie, physique, bio-géochimie, biologie et sur des éléments plus techniques comme le système d'ingestion de données.

Il s'agit d'établir et d'adopter un socle technique commun et normalisé, répondant aux préconisations des directives européennes en matière de gestion de données environnementales pouvant être mis en œuvre au-delà du cadre de ces projets et de protocoles d'entente avec Copernicus *Marine Environment Monitoring Services*, utilisation des services par EMODnet, etc.



Traçabilité des échantillons géologiques et biologiques

Si les données numériques collectées par les équipements des navires océanographiques de l'Ifremer sont de longue date bancarisées de façon pérenne, les opérations de collecte d'échantillons, en particulier géologiques ou biologiques, étaient encore souvent consignées manuellement (« cahier de quart »), suivant des méthodes propres à chaque équipe scientifique.

Afin de décrire de façon uniforme les opérations de prélèvement et d'échantillons obtenus, le logiciel SeaLog, développé par l'Ifremer, est désormais progressivement rendu disponible à bord des navires océanographiques de la TGIR FOF. Ce logiciel permet de recueillir la procédure d'échantillonnage (instrument, lieu géographique et date) et de décrire le devenir de l'échantillon à la sortie du bord (détendeur, conditionnement, étiquetage).

Dans le but de garantir la traçabilité des échantillons prélevés, les descriptions sont bancarisées dans la « base des campagnes » à l'issue de la campagne, et l'information sur leur destination finale est également enregistrée à l'aide du logiciel Archimède : carothèque, lithothèque, collections de l'unité Étude des écosystèmes profonds, Muséum national d'Histoire naturelle, etc. Ce logiciel, utilisé à terre, facilite la poursuite du travail en laboratoire ou dans les dépôts d'échantillons. Il a été développé dans le cadre d'un financement Carnot et propose les fonctionnalités suivantes : saisie et mise à jour de métadonnées (plongées, opérations de prélèvements et/ou mesures, échantillons), gestion en lithothèque (adresse de stockage, mouvements, sous-échantillonnage), visualisation et interrogation des opérations et des échantillons, import/export de métadonnées notamment vers les systèmes d'informations géographiques.



© Ifremer-G. Bourret/Campagn. WACS

Remontée du carottier multitubes, récupération des échantillons de sédiment à bord du Pourquoi pas ?

Mise en place d'une plateforme bio-informatique

La baisse du coût du séquençage à haut débit a ouvert la possibilité de l'exploration génomique dans de nombreux cas d'études biologiques, portant sur des domaines aussi variés que le métabolisme des cellules et des organismes, la biodiversité, la phylogénie, le fonctionnement des écosystèmes. De fait, de nombreuses équipes de l'Ifremer mettent désormais en œuvre régulièrement, voire au quotidien, les nouvelles technologies de séquençage génomique. Les projets Merlin, en premier lieu « Pourquoi pas les abysses ? », ont également renforcé ce besoin.

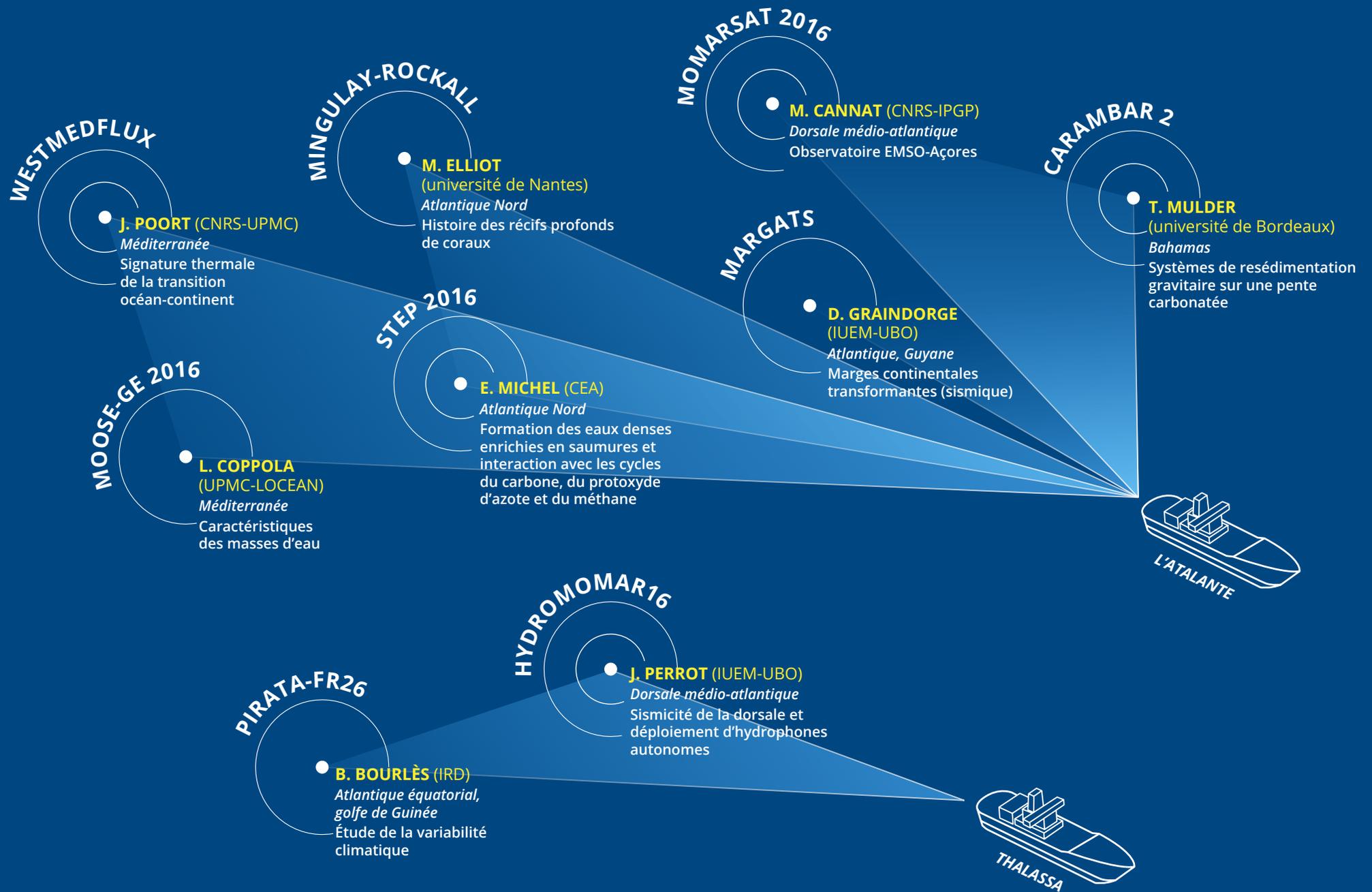
L'Ifremer s'inscrit dans la tendance mondiale qui voit un doublement des séquences disponibles tous les deux ans. Cela nécessite des moyens informatiques notables : disques pour stocker les données volumineuses ainsi produites, outils logiciels et capacités de traitement associées. Les outils logiciels d'analyse de séquences sont également variés : recherche et annotations de protéines à partir de la traduction de séquences connues, recherche d'homologie de séquences dans une

banque de données à partir d'une autre séquence (*Blast*), alignement de séquences pour retracer leur évolution génétique, recherche de motifs (*tags*) pour les caractériser, assemblage de génome, traitements statistiques et phylogénétiques.

Pour proposer cette palette d'outils et faciliter sa mise en œuvre par les équipes scientifiques, l'Ifremer s'est doté d'une plateforme bio-informatique chargée de la mise en place des outils, de leur maintien en condition opérationnelle et du support technique à leur utilisation. Actuellement animée par deux ingénieurs permanents, et accueillant régulièrement des apprentis en alternance, cette cellule permet une mutualisation des services proposés. Ces services reposent actuellement sur l'infrastructure de calcul Caparmor ; ils seront portés par Datarmor en 2017, afin d'offrir une capacité de stockage et de traitement notablement accrue.

La cellule bio-informatique se coordonne également avec les initiatives équivalentes d'autres organismes (plateforme Abims à Roscoff par exemple) pour partager les connaissances et optimiser les coûts de déploiement des outils et de formation.

FLOTTE HAUTURIÈRE - COMMISSION NATIONALE



317
JOURS

ANTITHESIS 3

B. MARCAILLOU
(université Antilles /Guyane)
Atlantique, Antilles
Déformation tectonique et sismogenèse
de la marge antillaise

ROVSMOOTH

M. CANNAT
(CNRS-IPGP)
Océan Indien
La lithosphère des dorsales
lentes et des transitions
continent-océan

DRADEM

C. BASILE
(université de Grenoble)
Atlantique
Cône sous-marin
de l'Orénoque

CASEIS

N. FEUILLET
(IPGB)
Atlantique, Antilles
Zone de subduction



FLOTTE HAUTURIÈRE - INTÉRÊT PUBLIC HAUTURIER

141
JOURS

IBTS 2016

Y. VÉRIN (Ifremer)
Manche-mer du Nord
Évaluation des ressources
halieutiques

PELGAS 2016

M. DORAY (Ifremer)
Golfe de Gascogne
Suivi des populations de
petits pélagiques exploités

LEVÉ-SMF

E. PELLETER (Ifremer)
Atlantique
Levés bathymétriques et
activité hydrothermale dans
la zone du permis français
pour les sulfures

CGFS 2016

M. TRAVERS-TROLET (Ifremer)
Manche
Évaluation de l'abondance
des stocks et de leur répartition,
associée à l'échantillonnage
des captures

EVHOE 2016

J.-P. LÉAUTÉ (Ifremer)
Mer Celtique,
golfe de Gascogne
Évaluation des ressources
halieutiques. Impact de la
pêche sur les peuplements



FLOTTE CÔTIÈRE - COMMISSION NATIONALE

BREBENT

A. CARLIER
(Ifremer)
Essais

REBENT2-2016

C. BROUDIN
(UPMC)
Bretagne sud
Ecosystèmes
benthiques côtiers
(DCE)

EDO-16

A. BLANCHET
(Ifremer)
Rade de Brest
Répartition et estimation
des densités d'ophiures

ASPEX8

L. MARIE (Ifremer)
Golfe de Gascogne
Récupération et
redéploiement de
flotteurs dérivants
Arvor-C

CHALKWAVE16

F. PAQUET
(BRGM)
Manche
Dépôt de craie
et interprétations
sismiques et
géologiques

BBWAVES

P. SUTHERLAND (Ifremer)
Ouessant
Mesures du flux air-mer en
présence de forts courants

CARMOLIT 2016-7

L. QUEMENER
(Ifremer)
Baie de Vilaine
Remise à l'eau
de la bouée Molit

REM2040_01

L. BERGER (Ifremer)
Goulet de Brest
Mise au point
du sondeur de sédiment
et étalonnage du
sondeur multi-faisceaux

PAGURE NEXT

A. CARLIER
(Ifremer)
Rade de Brest
Essais techniques
d'un nouveau système
vidéo tracté

NURSE 2016

A. BRIND'AMOUR (Ifremer)
Golfe de Gascogne
Le fonctionnement des nourriceries
côtières, poissons et invertébrés

CARMOLIT 2016-2

L. QUEMENER (Ifremer)
Baie de Vilaine
Relevage de la bouée Molit
pour hivernage



BATHYBAB4

N. BABONNEAU
(UBO)
Île de La Réunion
Les transferts sédimentaires
terre-mer lors de cyclone

FISSEL 2016

A. HENAFF
(CNRS-UMR 6554)
Bretagne sud
Dynamiques des échanges
sédimentaires

BDW

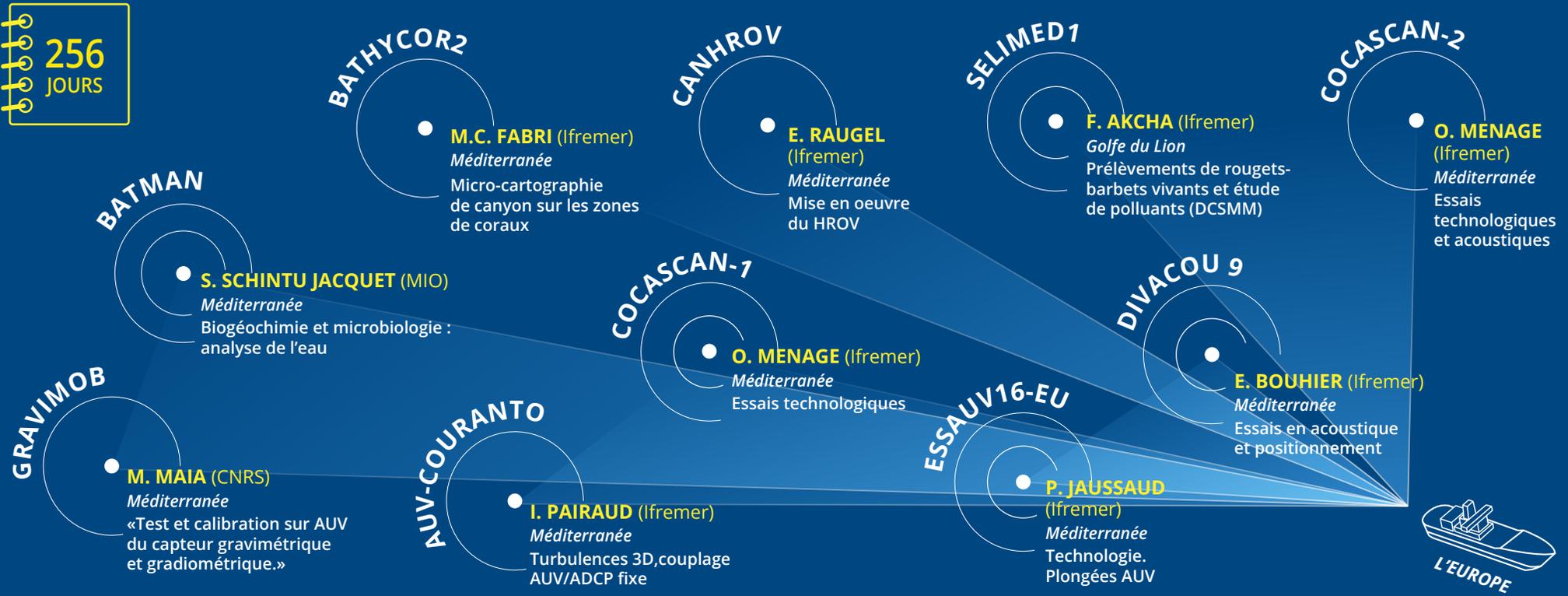
A. TRENTESAUX
(université Lille 1)
Mer du Nord
Bathymétrie, banc sableux
au large de Dunkerque

