

Une année de science sur les mers du monde

2021







Sommaire

07 Édito	07 À l'honneur cette année, Benoît Ildefonse, chercheur au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et président de la Commission nationale de la flotte hauturière (CNFH)
	08 François Houllier, Président-directeur général de l'Ifremer

10 2021 en chiffres	
----------------------------	--

13 Les temps forts de l'année 2021	14 Interview de Christine David-Beausire, directrice adjointe et directrice scientifique de la Flotte océanographique française opérée par l'Ifremer
	16 1 ^{re} édition des Rencontres de la Flotte océanographique française

17 Cartes des missions	
-------------------------------	--

22 Explorer l'océan pour faire progresser la science	24 Cerner les processus régulateurs du climat
	26 Comprendre les écosystèmes profonds
	28 Étudier la biodiversité marine
	31 Surveiller les populations halieutiques
	33 Prévoir les aléas sous-marins

36 Partenariats et coopérations	37 20 ans de coopération avec la Marine nationale et le Service hydrographique et océanographique de la Marine
	44 Plongée d'Ariane sur <i>La Lune</i>
	45 Une première université flottante à bord de Ghass 2

46 Évolution des navires et des engins	47 Modernisation et déploiement du ROV Victor6000
	48 La rénovation de <i>L'Atalante</i>

52 Développements technologiques et numériques	53 Évaluation du potentiel des drones marins de surface
	54 Surveillance des écosystèmes coralliens de La Réunion par le robot Vortex
	55 La poursuite des essais d'Ulyx
	56 Mise en service du nouveau caisson d'essais hyperbares de Toulon
	57 Projet DeepSea'nnovation

58 Campagnes océanographiques 2021	
---	--

75 Annexes	
-------------------	--

Un fantastique outil commun

«Après dix années de travail au sein de la Commission nationale de la flotte hauturière, que j'ai le plaisir de présider depuis 2019, je mesure aujourd'hui le chemin parcouru par notre communauté scientifique. Regroupée en une infrastructure unique en son genre, la Flotte océanographique française est un vecteur performant de la recherche océanographique, depuis le déploiement de technologies permettant de collectivement progresser dans notre compréhension de la dynamique des océans, du vivant et de la planète, jusqu'à la formation des jeunes par la recherche.

Les campagnes océanographiques sont aussi de formidables aventures humaines et je suis toujours heureux de partir en mer. Je suis persuadé que ce sentiment est partagé par l'ensemble de mes collègues, biologistes, chimistes, physiciens et géologues, qui ont la chance d'avoir à leur disposition ce fantastique outil commun. Longue vie à la Flotte océanographique française!»

Benoît Ildelfonse, chercheur au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) et président de la Commission nationale de la flotte hauturière (CNFH)

Photo: IODP |



Édito

«Après une année 2020 marquée par une activité très réduite du fait de la pandémie de Covid-19, 2021 a vu une forte reprise des activités de la Flotte océanographique française.»



| Photo: Olivier Dugornay / Ifremer

C'est ainsi que 470 jours de recherche ont été accomplis sur les navires hauturiers, contre 234 seulement en 2020, et que plusieurs belles campagnes ont été conduites, dont, à titre d'exemple :

- en début d'année, la campagne Swings sur le *Marion Dufresne II* afin de mieux comprendre comment fonctionne la « pompe biologique » de l'océan Austral qui participe à la régulation du climat en absorbant le CO₂ atmosphérique ;
- en mer Noire, la campagne Ghass 2 à bord du *Pourquoi pas ?* afin d'évaluer la menace que représente la fonte des hydrates de gaz piégés sous forme de glace au fond de l'océan ;
- dans la grande vasière du golfe de Gascogne, une zone essentielle à la reproduction de plusieurs espèces, dont la sole et le merlu, la campagne Pacman à bord du *Côtes de la Manche* pour analyser l'évolution des habitats marins, en s'appuyant notamment sur des acquisitions vidéo.