POPCORE

A. BALTZER
(CNRS-UMR 6554)
Zone maritime de l'estuaire de la Loire
Cartographie des peuplements benthiques

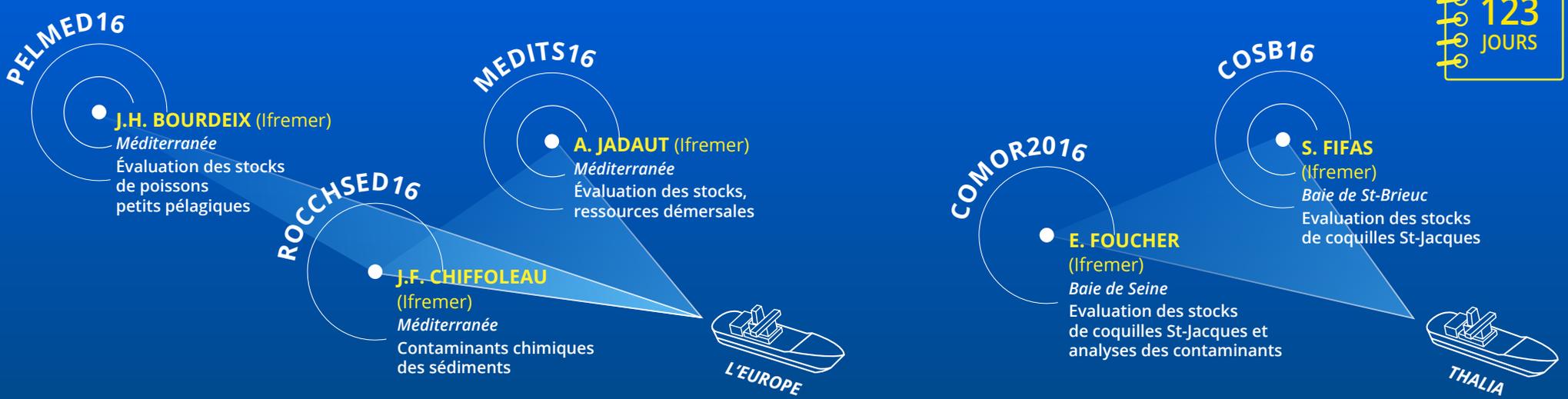


256 JOURS



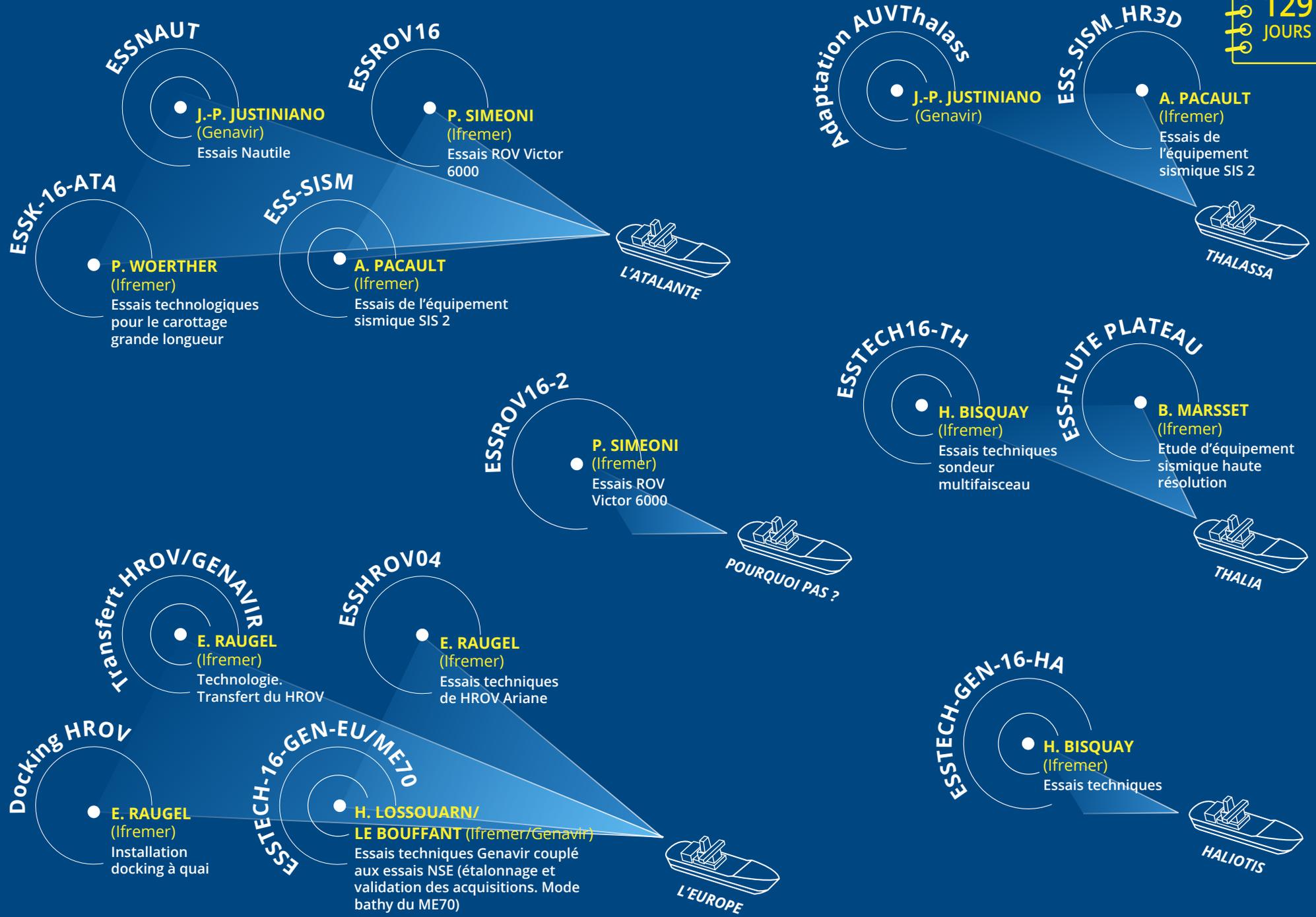
FLOTTE CÔTIÈRE - INTÉRÊT PUBLIC CÔTIER

123 JOURS



MISSIONS D'ESSAIS TECHNIQUES

129 JOURS



PARTENARIAT MARINE NATIONALE

SHOMAN

SHOM
Campagne
d'hydrographie



POURQUOI PAS ?

SHOMANTILLES

SHOM
Campagne
d'hydrographie



L'ATALANTE

SHOMDYN

SHOM
Campagne
d'hydrographie

122
JOURS

COLLABORATION RECHERCHE
INDUSTRIE

VOLT1-RECUP-TH

R. SILVA JACINTO
(Ifremer)
Golfe de Gascogne
Etude turbiditique :
récupération mouillages
et bathymétrie



THALIA

VOLT1-RECUP

R. SILVA JACINTO
(Ifremer)
Golfe de Gascogne
Récupération de mouillages



THALASSA

VOLT2

R. SILVA JACINTO
(Ifremer)
Golfe de Gascogne
Mise à l'eau de mouillages

PAMELA-MOZ03

**M. MOULIN/
D. ASLANIAN** (Ifremer)
Océan Indien
canal du Mozambique
Marges passives



POURQUOI PAS ?

79
JOURS

AUTRE CAMPAGNE SCIENTIFIQUE

GRACO

M. GARCIA
(CSIC - université de Grenade)
Atlantique golfe de Cadix
Eurofleets



L'ATALANTE

10
JOURS

AFFRÈTEMENTS

RETZ1

L. GEOFFROY
(IUEM-UBO)



HALIOTIS

AFF

BGR

POURQUOI PAS ?

ESSNAUT-SUB

(FILM
SUBMERGENCE)



L'ATALANTE

38
JOURS



© Ifremer/O. Dugornay

PARTENARIATS EUROPÉENS ET INTERNATIONAUX

En 2016, l'organisation des Nations Unies a sollicité de nombreuses parties prenantes dont la Commission océanographique intergouvernementale (COI) à laquelle l'Ifremer participe en tant que membre actif du comité français, afin d'élaborer l'agenda de développement post-2015 basé sur les objectifs de développement durable. Sous l'objectif 14, les océans sont reconnus comme faisant partie intégrante du développement durable. Le rôle important, qu'ils jouent, a également été souligné au cours de la quarante-troisième session du GIEC à Nairobi (Kenya) en avril 2016, où il a été convenu de la préparation d'un rapport scientifique spécial sur les changements climatiques et l'océan. Lors du sommet des sept plus grandes puissances économiques mondiales (G7) qui s'est tenu à Tsukuba (Japon) en mai 2016, les ministres de la Science et

de la Technologie et le commissaire européen chargé de la Recherche, de la Science et de l'Innovation, ont identifié « l'avenir des mers et des océans » comme une question cruciale du développement économique et souligné l'importance de développer des connaissances scientifiques pour évaluer les changements en cours et leur impact sur les économies, tout en favorisant la mise en place de politiques visant à assurer l'utilisation durable des mers et des océans. L'Ifremer a participé à l'ensemble de ces actions tant avec la COI que par son implication dans la plateforme Océan-Climat ou son rôle de délégation française pour AllEnvi au sein de la JPI Oceans. L'Ifremer a par ailleurs maintenu son engagement dans la construction européenne et poursuivi ses collaborations stratégiques à l'international.

Des coopérations stratégiques avec l'Asie

La vingt-sixième édition du sous-comité mixte franco-japonais sur le développement des océans s'est tenue les 2 et 3 juin 2016 au siège de l'Ifremer. Depuis plusieurs années, sa coordination est confiée à l'Ifremer par le ministère des Affaires étrangères, la coordination japonaise étant assurée par le ministère de l'Éducation et de la Recherche (Mext). Ce sous-comité mixte regroupe l'ensemble des projets et des institutions qui collaborent dans le domaine des sciences marines, soit vingt-six projets portant sur l'observation des océans (domaine de recherche jugé prioritaire lors du dernier G7), les écosystèmes profonds et les technologies marines. La structuration des projets par thème a mis en valeur la contribution de ces collaborations aux politiques de recherche et de coopération internationale en sciences marines des deux pays.

Le projet EcoDeep sur les systèmes biologiques profonds marque une avancée concrète dans la coopération entre le Jamstec (*The Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology*) et l'Ifremer, notamment pour les futures possibilités d'échange de temps navire entre les deux instituts. Ainsi, un chercheur de l'Ifremer, coordinateur du projet EcoDeep, a participé à une campagne menée par le Jamstec dans le Pacifique. C'est une étape dans la coopération, notamment pour le développement des protocoles d'étude d'impact environnemental des futures activités minières, particulièrement sur les sulfures des sources hydrothermales.

L'Ifremer coopère également avec la Corée du Sud depuis le début des années 1990. Ses partenaires historiques sont NFRDI (*National Fisheries Research and Development Institute*) et Kordi devenu le Kioist. Des nouveaux projets sont en cours avec les universités Kunsan et Jeju.

Une délégation de l'Ifremer, bénéficiant du soutien de l'équipe de coopération scienti-

fique de l'ambassade de France en Corée, s'est rendue en Corée du Sud du 23 au 27 mai 2016 avec le label officiel de l'année France Corée. Cette visite a été structurée autour de la signature d'un protocole d'entente entre le Kimst (*Korea Institute of Marine Science and Technology Promotion*) et l'Ifremer le 24 mai 2016, suivi d'un groupe de travail Kioist-Ifremer sur les technologies sous-marines.

Le Kimst est une agence nationale affiliée au ministère coréen de l'Océan et des Pêches en charge de la programmation stratégique de la recherche marine et maritime et de l'allocation des financements associés.

Enfin, en 2016, de nouveaux contacts ont été pris avec la Chine : l'Ifremer a été invité par le laboratoire de recherche marine de Qingdao au sommet mondial des océans ; un laboratoire international a été lancé, il associe le troisième institut chinois de l'administration d'État de la mer et l'UMR LM2E (laboratoire de microbiologie des environnements extrêmes, Ifremer-CNRS-UBO).



© Kriso

La délégation de l'Ifremer avec leurs homologues sud-coréens, en mai 2016, à l'institut sud-coréen de recherche sur les navires et l'océan (Kriso)

DEPUIS 2014, L'IFREMER EST ENGAGÉ DANS

PROJETS H2020 DONT

3 EN COORDINATION

ET A DÉPOSÉ **104 PROJETS H2020**



Le groupe de réflexion sur les sciences et technologies de la mer (European Marine Board) à Sopot (Pologne) en avril 2016

Résultats très prometteurs aux appels d'offres européens

Entre 2014 et 2016, le taux de succès aux appels à projets du programme H2020 de l'Ifremer est de 28 %, supérieur au taux de succès national (14 %) et au taux de succès européen (10 %). L'Ifremer montre, pour la moyenne annualisée des recettes en 2016, une augmentation de 14 % (moyenne annualisée des recettes H2020 pour la période 2014-2016, soit 4,9 millions d'euros contre 4,3 millions d'euros pour la période 2007-2013).

Les projets européens auxquels contribue l'Ifremer s'intègrent dans la stratégie nationale de la recherche française publiée en 2015 par le ministère en charge de la recherche.

Pour inscrire ses objectifs stratégiques dans l'espace européen de la recherche, l'Ifremer est présent dans de nombreux réseaux européens. L'institut participe ainsi activement au Conseil international pour l'exploration de la mer (CIEM) et est membre actif de différentes organisations : Efaró (*European Fisheries and Aquaculture Research Organisation*, Association des directeurs d'instituts européens dans le domaine des pêches et de l'aquaculture) et SCAR Fish (*Standing Committee in Agricultural Research*, sous-groupe Recherche en pêches et aquaculture) dont il assurera la présidence en 2017, mais aussi EurOcean (Centre européen pour l'information sur les sciences marines et la technologie) dont l'Ifremer a assuré en 2016 la vice-présidence. L'institut contribue par ailleurs aux analyses de l'*European Marine Board*, dont il assure l'une des vice-présidences et apporte son expertise au consortium européen pour les forages en mer (Ecord) en assurant la présidence du *Facility Board* depuis le 1^{er} janvier 2016. L'Ifremer est également membre du Clora (Club français des organismes de recherche associés).

Ifremer acteur de l'accord de Galway

L'accord de Galway, signé en 2013, a initié et ancré des liens de coopération entre l'Europe, les États-Unis et le Canada, avec comme objectif le développement d'une culture de coopération scientifique concernant l'océan Atlantique.

Le projet H2020 auquel participe l'Ifremer, facilitant cette coopération, Aorac-SA (<http://www.atlanticresource.org>), a catalysé ainsi, depuis 2015, diverses actions telles que :

- l'optimisation de transects transatlantiques à bord de navires français (*L'Atalante* de l'Ifremer), irlandais (*Celtic Explorer* du *Marine Institute*) et canadien (*Louis S. St-Laurent* du ministère Pêches et Océans, Canada) pour des études transatlantiques de cartographie du milieu marin ;
- des interactions entre opérateurs de plateformes de recherche marines et les scientifiques ;
- le support à des groupes de travail transatlantiques sur la cartographie du fond marin, l'aquaculture ;
- un réseau entre projets européens atlantiques (Atlas, AtlantOS, Sponges, Vivaldi) et d'autres initiatives internationales (comme *Ocean Frontier Initiative* du Canada, *US-Ocean Observatories Initiative*).



Réunion IRSO-Aorac-SA (octobre 2016, Italie)



Cinquième étude transatlantique de cartographie du fond marin à bord du navire garde-côte canadien Louis S. St-Laurent réalisée entre Halifax et Tromsø (du 22 juillet au 2 août 2016)

Coopération internationale en Méditerranée

Afin de soutenir la mise en œuvre de l'initiative Bluemed pour une croissance bleue en Méditerranée, la Commission européenne a décidé de financer un consortium piloté par le CNR (*Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Italie) au titre d'une action de support et de coordination (CSA) d'H2020. L'Ifremer et le CNRS figurent parmi les onze partenaires du projet, représentant huit pays (Italie, Espagne, Grèce, Croatie, Malte, Slovénie, Portugal et France). Les objectifs de ce projet de quatre ans, qui a débuté en 2016, sont de consolider l'agenda stratégique de recherche et d'innovation de Bluemed, de jeter les bases d'une coordination à long terme de ses activités et d'élaborer un plan de mise en œuvre en veillant à y associer les pays de la rive Sud de la mer Méditerranée.

La Méditerranée est un espace de recherche unique en matière de biodiversité marine et d'interactions entre les activités humaines et l'environnement. Ses écosystèmes sont soumis à des changements rapides résultant du changement global. Dans le même temps, les caractéristiques de la Méditerranée offrent un fort potentiel pour le développement de services écosystémiques durables allant de la pêche au tourisme. Bluemed vise à mieux intégrer les connaissances et les efforts pour favoriser la croissance bleue dans le bassin méditerranéen en vue de créer de nouveaux emplois « bleus », de promouvoir la cohésion sociale et d'améliorer l'état de l'environnement et le bien-être des citoyens.

2016 a été aussi l'année du quarante-et-unième congrès de la Commission internationale pour l'exploration scientifique de la

Méditerranée (CIESM), tenu à Kiel. A cette occasion, un large tour d'horizon de la recherche en Méditerranée a été réalisé. L'Ifremer a représenté la France au conseil du CIESM à cette occasion.

L'Ifremer est membre de l'alliance régionale Mongoos (*Mediterranean Oceanography Network for Global Ocean Observing System*), dont l'objectif principal est de promouvoir l'océanographie opérationnelle, de coordonner les services offerts dans la région méditerranéenne et de favoriser la recherche et le développement associé. Dans ce cadre, l'Ifremer a en charge l'animation du groupe de modélisation. En partenariat avec l'IOF (*Institute of Oceanography and Fisheries*, Croatie), l'Ifremer a organisé, en novembre 2016 à Split, un atelier scientifique sur les Avancées en modélisation océanographique en Méditerranée, et en particulier celles concernant les tsunamis météorologiques récurrents aux Baléares ou en Adriatique mais pouvant survenir sur d'autres côtes.

Le 2 mai 2016, une délégation de l'INRH (Maroc), conduite par son directeur général, M. Abdelmalek FARAJ, s'est rendue au siège de l'Ifremer. Cette visite a établi les bases du renouvellement de l'accord cadre liant les deux instituts. Des échanges ont aussi eu lieu sur la coopération en matière de systèmes d'information pour l'halieutique et l'environnement littoral dans la perspective d'adapter les outils développés par l'Ifremer dans ce domaine aux besoins de l'INRH.



INTERVIEW

Monsieur Asahiko TAIRA est géologue de formation, professeur émérite à l'université de Tokyo, et président du Jamstec (*The Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology*). En 2016, l'*American Geophysical Union* a créé en son honneur le Prix international de recherche scientifique de forages océaniques profonds, Asahiko TAIRA.

Comment qualifieriez-vous la collaboration entre le Jamstec et l'Ifremer ?

La collaboration entre les deux instituts date de plus de trente ans, et a permis de réaliser l'un des programmes intégrés parmi les plus réussis en recherches sous-marines, le projet Kaiko. Ce projet a en effet permis d'explorer, en 1985, les grandes fosses du Japon. C'est d'ailleurs lors de l'une de ces expéditions que votre submersible *Nautilus* a plongé pour la première fois à 6 000 mètres de profondeur !

Depuis, nous avons collaboré dans les domaines de la géologie marine, de la géophysique, de l'océanographie et de l'ingénierie. Plus récemment, notre attention s'est tournée vers la biologie marine, l'évaluation des écosystèmes et de l'environnement marin. Nous partageons un système d'échanges de chercheurs et participons à des colloques et des groupes de travail communs, ce qui permet de promouvoir notre coopération. Par exemple, le séjour d'un chercheur Ifremer au Jamstec a été fructueux et nous avons ainsi progressé dans notre approche environnementale concernant l'évaluation de l'exploitation minière. Ces travaux de coopération se sont souvent inscrits dans un cadre régional et international de collaboration, notamment les réseaux internationaux de chercheurs engagés dans le recensement

de la vie marine (*Census of Marine Life*) et dans l'histoire de la terre et l'étude de la dynamique des fonds océaniques (*International Ocean Discovery Program, IODP*).

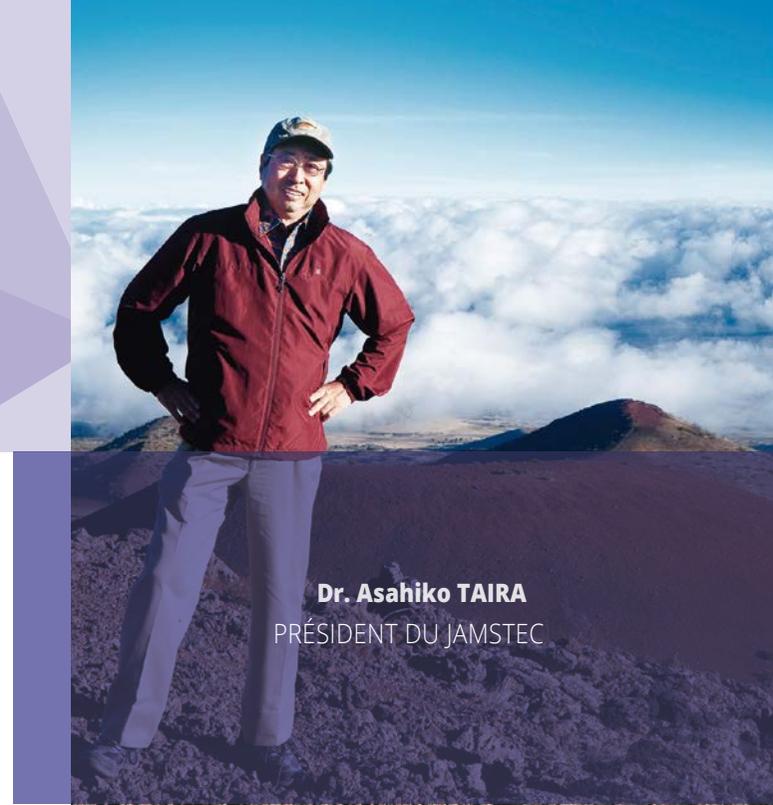
Que peut apporter cette collaboration au regard des possibles développements dans la région Asie-Pacifique ?

La région Asie-Pacifique, et plus particulièrement celle du Pacifique Sud, est caractérisée par une vaste frontière océanique comportant de nombreuses chaînes d'îles et de petits continents. La région est très complexe au niveau environnemental, inconnue sur beaucoup d'aspects et stratégique au niveau mondial. Le Japon et la France sont deux grandes nations maritimes ; il est donc naturel que nous ayons à collaborer afin de comprendre les aspects scientifiques et socio-économiques des zones océaniques et terrestres de cette région. Ces recherches doivent inclure les ressources marines, la biodiversité marine, les risques naturels et le développement durable des sociétés de cette région du monde.

Nous avons besoin de planifier à long terme des approches intégrées et d'accentuer nos efforts pour que cette collaboration bilatérale devienne ainsi le cœur d'une collaboration régionale et mondiale sur la compréhension du rôle de la région Asie-Pacifique dans un développement durable mondial.

Quel futur pour la recherche marine en Asie-Pacifique ?

Je pense que nous avons besoin de nous focaliser sur des programmes à long terme mais intégrés. Comme la région est complexe, une approche large et intégrée est essentielle pour



Dr. Asahiko TAIRA
PRÉSIDENT DU JAMSTEC

le développement de la recherche marine. Cela doit inclure les géosciences, les sciences biologiques, physiques, environnementales et les sciences sociales ainsi qu'un inventaire des technologies. La recherche doit cependant être ciblée.

Aucune nation ou organisation ne peut développer seule de tels programmes. La collaboration internationale et le travail en réseau sont essentiels pour leur réussite. De mon point de vue, promouvoir et établir un réseau qui serait le centre de nombreux autres réseaux est le moyen le plus sûr pour cette approche. Le lancement rapide de ces recherches doit inclure des objectifs tels que la prévention des risques géologiques marins (tremblements de terre, tsunamis, ouragans, etc.), le développement équilibré des ressources marines et l'usage de l'espace géologique sous-marin pour le captage et le stockage de carbone et autres gestions des déchets.



APPUI AUX POLITIQUES PUBLIQUES

© Ifremer / O. Dugornay

Les travaux scientifiques menés par l’Ifremer viennent en appui au déploiement des politiques maritimes, qu’il s’agisse de la mise en œuvre de la Directive cadre sur l’eau (DCE), de la Directive cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM), des politiques sanitaire et zoo-sanitaire, de la Politique commune de la pêche (PCP), de l’aquaculture ou encore des stratégies nationales en matière de biodiversité, énergie ou ressources minérales.

L’appui aux politiques publiques représente environ un tiers des activités de l’Ifremer. Il est réalisé pour partie au sein des unités de recherche et repose en matière d’observation et de surveillance de l’environnement et des ressources, sur les implantations de façade de l’institut. Ces implantations mettent en œuvre les dispositifs de surveillance/observation coordonnés à l’échelle nationale et contribuent par leur expertise aux prises de décision des services déconcentrés de l’État.



Pêches maritimes : un cadre réglementaire en évolution

La réforme de la PCP vise à maîtriser la capacité des flottilles afin d’éviter les situations de surcapacité d’exploitation des ressources halieutiques. Elle prévoit aussi d’obliger progressivement au débarquement de toutes les captures, d’accentuer la régionalisation des mesures de gestion, de renforcer la participation des parties concernées et la lutte contre la pêche illicite, non déclarée et non réglementée (INN), et de créer un fonds européen unique pour les affaires maritimes et la pêche (Feamp). Une priorité de la PCP est de ramener et maintenir l’exploitation des stocks halieutiques à des niveaux permettant d’obtenir le rendement maximum durable.

sibles de capture (TAC), en utilisant des modélisations écosystémiques qui fournissent une évaluation plus complète des ressources halieutiques.

La forte implication de l’Ifremer dans le domaine de la politique de la pêche s’appuie sur un système complet d’information halieutique, allant de la collecte des données à leur gestion dans une base de données dédiée et à leur mise à disposition. Ce système constitue le socle français de la contribution au programme européen DCF et se traduit, notamment pour l’Ifremer, par une contribution proche de deux cents jours de campagne à la mer.

En 2016, le programme de travail national a été élaboré pour la période 2017-2019, donnant ainsi un cadre aux acquisitions de connaissances en lien avec la politique commune de la pêche, avec une forte implication de l’Ifremer et de ses experts.

De fait, l’Ifremer est régulièrement sollicité pour assister la Direction des Pêches maritimes et de l’Aquaculture (DPMA) dans les négociations européennes et internationales sur les totaux admis-

Une ambition de la nouvelle PCP est aussi la mise en cohérence avec le « pilier environnemental » de la politique maritime intégrée de l'Union européenne à travers la directive cadre stratégie pour le milieu marin (DCSMM). La durabilité de la pêche ne peut en effet s'appréhender qu'en prenant en compte les usages influant sur les ressources biologiques aux différentes échelles, le changement global et les différentes pressions s'exerçant dans le milieu marin et ceci au travers d'une approche écosystémique. Impliqué dans les deux champs d'investigation, l'Ifremer a mené un travail tout au long de l'année pour articuler besoins et demandes au titre de la PCP avec les exigences de la DCSMM.

Effets redistributifs des systèmes de gestion des quotas de pêche

En France, les quotas de pêche sont répartis entre les organisations de producteurs (OP) en fonction des débarquements historiques de leurs membres. Chaque OP est responsable de la mise en œuvre de ses propres règles internes et fournit des allocations individuelles ou collectives à ses membres. Dans un article paru en 2016 dans la revue *Fisheries Research*, l'Ifremer a examiné les effets redistributifs des différents systèmes de gestion des quotas adoptés par les OP dans le cas de la sole du golfe de Gascogne.

Les résultats obtenus montrent que le système de gestion français, fondé sur la mutualisation et la redistribution des quotas par les OP, a évité de concentrer la production tout en réduisant la capacité de pêche grâce à des programmes de sortie de flotte.

Le fait que les transferts de quotas de pêche soient impossibles et que l'État ait délégué les compétences de gestion vers les OP est un élément ayant favorisé cette situation, en permettant aux OP de contrôler la répartition des quotas des captures dans la pêcherie.

BELLANGER M. et al., 2016. *Fisheries Research*. <http://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.04.002>

DCSMM : une évolution de la définition du bon état écologique

La DCSMM conduit les États membres de l'Union européenne à prendre les mesures nécessaires pour réduire les impacts des activités sur le milieu marin afin de réaliser ou de maintenir son bon état écologique au plus tard en 2020. L'Ifremer joue, conjointement avec l'Agence des aires marines protégées (AAMP), un rôle de coordinateur scientifique et technique en appui au ministère chargé de l'environnement sur les différents volets de la directive.

La définition du BEE a fait l'objet d'une décision en 2010, révisable tous les six ans. Au cours de l'année 2016, les dix-huit pilotes scientifiques DCSMM, appartenant à la communauté scientifique nationale (Anses, BRGM, Cedre, CNRS, MNHN, SHOM, universités et Ifremer), ont étudié les différentes versions du projet de décision du BEE et de ses annexes en cours de révision. La version finale de ces textes a été adoptée par les états membres lors du comité réglementaire du 10 novembre 2016.

Cette nouvelle décision renforce les liens de la DCSMM avec la réglementation européenne déjà en vigueur (DCE, directives Habitats et Oiseaux, PCP). Les États membres sont invités à coo-

pérer avec les États voisins afin d'identifier les listes d'espèces et d'habitats à évaluer, mais aussi d'établir les valeurs-seuils. Ils peuvent s'appuyer sur les travaux développés dans le cadre des conventions des mers régionales (Ospar et convention de Barcelone pour la France).

La nouvelle décision repose sur onze descripteurs, comme précédemment mais déclinés en quarante-deux critères contre vingt-neuf dans la version de 2010. La notion d'indicateurs, initialement au nombre de cinquante-cinq, a été supprimée dans un but de simplification. Parmi ces quarante-deux critères, vingt-quatre sont désignés comme primaires. Ils doivent être obligatoirement renseignés par chaque État membre pour assurer une cohérence dans l'ensemble de l'Union européenne. Les autres sont identifiés comme critères secondaires. La notion de critères primaires et secondaires apporte une souplesse à chaque état membre pour évaluer le BEE.

En 2017, la France va réviser l'état initial de l'état écologique des eaux marines, publié en 2012. Cette révision sera fondée sur la nouvelle définition du bon état écologique. Ce travail a impliqué la mobilisation de moyens supplémentaires de l'Ifremer, cheville ouvrière de l'opération.



© Ifremer/S.Tourbot-Paul

Opération de chalutage à bord de Thalassa

Assurer une sécurité renforcée aux consommateurs de coquillages

L'Ifremer s'est engagé sur un travail pluriannuel de développement de méthodes de détection des toxines de micro-algues ne faisant pas encore partie des toxines surveillées dans le cadre de la surveillance réglementaire de la qualité sanitaire des coquillages. Ce programme va également permettre de mettre en évidence des toxines émergentes non réglementées en France et de déterminer leur dangerosité pour le consommateur. Ce travail, piloté par la Direction générale de l'Alimentation, associe également le laboratoire national de référence Bio-toxines de l'Anses.



VALORISATION ET PARTENARIATS ÉCONOMIQUES

Au-delà de ses objectifs de production de connaissances et de satisfaction de la demande sociale, l’Ifremer contribue au développement économique par la valorisation économique de ses travaux, ainsi que par leur transfert vers le secteur socio-économique. En effet, l’institut a pour ambition de faire bénéficier les entreprises françaises et européennes, grands groupes et PME, de la « croissance bleue » pour soutenir la croissance durable dans les secteurs marin et maritime. Dans cette perspective, l’action de l’Ifremer s’appuie sur :

- la valorisation de ses savoir-faire, mais aussi la mise en place de projets de recherche partenariale permettant aux acteurs économiques de bénéficier des acquis scientifiques, dans le but de proposer des produits et des services innovants pour une exploitation responsable de l’océan ;
- le positionnement de l’institut sur les principaux domaines d’intérêts de la « croissance bleue » (énergie, produits bio-sourcés, environnement, ressources minérales, etc.) ;
- les développements technologiques mis en œuvre pour répondre aux grandes questions scientifiques dont l’Ifremer souhaite s’emparer, qui produisent des outils innovants pouvant être amenés à des niveaux de maturité technologique suffisamment élevés (TRL) ;
- les infrastructures de recherche de l’Ifremer, très souvent portées au niveau européen, et ayant vocation à être au service du développement économique national.