Ce regain n'a cependant que très partiellement compensé les annulations et retards accumulés en 2020. Le contexte sanitaire, encore difficile, a de nouveau nécessité des efforts particuliers de la part de la direction de la Flotte océanographique, qui a dû ajuster sa programmation aux circonstances, comme de la part des scientifiques embarqués et des équipages de la filiale Genavir.

Le rendez-vous était très attendu : fin mars, « les Rencontres de la Flotte océanographique française », les toutes premières depuis son unification en 2018, ont été organisées en mode distanciel. Pendant trois jours, ce sont plus de quatre cents personnes qui ont ainsi échangé sur l'organisation, les moyens et les activités de la flotte aussi bien que sur ses perspectives.

2021 a aussi permis de préparer l'avenir. Dans le cadre du projet « Système expert et multiplateformes de navigation autonome » (Semna II), porté par l'entreprise iXblue et financé par Bpifrance, l'Ifremer s'est associé à l'École nationale supérieure maritime (ENSM) et aux sociétés Forseea Robotics et Donecle pour étudier le potentiel des drones marins de surface en vue de leur introduction future dans la Flotte océanographique française. Une première mission d'évaluation a eu lieu en novembre 2021 sur le navire *L'Europe* ; elle sera suivie de nouvelles expérimentations dans les années à venir.

Repoussés d'un an du fait de la crise sanitaire, la grande maintenance de *L'Atalante* et le changement de ses groupes électrogènes ont enfin pu avoir lieu au chantier Piriou Naval Services à Concarneau. Au-delà des nouveaux équipements installés qui garantissent le potentiel scientifique du navire jusqu'à sa fin de vie à l'horizon 2030, les équipes techniques de l'Ifremer et de Genavir ont fait porter l'effort sur le traitement de fond d'un certain nombre de problèmes récurrents constatés depuis plusieurs années.

Enfin, l'Ifremer est heureux de voir que, au bout de vingt ans et grâce à une confiance réciproque patiemment construite, le partenariat noué avec la Marine nationale autour du *Pourquoi pas ?* et du *Beautemps-Beaupré* est toujours riche de missions ambitieuses et porteur de perspectives d'avenir en commun. L'extension de ce partenariat à la connaissance et à la maîtrise des grands fonds marins constitue ainsi un bel enjeu pour les prochaines années.»