Accords-cadres

Salsa

Salsa (*Sergipe Alagoas Seismic Acquisition*) est issu de la collaboration entre le groupe pétrolier Petrobras et l’Ifremer, établie dès 2009 et centrée sur les compétences et l’expérience en géophysique et en géodynamique de l’institut. Ce projet fait suite aux projets Sanba (2010-2013) et Magic (2012-2015). Douze profils de sismique multi-trace et grand-angle et leur prolongation à terre ont été traités et interprétés, complétant l’élaboration du catalogue typologique des marges passives. Positionnées sur un large segment de la marge brésilienne, allant de Jequitinhonha à Sergipe (Nordeste, Brésil), de part et d’autre du point triple de Camamu, ces données ont éclairé la dynamique du processus d’amincissement de la croûte continentale, le rôle de l’héritage tectonique et les phases géodynamiques qui gouvernent les déplacements des continents.

Les résultats remettent par ailleurs en cause les modèles communément utilisés, en particulier en terme d’évolution thermique, de mouvements tectoniques et d’enregistrement sédimentaire, essentiel pour la quantification de l’évolution de la matière organique au cours des temps géologiques.

Passive Margin Exploratory Laboratories – Projet Pamela

Les marges continentales constituent la zone de transition entre les continents et les grands fonds océaniques. Les marges dites actives sont le siège de tensions intenses car ce sont des zones de collision entre deux plaques tectoniques. Les marges dites passives, de séparation de deux plaques continentales où se crée un océan, sont *a priori* plus calmes.

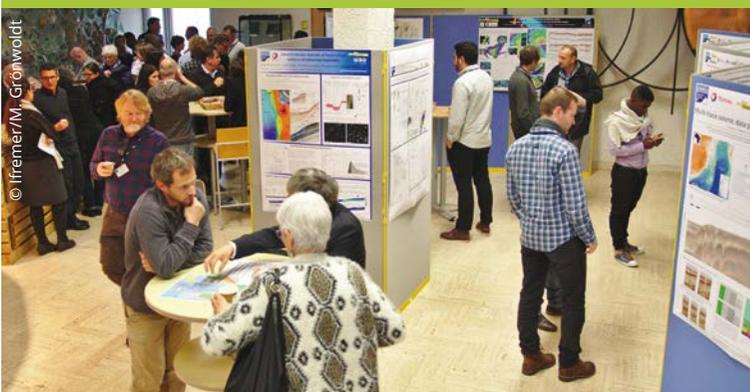
Le projet Pamela s'intéresse à certaines marges passives à l'activité complexe, en particulier :

- au magmatisme et au volcanisme en profondeur et en surface ;
- aux mouvements verticaux des couches géologiques et aux positions du niveau marin sur des périodes de temps variées (de quelques dizaines à des millions d'années) ;
- aux cycles érosion/dépôt, depuis les bassins versants continentaux jusqu'aux accumulations du fond de mer et à l'impact des variations climatiques sur les systèmes sédimentaires continentaux ou carbonatés ;
- à l'origine et au rôle des fluides migrant des couches profondes jusqu'à la surface ;
- à l'impact des courants sur les sédiments des fonds et les écosystèmes profonds.

Ces phénomènes sont étudiés à travers plusieurs chantiers, comme ceux du golfe de Gascogne, de l'est de la Corse et principalement du canal du Mozambique. En 2016, deux campagnes d'exploration sismique Pamela-Moz3 et Pamela-Moz5 se sont focalisées sur la structure profonde de la marge du canal du Mozambique et spécifiquement sur la transition continent-océan.

Le projet est mené conjointement par Total et l'Ifremer et associe les universités de Paris VI, Rennes I, Bretagne occidentale, le CNRS et l'Ifpen. Le partenariat est géré dans le cadre d'un consortium permettant la réalisation d'actions spécifiques comme les campagnes à la mer et leurs études associées et des thèses ou des post-doctorats sur des sujets innovants. Il rassemble des ingénieurs et des chercheurs, de compétences variées.

Séminaire Pamela 2016 au centre Ifremer Bretagne



Collaborations

Vasco 2

Le programme de recherche appliquée Vasco 2 a pour objectif la bio-valorisation du dioxyde de carbone (CO₂) via la culture de micro-algues marines pour la production de biocarburants. Ce projet, dont l'Ifremer est l'un des partenaires majeurs, regroupe de nombreux acteurs : des industriels (ArcelorMittal, Kem One, Solamat Merex, LyondellBasell), la métropole Aix Marseille Provence, des *start-up* (Coldep et Helio Pur Technologies), des organismes de recherche (CEA et Ifremer) et un bureau d'étude (Inovertis).

Démarrée en 2015, la phase d'expérimentation a franchi un cap en 2016, avec l'installation de bassins de culture sur le site industriel de Fos-sur-Mer.

Seychelles Fishing Authority

L'Ifremer renouvelle son soutien à Seychelles Fishing Authority (SFA) par la mise en place, en 2016 et 2017, de procédures de traitement statistique pour leur système d'information halieutique, afin que SFA dispose à terme de l'estimation des efforts et des captures par espèce, par métier et par flottille, par exemple, et ce de façon routinière.

Prestation pour le Grand Port maritime de la Guadeloupe

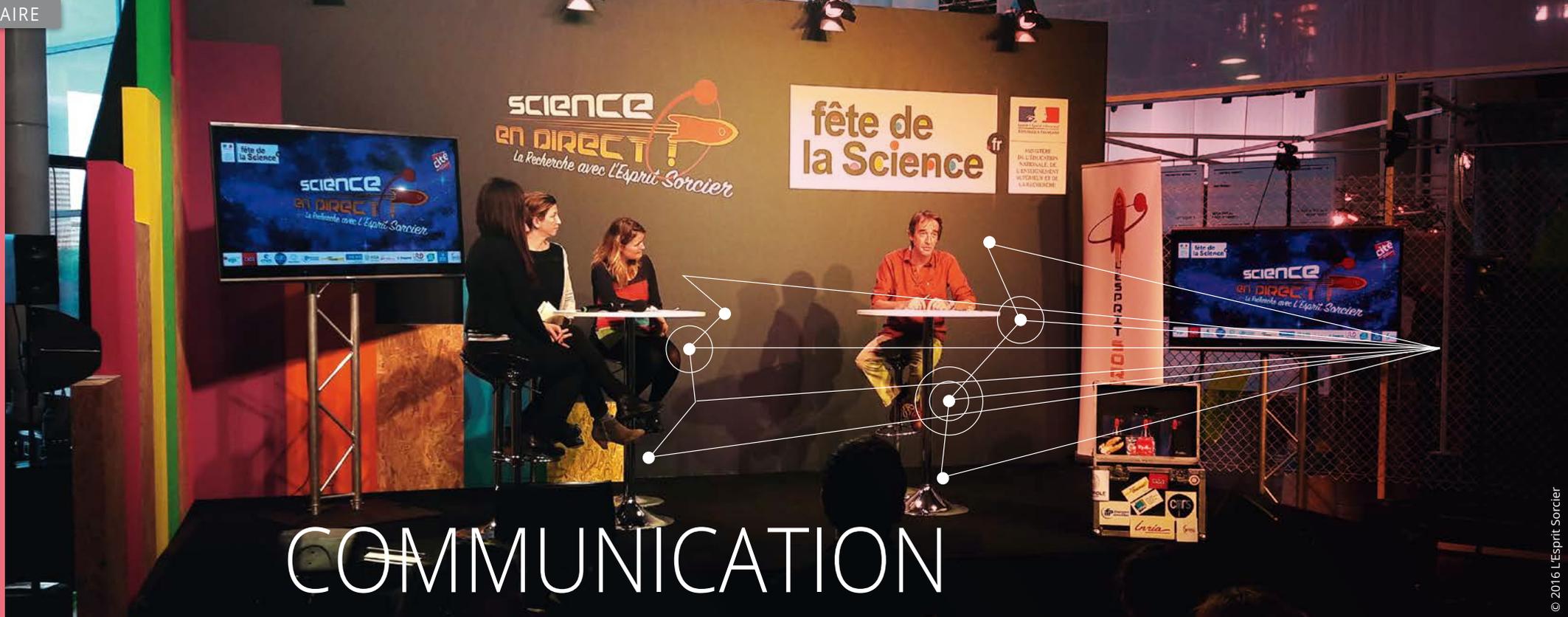
Dans le cadre des travaux et grand projet du Grand Port maritime de la Guadeloupe, l'Ifremer a été chargé de mettre en œuvre un suivi halieutique afin d'appréhender les impacts des travaux sur l'activité des professionnels de la pêche. L'institut s'appuie sur son expertise pour répondre aux deux volets de la mission :

- l'assistance à maîtrise d'ouvrage pour l'analyse et l'interprétation des résultats des campagnes de pêches expérimentales, elles-mêmes réalisées par le Comité des pêches et des élevages marins de Guadeloupe, selon un protocole prédéfini en concertation avec l'Ifremer ;
- la caractérisation de l'évolution de l'activité de pêche (efforts et productions) dans les zones potentiellement concernées par les travaux du port.



© Ifremer/O.Guyader

Aménagement du Grand Port maritime de Guadeloupe (Pointe-à-Pitre)



COMMUNICATION

Dans le prolongement de ses missions de recherche et d'expertise, l'Ifremer participe à la diffusion des connaissances scientifiques et techniques. Depuis de nombreuses années, l'institut propose notamment un cycle de conférences sur le centre Bretagne de l'Ifremer pour faire part au grand public des avancées de la recherche en sciences marines. Cette année encore, les conférences retransmises sur le Web TV de l'institut ont rencontré un vif succès auprès des internautes. L'Ifremer dispose par ailleurs d'une banque d'images fixes et animées exceptionnelle qui permet de valoriser les activités de l'institut à travers des partenariats avec les acteurs de la culture scientifique et techniques. En 2016, l'Ifremer s'est associé à Vulcania qui a créé une nouvelle attraction permanente, « Abyss Explorer », simulant une plongée dans les profondeurs des océans. L'Ifremer a également prêté des images et assuré une expertise scientifique pour deux expositions : l'une était organisée par le Musée zoologique de Strasbourg sur le thème « Lumière ! Explorer l'impossible » ; l'autre par le Jardin botanique de Bordeaux sur le thème « Star WAtERS : La Galaxie du Plancton ». Comme chaque année, l'Ifremer a activement participé à la fête de la science en régions et à Paris où quinze établissements de recherche se sont associés avec L'Esprit Sorcier et la Cité des Sciences et de l'Industrie pour créer l'événement « Science en direct », avec le soutien du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Une communication interne renforcée

Afin de contribuer à un fonctionnement plus efficace de l'institut, plusieurs actions ont aussi été engagées pour développer la communication interne. Un bulletin interne électronique a ainsi été mis en place ; il est envoyé par courriel à tous ses salariés environ une fois par mois. Une des rubriques, intitulée « Cap Ifremer », est dédiée à la vie interne de l'institut et permet de répondre au besoin d'information des salariés sur les sujets structurants pour l'établissement. Pour compléter ce dispositif, un rendez-vous d'une journée avec la direction générale a été proposé dans chaque centre métropolitain. Les salariés ont pu poser leurs questions en amont grâce à un formulaire en ligne ou pendant la table-ronde organisée le matin. L'après-midi, des animations étaient organisées permettant la découverte de plusieurs activités menées sur le centre afin de favoriser l'échange entre les salariés.

Forte mobilisation de l'Ifremer pendant la septième édition des Fêtes maritimes de Brest

Les Fêtes maritimes de Brest, initiées en 1992, ont lieu tous les quatre ans, durant une semaine. Véritable « exposition universelle de la mer », l'événement a attiré cette année, du 13 au 19 juillet, plus de 700 000 visiteurs. Cette manifestation, qui met en valeur le patrimoine de bateaux traditionnels venant de toutes les régions du globe, est également l'occasion de sensibiliser le grand public à une Bretagne maritime innovante dans le domaine des sciences et technologies de la mer. Piloté par Oceanopolis et le Pôle Mer Bretagne Atlantique (PMBA), le Quai des Sciences a rencontré son public avec 21 000 visiteurs. Situé au « parc à chaînes » du port de commerce dans un espace de 2 500 m² composé de plusieurs pavillons, il réunissait l'ensemble des acteurs académiques et industriels locaux. Plus de trois cents intervenants se sont relayés pendant six jours pour sensibiliser le grand public au monde maritime et à ses enjeux.

Le navire *Thalassa*, situé à proximité de vieux gréements de trois et quatre-mâts, a embarqué à son bord 4 000 visiteurs durant les six jours de fête. La présence de *Thalassa* aux Fêtes maritimes fut également l'occasion de présenter le projet de la modernisation du navire programmée en 2017 aux financeurs et partenaires. Deux actions ont aussi été menées en direction des personnes en situation de handicap afin de leur faire profiter pleinement des Fêtes maritimes.

Ateliers au Quai des Sciences lors des Fêtes maritimes de Brest 2016



© Ifremer/O. Dugornay

Les sciences marines au féminin

À l'occasion de la Journée internationale de la Femme, le 8 mars 2016, l'institut a réalisé une série de neuf portraits vidéo de femmes scientifiques. Chercheur en écologie marine, bio-informaticienne, gestionnaire de données marines, ingénieur en électronique embarquée, technicienne chimiste... elles exercent avec passion des métiers tournés vers les sciences marines. Dans des vidéos de deux à trois minutes, elles présentent leur parcours, leur métier et encouragent toutes celles qui hésitent à se lancer dans un parcours scientifique. L'Ifremer mène en effet une politique volontariste en matière de mixité.



882 144
VISITES SUR LE
SITE IFREMER



4 204
ABONNÉS
FACEBOOK



7 942
ABONNÉS
TWITTER

La refonte des sites web

Une refonte du site internet de l'Ifremer est intervenue en mai 2016 et a concerné aussi bien l'outil lui-même (*EzPublish*) que la charte graphique, qui offre désormais aux internautes un accès plus convivial à l'information, notamment grâce à un graphisme renouvelé, au passage à l'affichage adaptatif en fonction de la taille de l'écran et à un système de navigation évolué. Pour le site institutionnel ifremer.fr, ces changements se sont également accompagnés d'une refonte éditoriale avec une révision complète des contenus. Le plan du site a été entièrement repensé, avec la création de nouvelles rubriques, notamment celles du Développement économique et de l'Appui à la puissance publique.

Des ouvrages marins aux éditions Quae

L'Ifremer, avec le Cirad, l'INRA et l'Irstea, est l'un des quatre instituts fondateurs de la maison d'édition Quae, devenu un acteur reconnu de l'édition scientifique et technique en France. Voici une sélection d'ouvrages publiés en 2016 qui illustrent la diversité des facettes du milieu marin : *Histoire de la pêche à la ligne* ; *Les étoiles de mer et leurs cousins* ; *La Loire fluviale et estuarienne* ; *La pêche à pied, histoire et technique* ; *Mémento de planctonologie marine*.

Une cité des Sciences et de la Mer à la Coupe de l'America à Toulon !

L'étape française du circuit préliminaire de l'une des plus grandes compétitions nautiques mondiales, la Coupe de l'America, s'est tenue du 9 au 11 septembre, à Toulon. Cet événement fut l'occasion pour la communauté d'agglomération Toulon Provence Méditerranée (TPM) d'organiser une Cité des Sciences et de la Mer, afin de mettre en valeur les organismes de recherche, le monde académique et les industriels qui œuvrent au développement et au rayonnement scientifiques et technologiques du territoire maritime varois. Coordonnateur du pavillon « Recherche », l'Ifremer a présenté sur 60 m² la galerie des engins sous-marins qui ont marqué son histoire, d'*Archimède* au HROV *Ariane*, en passant par le sous-marin habité *Nautilus*. Une dizaine de maquettes permettait au public de comprendre les ruptures technologiques associées à chaque engin et de découvrir les percées scientifiques les plus marquantes et les plus médiatiques. Le public a pu également appréhender les aventures humaines qui accompagnent la conception et l'utilisation de ces engins lors des campagnes menées à bord des navires scientifiques.





ACCOMPAGNEMENT ET SOUTIEN

DE LA RECHERCHE

En 2016, l’Ifremer a poursuivi son action pour renforcer l’efficacité et la cohérence des pratiques au sein de l’institut, ainsi que son système de management de la qualité. Ces développements ont notamment nécessité une gestion attentive des ressources humaines. Une modernisation des outils de pilotage et de suivi budgétaire a été réalisée, contribuant aux efforts de bonne gestion de l’institut.

Transfert du siège social sur le site de Brest-Plouzané

Un accord de mobilité spécifique a été conclu afin de répondre à trois objectifs : trouver une solution pour chaque salarié concerné, apporter un soutien financier et humain, et assurer le bon fonctionnement de l’Ifremer. Un accord de mobilité a été signé à l’été 2016 par les partenaires sociaux afin d’encadrer les dispositifs de mobilité interne comme externe.

Cet accord prévoit des mesures d’accompagnement couvrant les différents cas de figure afin de proposer à chacun une évolution adaptée. L’accord offre ainsi un large éventail d’outils : accompagnement dans la recherche d’emploi, formation, aides financières à la mobilité et mesures spécifiques d’accompagnement pour les salariés les plus âgés.

Développement professionnel et social

La formation, un outil pour accompagner la stratégie de l'Ifremer

Reconnue par tous comme un élément essentiel de développement des compétences de ses salariés, la politique de formation de l'Ifremer a joué, tout particulièrement en 2016, un rôle essentiel dans la mise en œuvre de la stratégie de l'institut.

Cette année a été marquée par la mise en œuvre d'un plan de formation spécifique visant à accompagner le déploiement du nouveau logiciel de gestion financière et comptable SAP ainsi que le passage à la nouvelle norme budgétaire et comptable (gestion budgétaire et comptable publique –GBCP). Le budget supplémentaire alloué à ces actions de formation a représenté environ le double du budget habituellement consacré à la formation continue.

Ainsi, pour la présentation de la nouvelle norme GBCP, 176 personnes ont été formées, pour un total de 2 370 heures de formation.

De même, un effort sans précédent de 9 042 heures de formations adaptées aux différents profils d'utilisateurs a permis de préparer les équipes au déploiement du nouvel outil de gestion SAP.

Parallèlement à ces actions, l'Ifremer reste fidèle à ses engagements fondamentaux d'accueil de celles et ceux qui se préparent à leur future carrière.

Ainsi, l'institut accroît encore ses capacités de formation de salariés en alternance et compte, fin 2016, cinquante-trois contrats d'apprentissage et de professionnalisation, préparant aux diplômés allant du BTS au Master ou au diplôme d'ingénieur.

De même, l'Agence du service civique a renouvelé sa confiance à l'Ifremer, pour une nouvelle période de cinq ans : fin 2016, vingt-six volontaires étaient engagés dans les implantations d'outre-mer.

Enfin, l'institut compte, dans ses effectifs de fin d'année, quatre-vingt-quatre doctorants et vingt et un post-doctorants. Il faut également mentionner le co-financement apporté par l'institut à des bourses pour des doctorants employés par des partenaires.

Protection sociale

Soucieux du statut social des salariés de l'Ifremer, les partenaires sociaux de l'institut ont complété le régime de protection Santé par un régime collectif de Prévoyance.

Fermeture des deux stations de L'Houmeau et de La Trinité-sur-mer

Après conduite des processus de consultation des instances représentatives du personnel, l'Ifremer a confirmé en juillet 2016 la fermeture de deux stations, au plus tard à la fin de l'année 2018, dans un souci de rationalisation de son réseau territorial. Il a lancé en septembre les travaux de reclassement des salariés concernés.

Modalités de vote aux élections professionnelles

Fidèle à sa volonté de recentrer la fonction RH sur son rôle de partenaire de proximité des équipes opérationnelles, l'Ifremer a conclu en fin d'année, avec les organisations syndicales, un accord d'entreprise entérinant la mise en place d'un dispositif de vote électronique pour les élections professionnelles (applicable aux seuls salariés métropolitains pour des raisons légales).

Valorisation des compétences internes

L'Ifremer poursuit également ses efforts de valorisation des compétences acquises et d'évolution des perspectives professionnelles : les vingt-huit formations diplômantes ou qualifiantes (la plupart dans le cadre d'une validation des acquis de l'expérience), les dix thèses en formation continue et les trente-neuf habilitations à diriger des recherches (HDR), en cours fin 2016, y ont largement contribué.

Campagne de sensibilisation au handicap

L'Ifremer a mené auprès de ses salariés une campagne de sensibilisation au handicap, à l'occasion de la semaine européenne pour l'emploi des personnes handicapées, du 14 au 19 novembre 2016. Cette campagne avait pour objectifs d'expliquer au plus grand nombre les différents types de handicap susceptibles d'être rencontrés et mettait en lumière les enjeux de l'intégration des travailleurs handicapés en entreprise. En diffusant une vidéo sur une thématique différente chaque jour, cette campagne a pu toucher le plus grand nombre d'une manière ludique et pédagogique.

Les effectifs de l'Ifremer

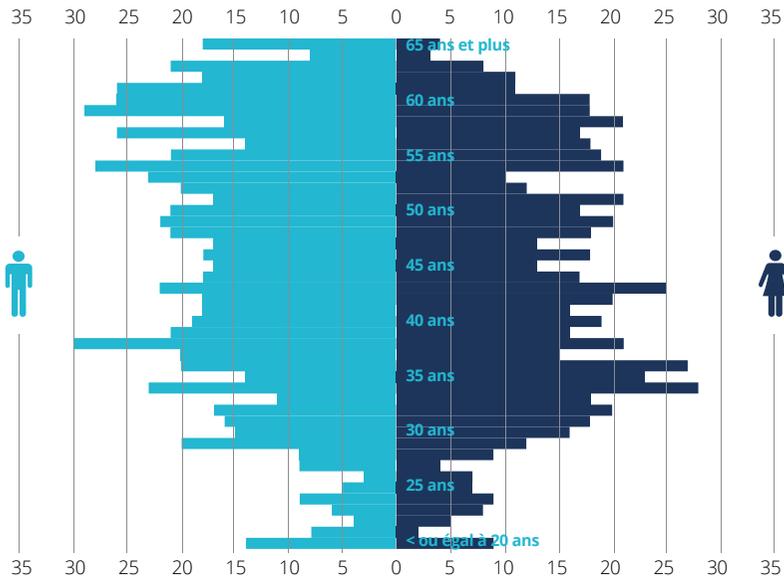
L'effectif total de l'Ifremer au 31 décembre 2016 était de 1 478 salariés, dont 172 contrats à durée déterminée.

La répartition entre cadres et techniciens est de 60 % de cadres et 40 % de techniciens.

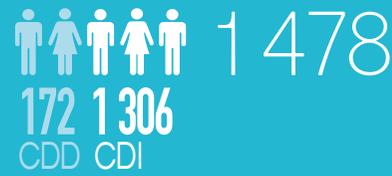
78 % des nouveaux embauchés sont des cadres, majoritairement des femmes.

D'ailleurs, l'augmentation de la proportion de femmes se poursuit : elles représentent 46 % de la population totale. Cette évolution s'explique notamment par un fort accroissement de la proportion de femmes dans les recrutements (58 % des soixante-neuf recrutements, soit + 12 points par rapport à l'année précédente).

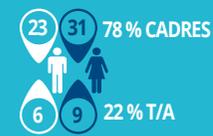
PYRAMIDE DES ÂGES AU 31 DÉCEMBRE 2016



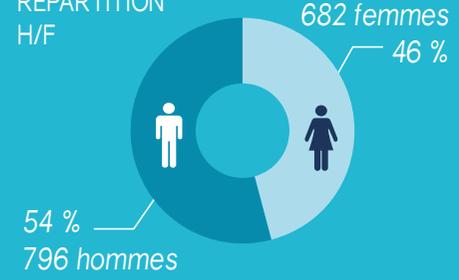
EFFECTIF TOTAL



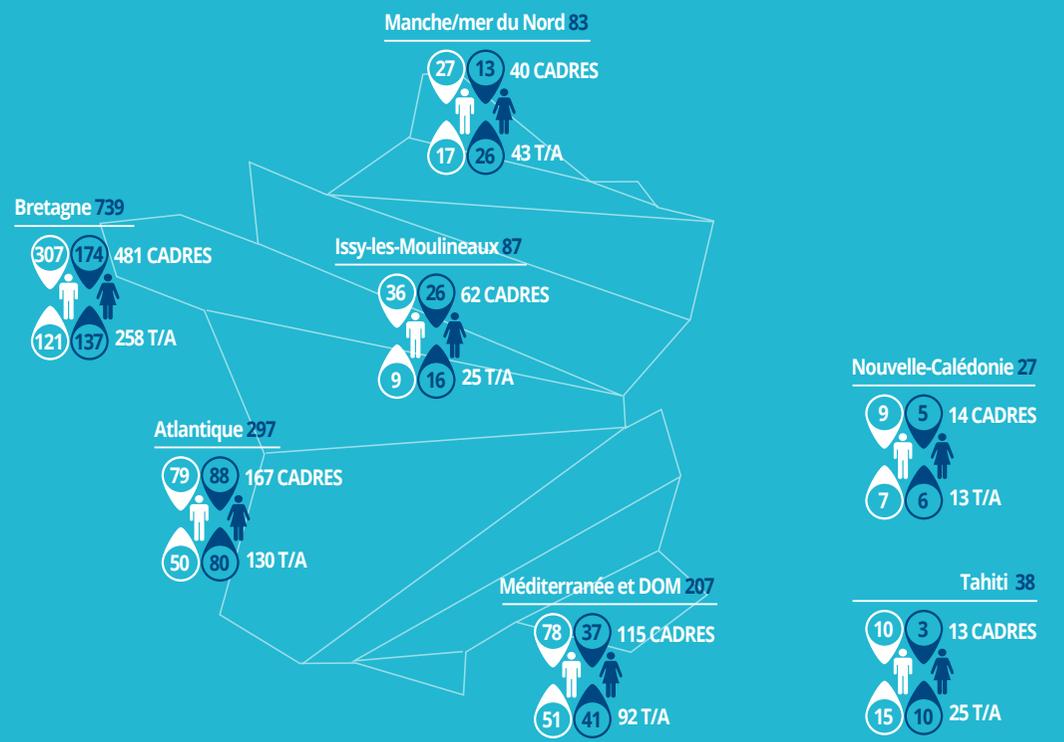
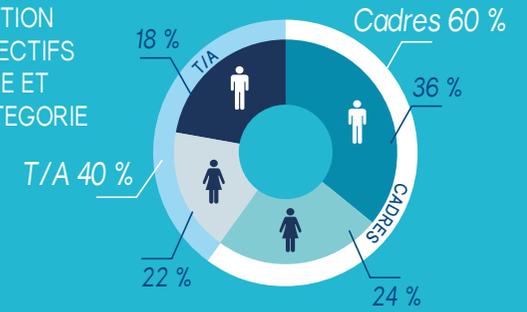
69 RECRUTEMENTS



REPARTITION H/F



REPARTITION DES EFFECTIFS PAR SEXE ET PAR CATEGORIE



Ethique et déontologie

En 2016, l'Ifremer a décidé d'adhérer formellement aux principes de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche signée le 26 janvier 2015 par la CPU, l'INRA, l'Inserm, le CNRS, le Cirad, l'Inria, l'IRD et l'Institut Curie. Il en a conduit une déclinaison propre, entrée en vigueur au 1^{er} janvier 2017, qui constitue la pierre angulaire de son dispositif en matière de déontologie et d'intégrité scientifique.

Pour assurer la mise en œuvre et la déclinaison opérationnelle de ce dispositif, une fonction de délégué à la déontologie et à l'intégrité a également été créée, placée auprès de la présidence de l'institut.

Le système de management de la qualité en transition vers la norme ISO 9001 version 2015



Le système de management de la qualité (SMQ) de l'Ifremer répond aux exigences de la norme ISO 9001 dans sa version de 2008, ce qui a permis sa certification par AFAQ-Afnor en novembre 2012 et son maintien depuis. En avril 2016, l'institut a décidé de lancer le projet de transition vers la nouvelle version de la norme (dite ISO 9001-2015) avec pour contrainte de présenter un SMQ adapté à l'audit de certification de novembre 2017.

Dans ce projet de transition, trois objectifs sont poursuivis :

- simplifier le système existant sur la base de l'expérience acquise depuis cinq ans et des possibilités offertes par la nouvelle norme ;
- identifier les risques et les opportunités qui peuvent affecter le déroulement des activités de l'institut ;
- renforcer l'implication de l'encadrement et des pilotes de processus.

Développement durable et responsabilité sociétale

En 2016, l'Ifremer a participé à l'évaluation de la démarche responsabilité sociétale des organismes publics (RSOP) sous forme d'un questionnaire complété par un entretien. Quarante-six organismes, soit 65 % des effectifs du club Développement durable des établissements publics (CDDEP) du MEEM se sont livrés à l'exercice. Un baromètre RSO a ainsi été élaboré, permettant de dresser un état des lieux, d'identifier les bonnes pratiques mises en œuvre et de déterminer les axes de progrès collectifs.

L'Ifremer a ainsi pu évaluer son niveau de maturité et d'engagement, sur une échelle de 1 à 4 et identifier des pistes d'amélioration. Cela met en évidence une position honorable de l'institut et identifie les pistes de progrès, avec notamment la nécessité de renforcer les dispositifs de suivi interne et d'association plus étroite de toutes les équipes.

Un nouveau progiciel de gestion intégré

Le projet Sigma de mise en place d'un progiciel de gestion intégrée (PGI) à l'Ifremer a été initié par l'institut pour optimiser ses activités de gestion grâce à une amélioration globale de la qualité des données et à une fiabilisation des traitements, pour répondre aux exigences réglementaires et pour contribuer à un meilleur pilotage grâce à une traçabilité plus complète de l'information, à un accès facilité à des états de restitution et à un pilotage pluriannuel des projets.

Le projet de mise en place d'un PGI englobe à la fois un volet RH (paie, administration du personnel, congés/ absences, formations, entretiens annuels) et un volet Finances (gestion financière : budget, achats, recettes, missions, immobilisations, comptabilité générale, comptabilité analytique, gestion de projet). Le volet RH, passant par la mise en place du progiciel HRAccess, a été traité avec succès dès 2015.

Le volet Finances a d'abord été développé à travers le projet Sigma V1 sur la période 2014-2015, qui a posé les bases du nouveau système. L'apparition d'exigences réglementaires nouvelles et structurantes postérieurement

au lancement de la consultation (GBCP en particulier), a amené à décaler le déploiement en 2017 avec une version actualisée dite V2 plus adaptée aux nouvelles exigences.

Le projet Sigma V2 a démarré en avril 2016, avec les premiers travaux de conception. À partir de mi-septembre, il est entré dans la phase de tests de recette. En parallèle des activités de tests, des travaux de préparation à la migration de données vers la nouvelle solution SIGMA V2 ont été réalisés pour une vérification technique générale avant la bascule en production du nouveau système. Les formations du personnel ont eu lieu entre novembre 2016 et janvier 2017.

En parallèle, la préparation de l'évolution organisationnelle des directions concernées (les directions des Affaires financières et des Affaires juridiques), nécessaire à un usage optimal du futur outil de gestion et à la prise en compte des dernières évolutions réglementaires, a été engagée. Elle s'est accompagnée de recrutements sur le site de Plouzané.

L'ensemble de ces actions a abouti à une mise en place effective de la nouvelle organisation en janvier 2017, en cohérence avec le déploiement du nouvel outil.