François Houllier,
Président-directeur général de l'Ifremer

Chiffres clés

2 329 jours d'activité scientifique

470

Navires hauturiers

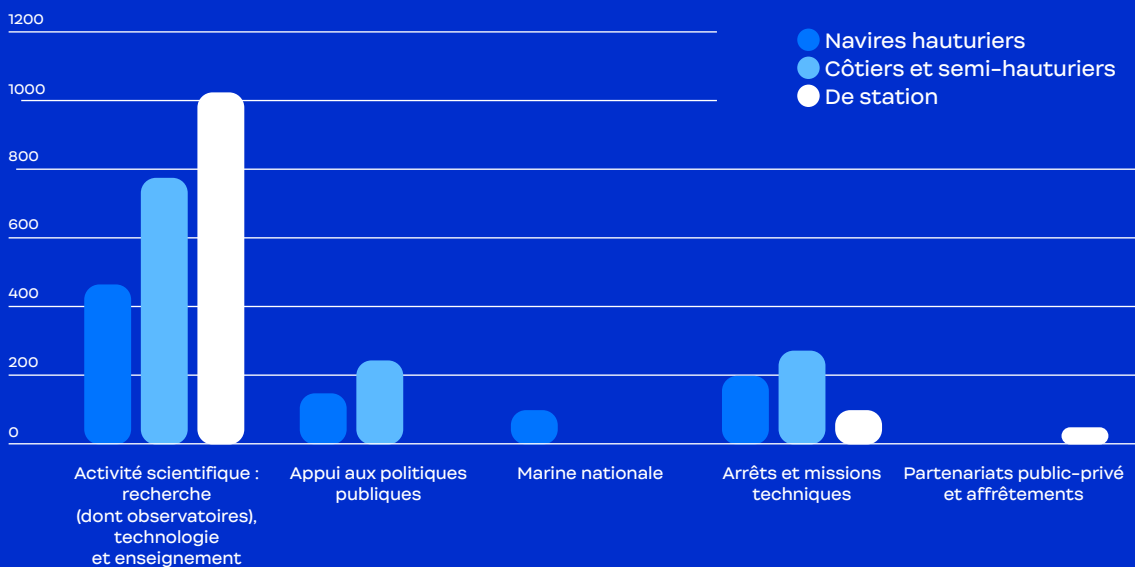
779

Navires côtiers
et semi-hauturiers

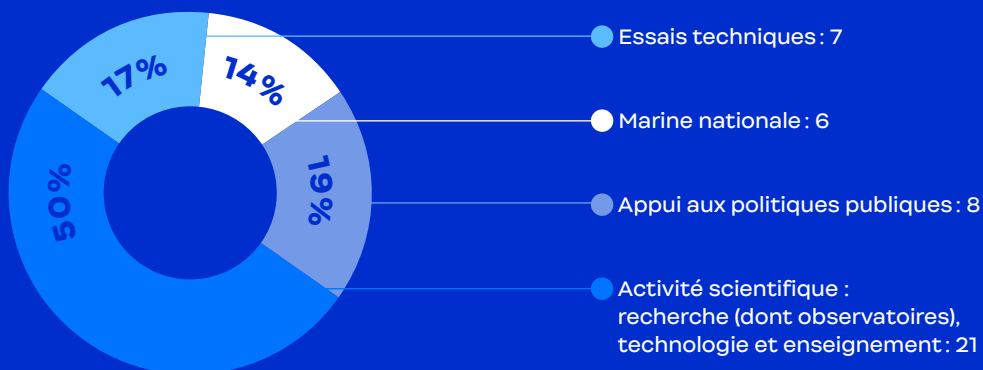
1080