Données budgétaires et financières

Exercice 2016

L'exécution 2016 se traduit par un abondement du fonds de roulement de l'Ifremer à hauteur de 10,9 millions d'euros (M€), en lien direct avec un résultat positif de 24,56 millions d'euros, conséquence d'un repli des charges exécutées en 2016 (181,64 millions d'euros à rapprocher des 187,35 millions d'euros inscrits au budget rectificatif) et d'une augmentation des ressources (fonctionnement) comptabilisées (206,83 millions d'euros, par rapport à la prévision de 204,71 millions d'euros).

Ces données d'ensemble (résultat et niveau d'abondement du fonds de roulement) doivent être appréhendées avec prudence sans dissimuler la situation qui demeure délicate. En effet, ce solde positif est le fruit :

- de recettes significatives au titre du siège sans dépenses associées ; mais ces recettes sont d'ores et déjà gagées pour des dépenses à venir ;
- de décalages entre la perception des recettes et la réalisation des dépenses ;
- d'une reconstitution des réserves de l'institut mises à mal par l'absence de perception de la recette au titre de la convention du Fonds européen pour les affaires maritimes et la pêche (FEAMP), ce qui a amené à prélever sur les ressources et à différer d'autres programmes. À noter que le volet immobilier a pâti de cette absence de disponibilité ;
- d'un écart conjoncturel sur la masse salariale alors que le programme de stabilisation des effectifs, voire d'embauches complémentaires n'a pas porté pleinement ses effets, surtout dans un contexte de départs qui commence à s'accélérer sur le siège.

L'institut sera confronté dans les prochaines années à des enjeux importants : transfert du siège, maintien des compétences et renfort des équipes, plan immobilier, investissements scientifiques qui appellent la mobilisation des ressources dégagées en 2016.

In fine, l'exécution du budget de l'institut s'apprécie au vu des résultats de l'année écoulée. Toutefois, on ne peut se limiter à cette seule approche : il importe de lire l'exécution 2016 en se référant à l'exécution du budget 2015 (et au prélèvement de 4,9 millions d'euros sur le fonds de roulement opéré) et aux prévisions budgétaires de l'exercice qui suit (en l'occurrence 2017) afin de bien mesurer les engagements et contraintes pesant sur l'institut.

Les ressources

En 2016, les ressources globales de l'Ifremer se sont élevées à 235,87 millions d'euros et évoluent donc de - 1,95 % par rapport à la prévision 2016 (240,56 millions d'euros). Hors opérations internes, ces ressources se sont élevées à 219,22 millions d'euros, ce qui traduit une évolution de + 1,46 million d'euros (+ 0,67 %) entre l'évaluation des ressources potentielles en juin 2016 et les ressources comptabilisées au 31 décembre.

Bien que les opérations internes soient sans effet sur le résultat de l'exercice, l'écart entre les données prévisionnelles et exécutées appelle une explication. Prévu à hauteur de 22,5 millions d'euros mais réalisé à hauteur de 14,56 millions d'euros, le poste opérations internes présente un écart significatif, qui résulte pour l'essentiel de la modification du plan d'amortissement adopté en 2016, de décalages calendaires dans les « mises en service d'immobilisations » et du report de la vente du navire *Le Suroît*.

L'évolution des ressources consolidées hors opérations internes (+ 1,46 million d'euros) résulte de la conjonction des données suivantes :

- les subventions pour charges de service public (SCSP), allouées au titre du programme 172 traduisent la stabilité des moyens attribués par le MENESR et comptabilisés en 2016 (147,37 millions d'euros) par rapport à 2015 (147,58 millions d'euros) ;

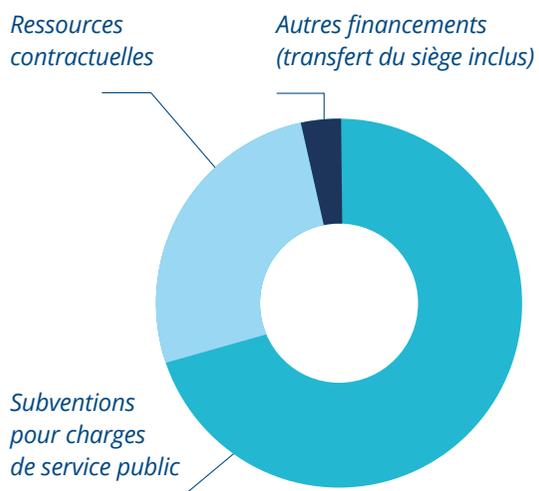
- le niveau des autres subventions pour charges de service public) est également stable. Les écarts observés résultent directement d'un décalage dans la contractualisation de certaines missions commandées par la Direction générale de l'alimentation /MAAF (- 0,82 million d'euros), partiellement compensé par un ajustement des contributions de la Direction des pêches maritimes et de l'aquaculture ;

- les ressources contractuelles comptabilisées s'établissent au niveau inscrit au budget (écart marginal de + 0,15 million d'euros, soit de + 0,25 %). Cette stabilité est l'expression d'une exécution contrastée, avec des produits (cofinancements de projets/recettes de fonctionnement) dépassant les objectifs qui figuraient au budget (+ 2,5 millions d'euros) et des ressources d'investissement, hors opérations liées au transfert du siège, en repli de - 2,3 millions d'euros ;

- une évolution de + 2,20 millions d'euros pour les ressources comptabilisées au titre du financement du transfert du siège, qui correspondent aux cofinancements apportés dans le cadre du programme de développement des équipements sismiques. Lors de la construction du budget et de son vote (lors du Conseil d'administration du 9 juin 2016), l'avancement du dossier et de l'approche contractuelle entre les différentes parties ne permettait l'inscription au titre de ressources que des seuls financements apportés dans le cadre des contrats de plan État-Région Datarmor et ARGO, soit 1,9 millions d'euros.

Répartition des ressources (hors opérations internes)

219,22 millions d'euros
Exécution du budget 2016



Les ressources globales de l'Ifremer (en euros)

RESSOURCES GLOBALES	PRÉVISIONS 2016	EXÉCUTION 2016	% DU TOTAL EXÉCUTÉ	ÉVOLUTION 2016 PRÉVISIONS/EXÉCUTION	
				EUROS	%
Subventions pour charges de service public (SCSP) Titres III et Transferts Titres VI	153 523 178	153 142 266	64,9 %	- 380 912	- 0,2 %
SCSP / Titre III - Programme 172 : Recherche dans le domaine de la gestion des milieux et des ressources	147 373 178	147 373 178	62,5 %	-	100,0 %
TRANSFERT / Titre VI - Programme 113 : Paysages, eau et biodiversité	-	-		-	
TRANSFERT / Titre VI - Programme 205 : Sécurité et affaires maritimes, pêche et aquaculture	2 650 000	3 092 088	1,3 %	442 088	16,7 %
TRANSFERT / Titre VI - Programme 206 : Sécurité et qualité sanitaires de l'alimentation	3 500 000	2 677 000	1,1 %	- 823 000	- 23,5 %
Ressources contractuelles	59 274 252	59 424 084	25,2 %	149 832	0,3 %
dont ressources contractuelles (hors subventions au titre des programmes 113, 205 et 206)	56 842 254	56 979 767	24,2 %	137 513	0,2 %
dont subventions en complément des transferts / Titres VI	2 431 998	2 444 317	1,0 %	12 319	0,5 %
Financements apportés dans le cadre du transfert du siège	1 900 000	4 109 681		2 209 681	116,3 %
Reprise sur amortissements non liés aux opérations internes	3 065 000	2 547 819		- 517 181	- 16,9 %
TOTAL DES RESSOURCES DISPONIBLES (hors opérations internes)	217 762 430	219 223 850	92,9 %	1 461 420	0,7 %
Valeur nette comptable des actifs sortis (opérations internes)	300 000	163 741	0,1 %	- 136 259	- 45,4 %
Dotations aux amortissements (opérations internes)	22 500 000	14 563 057	6,2 %	- 7 936 943	- 35,3 %
TOTAL DES RESSOURCES DISPONIBLES (hors production immobilisée)	240 562 430	233 950 648	99,2 %	- 6 611 782	- 2,7 %
Production immobilisée		1 920 761	105,5 %		
TOTAL DES RESSOURCES DISPONIBLES	240 562 430	235 871 410	100,0 %	- 4 691 020	- 2,0 %

Les ressources contractuelles de fonctionnement par origine de financement (en euros)

RESSOURCES CONTRACTUELLES	PRÉVISIONS 2016	EXÉCUTION 2016	ÉVOLUTION 2016 PRÉVISIONS / EXÉCUTION
Contribution de l'État	6 391 161	6 942 185	551 025
Agence nationale de la recherche	2 854 709	3 387 950	533 241
Organismes de l'Union européenne et partenariats internationaux	12 783 253	14 936 077	2 152 824
Collectivités territoriales et autres partenariats publics	10 968 668	10 779 267	- 189 401
Partenariat privé	14 151 148	12 838 112	- 1 313 036
Divers recettes	4 042 313	4 801 827	759 514
Total	51 191 252	53 685 419	2 494 167

Les dépenses

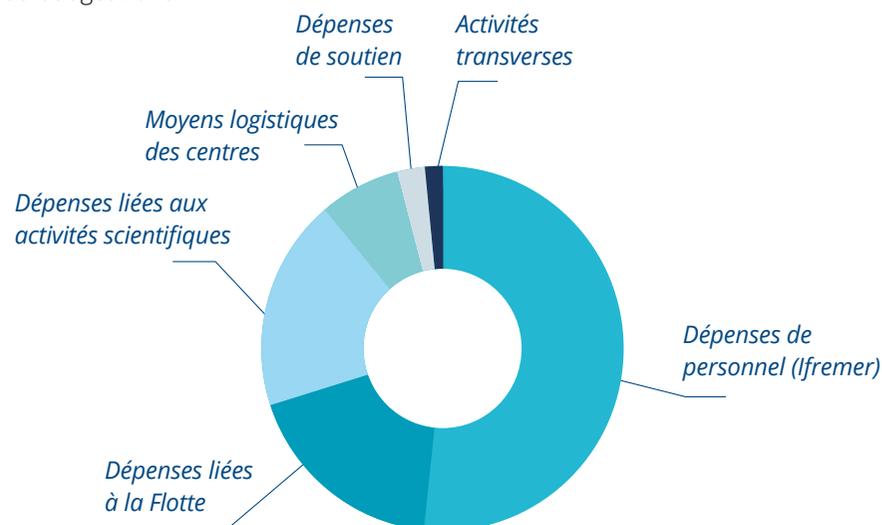
Au regard de ces moyens, les dépenses consolidées de l'Ifremer pour 2016 s'élèvent à 225,41 millions d'euros. Hors opérations internes, elles s'élèvent à 208,76 millions d'euros (pour un budget prévisionnel arrêté à 217,76 millions d'euros en budget rectificatif). Hors opérations internes et hors amortissements, elles s'élèvent à 206,22 millions d'euros (pour un budget prévisionnel de 214,70 millions d'euros). Elles décrivent *in fine* un écart de - 8,48 millions d'euros entre les moyens initialement alloués aux équipes et les crédits réellement consommés.

Outre les crédits mis en réserve au titre de la délocalisation du siège, l'exécution 2016 se caractérise par la baisse sensible de trois types de consommations :

- une baisse des charges de personnel (de - 3,37 millions d'euros),
- une baisse des dépenses liées à la programmation de la flotte (- 2 millions d'euros),
- un repli conjoncturel global des dépenses sur le poste activités scientifiques, ceci pour l'essentiel dû au report de calendrier qu'ont subi les opérations Datarmor et « Sismique nouvelle génération ».

Répartition des dépenses (hors amortissements et opérations internes)

206,22 millions d'euros
Exécution du budget 2016



Les dépenses globales de l'Ifremer (en euros)

DÉPENSES GLOBALES	PRÉVISIONS 2016	EXÉCUTION 2016	POURCENTAGE DU TOTAL DES DÉPENSES EXÉCUTÉES	ÉVOLUTION 2016 PRÉVISIONS/EXÉCUTION	
				EUROS	%
Dépenses de personnel (Ifremer)	110 681 057	107 308 871	52,0%	- 3 372 186	- 3,0%
Dépenses liées à la Flotte	39 808 525	37 843 498	18,4%	- 1 965 027	- 4,9%
Dépenses liées aux activités scientifiques	39 737 640	37 674 894	18,3%	- 2 062 746	- 5,2%
Moyens logistiques / Centres	14 913 030	15 372 697	7,5%	459 667	3,1%
Dépenses de soutien	3 472 178	4 338 852	2,1%	866 674	25,0%
Activités transverses	3 685 000	3 678 301	1,8%	- 6 699	- 0,2%
Transfert du siège (crédits réservés)	2 400 000	0	ns	- 2 400 000	ns
Total des dépenses (hors amortissements et opérations internes)	214 697 430	206 217 113	100%	- 8 480 317	- 3,9%
Amortissement, quote-part des actifs réévalués	865 000	863 069		- 1 931	- 0,2%
Autres amortissements hors opérations internes	2 200 000	1 684 750		- 515 250	- 23,4%
Amortissements hors opérations internes	3 065 000	2 547 819		- 517 181	- 16,9%
Valeur nette comptable des actifs sortis (opérations internes)	300 000	163 741		- 136 259	- 45,4%
Dotations aux amortissements (opérations internes)	22 500 000	14 563 057		- 7 936 943	- 35,3%
Opérations internes	22 800 000	14 726 798		- 8 073 202	- 35,4%
Total des dépenses (y compris amortissements et opérations internes)	240 562 430	223 491 730		- 17 070 700	- 7,1%
Dépenses de personnel (Ifremer + Genavir)	131 764 057	128 348 672		- 3 415 385	- 2,6%

BILAN À LA CLÔTURE AVANT AFFECTATION DU RÉSULTAT (EUROS)

BILAN - ACTIF	2016			2015	Évolution
	Brut	Amortissements et provisions	Net	Net	
ACTIF IMMOBILISÉ					
IMMOBILISATIONS INCORPORELLES					
Frais d'établissement	13 270,16	13 270,16	0,00	0,00	-
Frais de recherche et de développement	0,00	0,00	0,00	13 111,11	- 100,0 %
Concessions et droits similaires, brevets, licences, marques, procédés, logiciels, droits et valeurs	38 527 293,68	31 184 545,09	7 342 748,59	3 512 695,73	109,0 %
Fonds commercial	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Autres immobilisations incorporelles	208 522,16	208 522,16	0,00	0,00	-
Immobilisations incorporelles en cours	4 384 602,03	0,00	4 384 602,03	5 006 275,04	- 12,4 %
Avances et acomptes versés sur commandes d'immobilisations incorporelles	4 287 546,85	0,00	4 287 546,85	2 930 740,01	46,3 %
TOTAL - IMMOBILISATIONS INCORPORELLES	47 421 234,88	31 406 337,41	16 014 897,47	11 462 821,89	39,7 %
IMMOBILISATIONS CORPORELLES					
Terrains et aménagements	7 553 442,13	1 155 136,37	6 398 305,76	6 344 404,91	0,8 %
Constructions	119 493 753,62	71 615 994,41	47 877 759,21	49 274 197,33	- 2,8 %
Installations techniques, matériel et outillage industriels	126 183 575,35	114 538 737,41	11 644 837,94	11 797 619,68	- 1,3 %
Collections	872 856,49	0,00	872 856,49	895 724,14	- 2,6 %
Navires et engins sous-marins	219 494 081,49	139 329 600,57	80 164 480,92	82 780 696,39	- 3,2 %
Autres immobilisations corporelles	34 869 102,93	32 098 123,20	2 770 979,73	2 965 690,35	- 6,6 %
Immobilisations corporelles en cours	7 484 954,31	0,00	7 484 954,31	6 187 069,85	21,0 %
Avances et acomptes versés sur commandes d'immobilisations corporelles	24 679 795,76	0,00	24 679 795,76	17 823 758,43	38,5 %
TOTAL - IMMOBILISATIONS CORPORELLES	540 631 562,08	358 737 591,96	181 893 970,12	178 069 161,08	2,1 %
IMMOBILISATIONS FINANCIÈRES					
Participations	671 857,68	160 379,60	511 478,08	515 578,08	- 0,8 %
<i>dont autres formes de participations (Quae)</i>	125 000,00	0,00	125 000,00	125 000,00	0,0 %
Créances rattachées à des participations	0,00	0,00	0,00	0,00	-
TIAP	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Autres titres immobilisés	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Prêts	5 855 245,80	0,00	5 855 245,80	5 716 334,10	2,4 %
Autres (dépôts et cautionnements versés)	640 399,76	0,00	640 399,76	441 130,17	45,2 %
TOTAL - IMMOBILISATIONS FINANCIÈRES	7 167 503,24	160 379,60	7 007 123,64	6 673 042,35	5,0 %
TOTAL - ACTIF IMMOBILISÉ	595 220 300,20	390 304 308,97	204 915 991,23	196 205 025,32	4,4 %

BILANS FINANCIERS ET COMPTABLES

BILAN - ACTIF	2016			2015	Évolution
	Brut	Amortissements et provisions	Net	Net	
ACTIF CIRCULANT					
TOTAL - STOCKS ET EN COURS	0,00	0,00	0,00	0,00	-
TOTAL - AVANCES ET ACOMPTES VERSÉS SUR COMMANDES	3 721 186,44	0,00	3 721 186,44	3 918 547,17	- 5,0 %
CRÉANCES					-
Créances clients et comptes rattachés	11 225 922,87	1 585 987,63	9 639 935,24	7 156 928,29	34,7 %
Autres	32 639 850,94	0,00	32 639 850,94	26 826 380,41	21,7 %
<i>dont personnel et comptes rattachés</i>	113 838,38	0,00	113 838,38	120 345,15	- 5,4 %
<i>dont Sécurité sociale et organismes sociaux</i>	22 553,35	0,00	22 553,35	0,00	
<i>dont État et collectivités</i>	32 503 459,21	0,00	32 503 459,21	26 706 035,26	
<i>dont subventions</i>	7 153 283,72	0,00	7 153 283,72	6 686 152,39	
TOTAL - CRÉANCES	43 865 773,81	1 585 987,63	42 279 786,18	33 983 308,70	24,4 %
TOTAL - CRÉANCES HORS EXPLOITATION	188 614,90	0,00	188 614,90	1 064 312,41	- 82,3 %
DISPONIBILITÉS					-
Actions (titres cotés)	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Autres titres	0,00	0,00	0,00	0,00	-
Banque	46 018 344,00	0,00	46 018 344,00	36 003 922,48	27,8 %
<i>dont banques privées</i>	1 275 457,66	0,00	1 275 457,66	459 248,05	177,7 %
<i>dont Direction générale des Finances publiques</i>	44 732 032,90	0,00	44 732 032,90	35 536 190,30	25,9 %
Caisse	0,00	0,00	0,00	3 165,62	- 100,0 %
Régies d'avances	48 978,48	0,00	48 978,48	49 449,87	- 1,0 %
Régies de recettes	0,00	0,00	0,00	50,00	- 100,0 %
TOTAL - DISPONIBILITÉS	46 067 322,48	0,00	46 067 322,48	36 056 587,97	27,8 %
RÉGULARISATIONS					-
Charges constatées d'avance	14 941,14	0,00	14 941,14	26 307,76	- 43,2 %
TOTAL - RÉGULARISATIONS	14 941,14	0,00	14 941,14	26 307,76	- 43,2 %
TOTAL - ACTIF CIRCULANT	93 857 838,77	1 585 987,63	92 271 851,14	75 049 064,01	22,9 %
TOTAL - ACTIF	689 078 138,97	391 890 296,60	297 187 842,37	271 254 089,33	9,6 %

BILAN À LA CLÔTURE AVANT AFFECTATION DU RÉSULTAT (EUROS)

BILAN - PASSIF	Exercice 2016	Exercice 2015	Évolution
CAPITAUX PROPRES			
CAPITAL			
APPORTS EN DOTATION			
État - Dotations	347 193,57	347 193,57	0,0 %
État - Compléments de dotations	497 008 523,35	497 528 413,76	- 0,1 %
Autres organismes - Compléments de dotations	0,00	0,00	-
Reprise au résultat	- 364 564 248,94	- 355 070 918,96	2,7 %
Dons et legs en capital	0,00	0,00	-
Primes d'émission, de fusion, d'apport	0,00	0,00	-
TOTAL - APPORTS EN DOTATION	132 791 467,98	142 804 688,37	- 7,0 %
TOTAL - ÉCARTS DE RÉÉVALUATION	18 760 830,03	18 760 830,03	0,0 %
RÉSERVES			
Réserve légale	0,00	0,00	-
Réserves statutaires ou contractuelles	0,00	0,00	-
Réserves réglementées	0,00	0,00	-
Réserves facultatives	18 487 753,60	5 190 947,72	256,2 %
Autres réserves	0,00	0,00	-
TOTAL - RÉSERVES	18 487 753,60	5 190 947,72	256,2 %
REPORT À NOUVEAU	1 172 693,73	228 164,75	414,0 %
RÉSULTAT DE L'EXERCICE (BÉNÉFICE OU PERTE)	24 561 745,10	14 223 938,53	72,7 %
SUBVENTIONS D'INVESTISSEMENT			
Subventions d'investissement	31 240 056,04	25 362 775,53	23,2 %
Reprise au résultat	- 15 681 316,92	- 14 399 665,43	8,9 %
TOTAL - SUBVENTIONS D'INVESTISSEMENT	15 558 739,12	10 963 110,10	41,9 %
TOTAL - CAPITAUX PROPRES	211 333 229,56	192 171 679,50	10,0 %
PROVISIONS			
Provisions pour risques	1 631 000,00	1 611 000,00	1,2 %
Provisions pour charges	17 423 298,12	16 884 833,82	
<i>dont provisions pour pensions et obligations similaires</i>	12 691 128,08	12 660 320,08	0,2 %
<i>dont provisions pour engagements Unedic</i>	3 754 373,18	3 345 498,18	12,2 %
<i>dont autres provisions pour charges</i>	977 796,86	879 015,56	11,2 %
TOTAL - PROVISIONS	19 054 298,12	18 495 833,82	3,0 %

	Exercice 2016	Exercice 2015	Évolution
DETTES			
EMPRUNTS ET DETTES ASSIMILÉES			
Emprunts obligataires convertibles	0,00	0,00	-
Autres emprunts obligataires	0,00	0,00	-
Emprunts et dettes des établissements de crédits	0,00	0,00	-
Emprunts et dettes financières diverses	34 771,41	34 771,41	0,0 %
TOTAL - EMPRUNTS ET DETTES ASSIMILÉES	34 771,41	34 771,41	0,0 %
AVANCES ET ACOMPTES REÇUS SUR COMMANDE	168 785,67	537 058,34	- 68,6 %
DETTES D'EXPLOITATION			
Dettes fournisseurs et comptes rattachés	11 345 404,36	8 407 947,08	34,9 %
Dettes fiscales et sociales	47 841 590,23	42 963 933,89	11,4 %
<i>dont Personnel et comptes rattachés</i>	12 014 028,62	11 465 690,95	4,8 %
<i>dont Sécurité sociale et organismes sociaux</i>	10 079 168,24	11 150 164,59	
<i>dont État et collectivités</i>	9 546 995,47	5 352 553,46	
<i>dont Avances et acomptes reçus sur subventions</i>	16 201 397,90	14 995 524,89	8,0 %
TOTAL - DETTES D'EXPLOITATION	59 186 994,59	51 371 880,97	15,2 %
DETTES HORS EXPLOITATION			
Dettes sur immobilisations et comptes rattachés	4 359 389,11	5 131 612,91	- 15,0 %
Autres dettes	2 981 614,36	3 462 058,38	- 13,9 %
TOTAL - DETTES HORS EXPLOITATION	7 341 003,47	8 593 671,29	- 14,6 %
RÉGULARISATIONS	0,00	0,00	-
Produits constatés d'avance	68 759,55	49 194,00	39,8 %
TOTAL - RÉGULARISATIONS	68 759,55	49 194,00	39,8 %
TOTAL - DETTES	66 800 314,69	60 586 576,01	10,3 %
TOTAL - ÉCARTS DE CONVERSION PASSIF	0,00	0,00	-
TOTAL - PASSIF	297 187 842,37	271 254 089,33	9,6 %

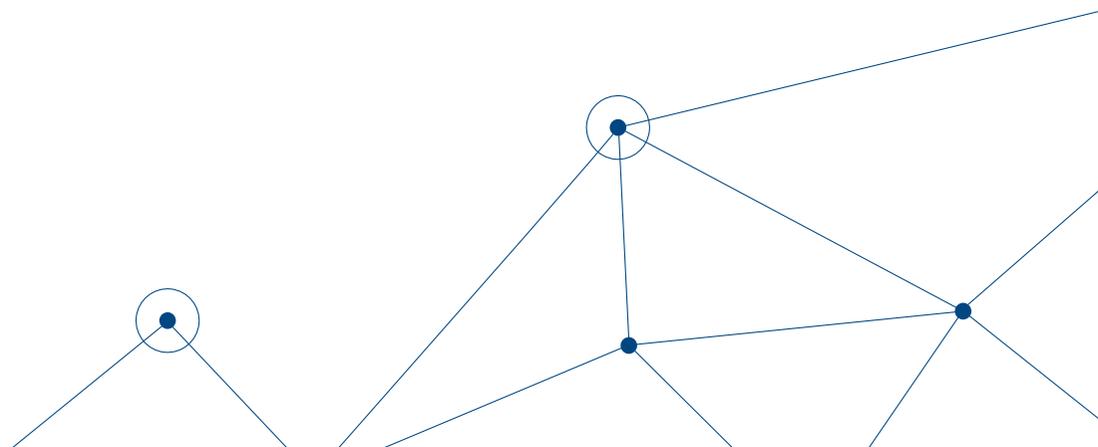


RÉSULTAT (€) - PARTIE 1	Exercice 2016	Exercice 2015	Évolution
PRODUITS D'EXPLOITATION			
Ventes de marchandises	8,33	58,32	- 85,7 %
Travaux et prestations de services	19 512 446,32	16 103 974,91	21,2 %
Produits des activités annexes	2 045 906,91	2 016 035,37	1,5 %
Production vendue	21 558 353,23	18 120 010,28	19,0 %
Montant net du chiffre d'affaires	21 558 361,56	18 120 068,60	19,0 %
Production stockée	0,00	0,00	-
Production immobilisée	1 920 761,34	1 583 524,88	21,3 %
TOTAL - PRODUCTION DE L'EXERCICE	23 479 122,90	19 703 593,48	19,2 %
Subventions pour Charges de Service Public	155 586 583,00	156 015 728,60	- 0,3 %
Subventions de l'Agence Nationale de la Recherche	3 365 844,69	1 843 410,57	82,6 %
Autres subventions non taxables reçues de l'État	7 155 883,23	568 824,66	1158,0 %
Autres subventions non taxables reçues des collectivités locales	849 434,52	1 449 050,52	- 41,4 %
Subventions non taxables reçues des autres organismes publics	12 602 082,63	12 498 164,32	0,8 %
Autres subventions d'exploitation	1 668 126,48	1 666 142,69	0,1 %
TOTAL - SUBVENTIONS D'EXPLOITATION	181 227 954,55	174 041 321,36	4,1 %
Quote-part reprise au résultat des financements rattachés à des actifs	14 726 798,18	20 558 868,11	-28,4 %
Reprises sur provisions	996 449,32	1 374 370,03	-27,5 %
Transferts de charges d'exploitation	1 055 939,30	66 278,87	1493,2 %
Reprises sur provisions et amortissements / transferts de charges	16 779 186,80	21 999 517,01	-23,7 %
Autres produits	1 659 261,13	1 832 707,33	-9,5 %
TOTAL - PRODUITS D'EXPLOITATION	223 145 525,38	217 577 139,18	2,6 %

	Exercice 2016	Exercice 2015	Évolution
CHARGES D'EXPLOITATION			
Matières premières	0,00	0,00	-
Autres approvisionnements	0,00	0,00	-
Achats de marchandises	0,00	0,00	-
Matières premières	0,00	0,00	-
Autres approvisionnements	0,00	0,00	-
Variation de stocks	0,00	0,00	-
Autres achats et charges externes	6 256 692,89	5 780 476,42	8,2 %
Achats d'études et de prestations de services	0,00	43 022,01	- 100,0 %
Achats de matériels, équipements et travaux	1 466,53	6 017,30	- 75,6 %
Achats incorporés aux produits	1 466,53	49 039,31	- 97,0 %
TOTAL - ACHATS	6 258 159,42	5 829 515,73	7,4 %
Sous-traitance	33 203 535,30	36 647 242,63	- 9,4 %
Locations et charges locatives	1 303 227,93	1 534 761,05	- 15,1 %
Maintenance	5 819 774,43	4 773 045,48	21,9 %
Primes d'assurances	775 170,45	879 375,08	- 11,8 %
Études et recherches	555 219,78	934 237,70	- 40,6 %
Divers	627 739,81	682 587,00	-8,0 %
Personnel extérieur à l'entreprise	305 469,40	548 046,23	- 44,3 %
Rémunérations d'intermédiaires et honoraires	605 983,30	488 332,55	24,1 %
Publicité, publications, relations extérieures	233 187,62	285 873,16	- 18,4 %
Transports de biens et transports collectifs du personnel	375 922,96	423 186,09	- 11,2 %
Déplacements, missions et réceptions	4 478 045,91	4 470 141,25	0,2 %
Frais postaux et de télécommunication	961 492,65	985 141,86	- 2,4 %
Services bancaires et assimilés	3 136,43	1 267,12	147,5 %
Divers	15 494 225,44	14 157 277,23	9,4 %
TOTAL - SERVICES EXTÉRIEURS	64 742 131,41	66 810 514,43	- 3,1 %
Montant des consommations intermédiaires	71 000 290,83	72 640 030,16	- 2,3 %
Impôts sur rémunérations	8 153 798,97	7 900 015,31	3,2 %
Impôts et autres organismes	1 373 713,42	1 320 984,22	4,0 %
TOTAL - IMPÔTS, TAXES ET VERSEMENTS ASSIMILÉS	9 527 512,39	9 220 999,53	3,3 %
Salaires et traitements	68 403 134,00	66 755 253,95	2,5 %
Charges sociales	29 038 864,31	30 272 170,76	- 4,1 %
TOTAL - DÉPENSES DE PERSONNEL	97 441 998,31	97 027 424,71	0,4 %