Navires de station

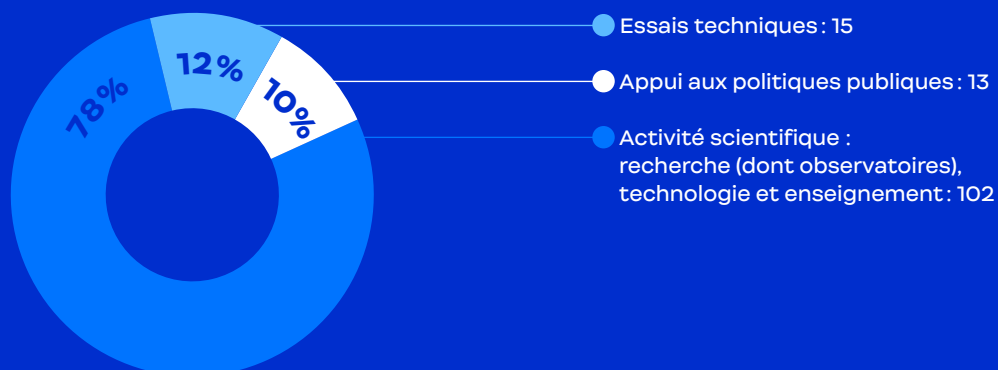
3 368 jours d'activité globale



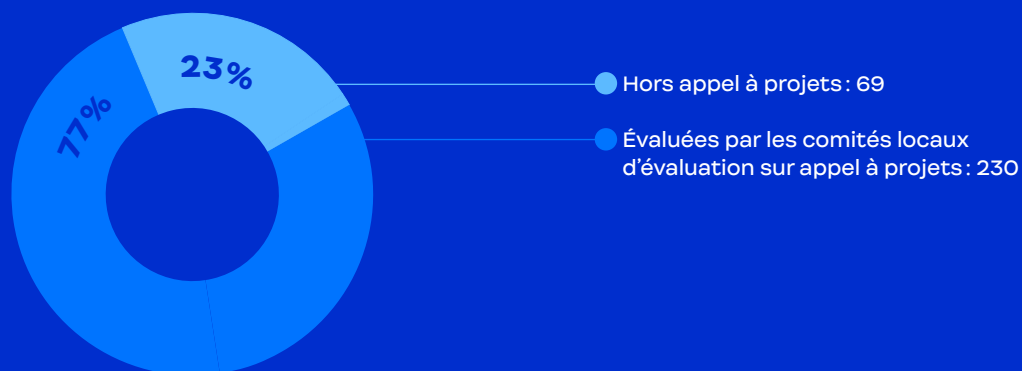
42 missions sur les navires hauturiers



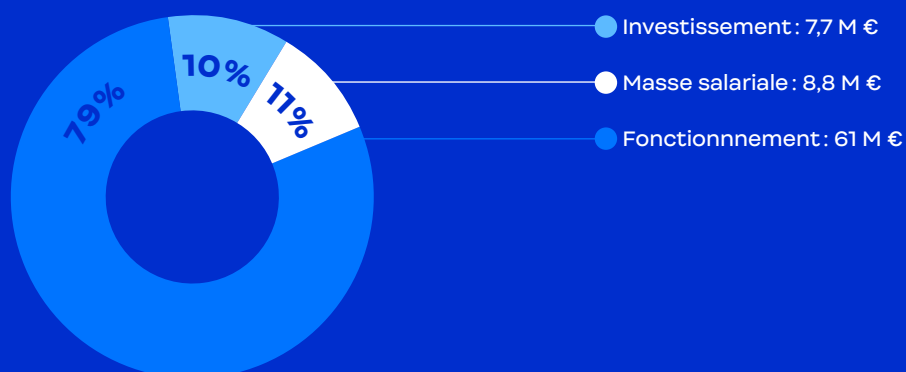
130 missions sur les navires côtiers et semi-hauturiers



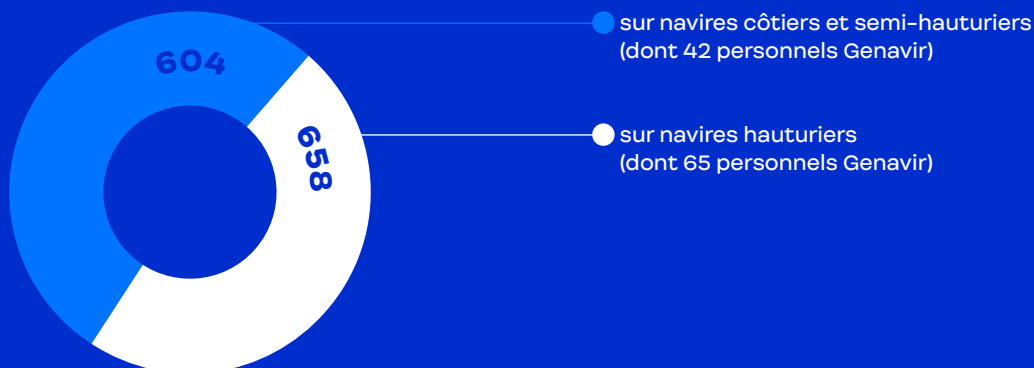
299 missions sur les navires de station



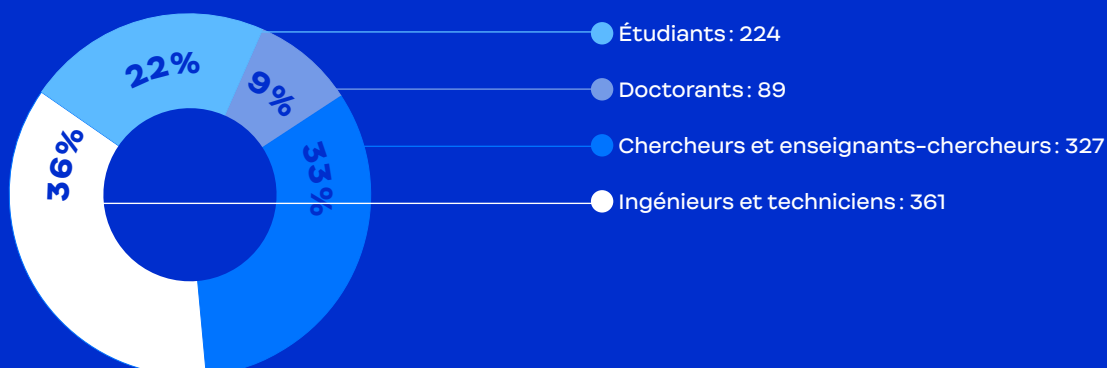
77,5 M€ en crédits de paiement



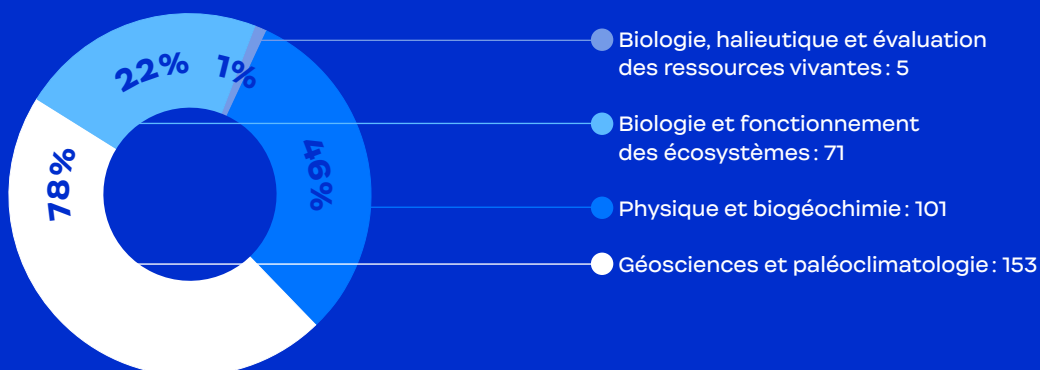
1 262 personnels embarqués



1 001 personnels embarqués de l'enseignement supérieur et de la recherche (ESR)



330 publications de rang A



Les temps forts de l'année 2021

Interview de Christine David-Beausire, directrice adjointe et directrice scientifique de la Flotte océanographique française opérée par l'Ifremer

Christine David-Beausire
Photo: Stéphane
Lesbats / Ifremer



Christine David-Beausire a rejoint la direction de la Flotte océanographique aux côtés de son directeur Olivier Lefort, le 1^{er} septembre 2021. La nouvelle directrice scientifique de la Flotte océanographique française, anciennement directrice adjointe de l'Institut polaire français Paul-Émile Victor, perçoit de nettes similitudes entre les deux organisations.

Percevez-vous une certaine proximité entre les missions de l'Institut polaire français Paul-Émile Victor et celles de la Flotte océanographique française opérée par l'Ifremer ?

Dans le schéma de principe, la Flotte océanographique française me semble très proche de l'Institut polaire. Les deux ont pour mission de fournir aux équipes scientifiques nationales des infrastructures opérationnelles qui permettent à la recherche de se déployer, à grande échelle et de manière continue, dans des endroits difficiles d'accès, où les implantations humaines usuelles n'existent pas. En zone polaire, il faut des stations ou des plates-formes mobiles qui créent des bulles dans des milieux glacés, tandis qu'en mer et sous la mer, il faut des navires et des engins sous-marins qui créent ces bulles dans le milieu aquatique ou permettent d'y accéder. Ces plates-formes sont des outils indispensables pour conduire des activités de recherche dans des environnements hostiles où l'humain ne vit pas naturellement.

Comment abordez-vous l'Ifremer et la Flotte océanographique française ?