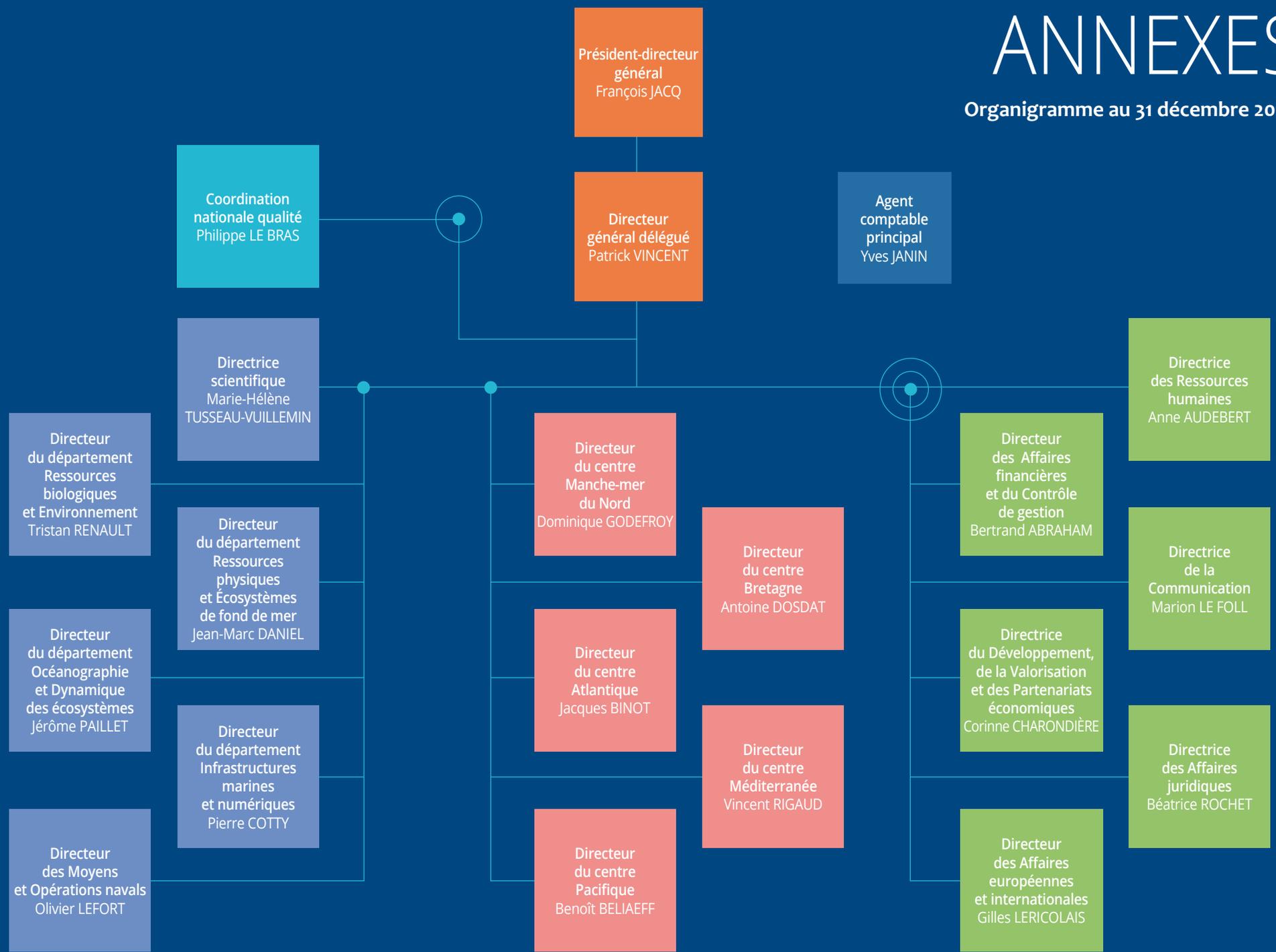
RÉSULTAT (€) - PARTIE 2	Exercice 2016	Exercice 2015	Évolution
Amortissements des immobilisations	17 105 392,30	21 996 036,60	- 22,2 %
Dépréciations des immobilisations	0,00	0,00	-
Dépréciations des actifs circulants	584 298,13	203 361,50	187,3 %
Provisions pour risques et charges	888 033,00	1 090 380,00	- 18,6 %
Dotations aux amortissements et dépréciations	18 577 723,43	23 289 778,10	- 20,2 %
Autres charges	1 678 961,13	1 234 186,36	36,0 %
TOTAL - CHARGES D'EXPLOITATION	198 226 486,09	203 412 418,86	- 2,5 %
RÉSULTAT D'EXPLOITATION	24 919 039,29	14 164 720,32	75,9 %
Quote-part de résultats sur opérations faites en commun	0,00	0,00	-
Bénéfice ou perte transférée	0,00	0,00	-
Perte ou bénéfice transféré	0,00	0,00	-
PRODUITS FINANCIERS			
Produits financiers de participations	263 250,00	70 911,00	271,2 %
Produits financiers d'autres valeurs mobilières et créances de l'actif immobilisé	0,00	5 390,97	- 100,0 %
Autres intérêts et produits assimilés	281,10	281,60	-0,2 %
Reprises sur provisions	8 232,25	0,00	-
Transferts de charges	0,00	0,00	-
Reprises sur provisions et transferts de charges	8 232,25	0,00	-
Différences positives de change	4 500,46	9 473,87	- 52,5 %
Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement	0,00	0,00	-
TOTAL - PRODUITS FINANCIERS	276 263,81	86 057,44	221,0%
CHARGES FINANCIÈRES			
Dotations aux amortissements et provisions	4 100,00	0,00	-
Intérêts et charges assimilées	0,60	159,14	- 99,6 %
Différences négatives de change	3 544,62	9 385,72	- 62,2 %
Charges nettes sur cession de valeurs mobilières de placement	0,00	0,00	-
TOTAL - CHARGES FINANCIÈRES	7 645,22	9 544,86	-19,9%
RÉSULTAT FINANCIER	268 618,59	76 512,58	251,1 %
RÉSULTAT COURANT AVANT IMPÔT	25 187 657,88	14 241 232,90	76,9 %

	Exercice 2016	Exercice 2015	Évolution
PRODUITS EXCEPTIONNELS			
Produits exceptionnels sur opérations de gestion	15 890,48	11 857,00	34,0 %
Produits des cessions d'actifs	36 779,34	799 610,60	- 95,4 %
Sur opération en capital	36 779,34	799 610,60	- 95,4 %
Autres produits exceptionnels	785,28	838,00	-6,3 %
Reprises sur provisions et transferts de charges	0,00	0,00	-
TOTAL - PRODUITS EXCEPTIONNELS	53 455,10	812 305,60	-93,4 %
CHARGES EXCEPTIONNELLES			
Charges exceptionnelles sur opérations de gestion	460 986,22	438 619,13	5,1 %
Valeur nette comptable des actifs cédés	169 224,69	274 581,22	- 38,4 %
Autres charges exceptionnelles	24 156,97	91 399,62	- 73,6 %
Sur opération en capital	193 381,66	365 980,84	- 47,2 %
Dotation aux amortissements et provisions	0,00	0,00	-
TOTAL - CHARGES EXCEPTIONNELLES	654 367,88	804 599,97	-18,7%
RÉSULTAT EXCEPTIONNEL	-600 912,78	7 705,63	- 7 898,4 %
Participation des salariés aux résultats	0,00	0,00	-
Impôts sur les bénéfices	25 000,00	25 000,00	0,0 %
RÉSULTAT BRUT	24 586 745,10	14 248 938,53	72,6 %
TOTAL - PRODUITS	223 475 244,29	218 475 502,22	2,3 %
TOTAL - CHARGES	198 913 499,19	204 251 563,69	- 2,6 %
BÉNÉFICE (+) OU PERTE (-)	24 561 745,10	14 223 938,53	72,7 %



ANNEXES

Organigramme au 31 décembre 2016



CONSEIL D'ADMINISTRATION au 4 octobre 2016

PRÉSIDENT
François JACQ

MEMBRES REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT

Ministère chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche
Elisabeth VERGÈS
Suppléant : Bernard COMMÈRE

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer
Philippe COURTIER
Suppléante : Aurélie SUNARA

Laure TOURJANSKY
Suppléant : Maximilien SIMON

Ludovic SCHULTZ
Suppléante : Stéphanie CUBIER

Ministère de la Défense
Contre-amiral Bernard-Antoine MORIO DE L'ISLE
Suppléant : Capitaine de vaisseau Lionel PILLAN

Ministère de l'Économie et des Finances
Nicolas HENGY

Ministère chargé de l'Industrie et du Numérique
Sylvie METZ-LARUE
Suppléant : François VILLEREZ

Ministère des Affaires étrangères et du Développement international
Clélia CHEVRIER KOLACKO
Suppléant : Anisse BEN YOUNES

MEMBRES CHOISIS POUR LEURS COMPÉTENCES DANS LES DOMAINES PROCHES DE CEUX DE L'IFREMER

Julien LAMOTHE
Secrétaire général de l'Association nationale des organisations de producteurs de la pêche maritime et des cultures marines

Michel EDDI
Président du Cirad

Françoise MÉCHIN
IFP Énergies nouvelles

Stéphanie THIÉBAULT
Directrice de l'Institut Écologie et Environnement (InEE) du CNRS

Gérald VIAUD
Président du Comité national de la conchyliculture

REPRÉSENTANTS ÉLUS DU PERSONNEL DE L'IFREMER

CFDT
Loïc LE DÉAN
Loïc PETIT DE LA VILLÉON
Catherine SATRA LE BRIS
Jean TOURNADRE
Cathy TREGUIER
CGT
Joël KNOERY
Carla SCALABRIN

MEMBRES AVEC VOIX CONSULTATIVE

Commissaire du gouvernement
Thierry BERGEONNEAU

Secrétaire général de la mer
Vincent BOUVIER

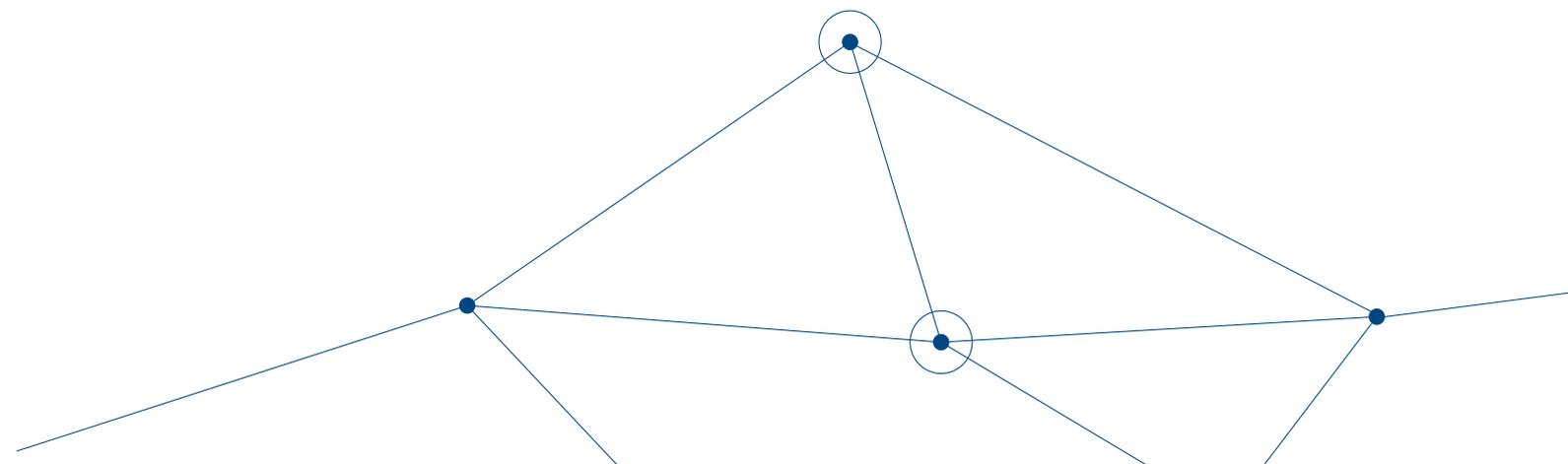
Représentante du ministère chargé des départements d'outre-mer
Marie-Pierre CAMPO

Contrôle général économique et financier
Philippe DEBET

Président du Comité scientifique de l'Ifremer
Patrick LANDAIS

Agent comptable principal de l'Ifremer
Yves JANIN

Secrétaire du CCE
Jean-Bernard DONOU



COMITE SCIENTIFIQUE au 4 octobre 2016

MEMBRES NOMMÉS PAR ARRÊTÉ CONJOINT DES MINISTRES DE TUTELLES

Patrick LANDAIS
Président
Directeur délégué à l'innovation
et au développement de l'Andra

Denis ALLEMAND
Directeur scientifique du Centre scientifique
de Monaco

Chris BOWLER
Directeur de recherche CNRS, École
normale supérieure,
directeur de la section Génomique
environnementale et évolutive

Francesco CHIOCCI
Professeur à l'université La Sapienza,
Sciences de la Terre, Rome (Italie)

Pascale DELÉCLUSE,
Directrice de l'INSU au CNRS

Marion GEHLEN
Directrice de recherche CEA, laboratoire
des sciences du climat et de
l'environnement, Gif-sur-Yvette

Peter M. J. HERMAN
Senior Adviser, Deltares, Marine and Coastal
Systems, Delft (Pays-Bas)

François LALLIER
Directeur de l'UMR Adaptation et diversité
en milieu marin, université Pierre et Marie
Curie, Roscoff

Marina LÉVY
Directrice de recherche CNRS,
laboratoire d'océanographie
et du climat : expérimentations
et approches numériques.
Institut Pierre Simon Laplace, Paris

Jean-Marie MOUCHEL
Professeur, université Pierre et Marie Curie,
Paris, directeur du programme Piren Seine

Fabienne PETIT
Professeur, université de Rouen, directrice
de la Fédération Sciences appliquées
à l'environnement

Edwige QUILLET
Directrice de recherche INRA, responsable
de l'équipe Génétique en aquaculture,
UMR GABI, Jouy-en-Josas

Hélène REY-VALETTE
Maître de conférences, UMR Lameta,
Faculté d'économie, Montpellier

MEMBRES ÉLUS DU PERSONNEL IFRIMER

Marie-Édith BOUHIER, titulaire CFDT
Ingénieur acousticien

Franck COPPIN, suppléant CFDT
Ingénieur dynamique des pêcheries

Catherine DREANNO, suppléante CGT
Chercheur en biologie moléculaire

Raymond KAAS, titulaire CGT
Chercheur en biologie et écophysiologie
des algues

Karine OLU-LE ROY, suppléante CFDT
Chercheur en écologie des systèmes
chimio-synthétiques, sciences de la vie

Jean-François PÉPIN, titulaire CFDT
Cadre en santé animale des mollusques

INVITÉS PERMANENTS

François CARLOTTI
GT Mer AllEnvi, directeur-adjoint de l'Institut
méditerranéen d'océanologie scientifique

Jacqueline GARNIER-LAPLACE
GT Risques AllEnvi, directrice du
département Recherche et expertise
sur les risques environnementaux, Institut
de radioprotection et de sûreté nucléaire

Didier GASCUEL
GT Mer AllEnvi, directeur du pôle
Halieutique, mer et littoral, Agrocampus
Ouest

Yves-Marie PAULET
GT Mer AllEnvi, Professeur, université
de Bretagne occidentale, Brest

Sylvie REBUFFAT
Professeur, Muséum national d'Histoire
naturelle
Comité de pilotage scientifique d'AllEnvi

Thomas CHANGEUX
GT Mer AllEnvi, comité outre-mer, IRD

SECRÉTAIRE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Marie-Hélène TUSSEAU-VUILLEMIN
Directrice scientifique de l'Ifremer

COMITE TECHNIQUE ET INDUSTRIEL au 4 octobre 2016

Jacqueline LECOURTIER
Présidente

Eric PAPIN
DCNS

Pierre BALIGUET
Sercel

Arnaud BOCQUET
Pierre Fabre

Maurice BOUTECA
IFP Énergies nouvelles

Julien DENEGRE
Technip

Marie-Christine HUAU
Véolia

Gérard JACQUIN
INRA

Bruno JARRY
Académie des Technologies

Jean-Claude LE BLEIS
NKE

Fabien NAPOLITANO
iXblue

Éric CAUQUIL
Total

Ludovic DONATI
Eramet

Jean-Pierre VADET
ECA Robotics

Jean-Baptiste DE FRANCQUEVILLE
**Ministère de l'Environnement,
de l'Énergie et de la Mer**

Thomas LOMBES
**Ministère chargé de l'Enseignement
supérieur et de la Recherche**

PARTICIPANTS DE L'IFREMER

Christine CHOPIN
Représentante syndicale CFDT

Ingrid PUILLAT
Représentante syndicale CGT

Remerciements à l'ensemble du personnel de l'Ifremer ayant collaboré à la réalisation de ce document.
Conception et réalisation graphique : H.Comm
Ce document est imprimé sur du papier issu de forêts gérées durablement.
L'Imprimerie des Hauts de Vilaine est certifiée Imprim'Vert.





CARTE DES IMPLANTATIONS



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