Les mondes marin et sous-marin ne me sont pas inconnus. J'ai pratiqué la plongée dès mes années universitaires, très intensément pendant vingt-cinq ans. Côté professionnel, j'ai travaillé à l'Institut universitaire européen de la mer (IUEM) entre 2012 et 2018. Observatoire des sciences de l'univers du CNRS/INSU, il regroupe les laboratoires académiques en sciences de la mer de la pointe Bretagne, dont des unités mixtes Ifremer. J'en ai été la directrice adjointe, avec pour mandat de structurer et dynamiser les systèmes d'observation marins de l'IUEM et l'un des axes forts était le lien avec l'Ifremer. J'ai notamment co-piloté avec un collègue de l'Ifremer du laboratoire d'Océanographie physique et spatiale (LOPS) la labellisation en service national d'observation du réseau COAST-HF. Je présidais également le comité local d'évaluation pour le navire de station de l'IUEM, l'*Albert Lucas*.

Je connaissais donc déjà l'Ifremer et la Flotte océanographique française de l'extérieur. Étudiante, j'ai voulu apporter ma pierre à la compréhension d'une problématique environnementale globale. Aujourd'hui, les océans sont au cœur de ces questions. L'Ifremer est la maison française uniquement dédiée au monde marin, alliant connaissance et utilisation, et garantissant que la seconde s'appuie sur la première. Pour moi, rejoindre la Flotte, outil de la communauté océanographique opérée par l'Ifremer, c'est contribuer à une aventure collective, au cœur d'enjeux scientifiques, technologiques et opérationnels, mais également environnementaux et sociétaux.

Quelles sont aujourd'hui vos priorités ?

J'apprécie de travailler dans un environnement où il y a une vraie vision avec une ligne directrice affichée et des objectifs clairs. On prend le temps de la réflexion, de la consultation. Les sujets sont intéressants et variés. Il s'agit pour moi, là encore, de bien comprendre les enjeux des autres disciplines, de saisir ce que cela implique pour chacun au niveau opérationnel. Mes missions consistent à faire vivre les instances scientifiques de la Flotte océanographique française, à produire des indicateurs de son activité, mais aussi à être à l'interface entre la Flotte et la communauté scientifique. Je conçois mon rôle comme celui d'un médiateur entre les uns, scientifiques, et les autres, marins, techniciens et ingénieurs : il me faudra réussir à traduire les différents "langages", pour que ces deux communautés se comprennent au mieux.

1^{re} édition des Rencontres de la Flotte océanographique française

Organisées pour la première fois, du 29 mars au 1^{er} avril 2021, elles ont rencontré un franc succès. Plus de 400 personnes ont assisté à cet événement en ligne qui a contribué à renforcer les liens entre la Flotte et ses utilisateurs, et à réaffirmer son rôle et ses ambitions.



Visuel :
Jérémy Barrault

Un tour d'horizon de la Flotte océanographique française actuelle et future

Ces Rencontres ont été en premier lieu l'occasion de rappeler l'envergure de la Flotte océanographique française, l'une des cinq plus importantes au monde, de redire qu'elle explore toutes les mers du globe, des côtes au large, des abysses à la surface, au service d'une communauté de plus de 3 000 scientifiques. Elles ont ainsi souligné que la Flotte océanographique française constitue un rouage essentiel dans l'acquisition de nouvelles connaissances et dans la protection de l'océan.

Chercheurs, enseignants, ingénieurs, thésards, étudiants et autres utilisateurs ont été invités à venir s'informer, échanger et débattre autour du fonctionnement de la Flotte océanographique française, de ses services,

des perspectives et développements technologiques qu'elle propose en matière d'exploration et de campagnes océanographiques. Près d'une centaine de personnes, dont une cinquantaine d'intervenants orateurs, se sont mobilisées pour aborder ces sujets lors de cinq demi-journées thématiques. Une session extraordinaire portant sur la formation des étudiants aux métiers de l'océanographie s'est également tenue le 31 mars.

Des participants globalement satisfaits

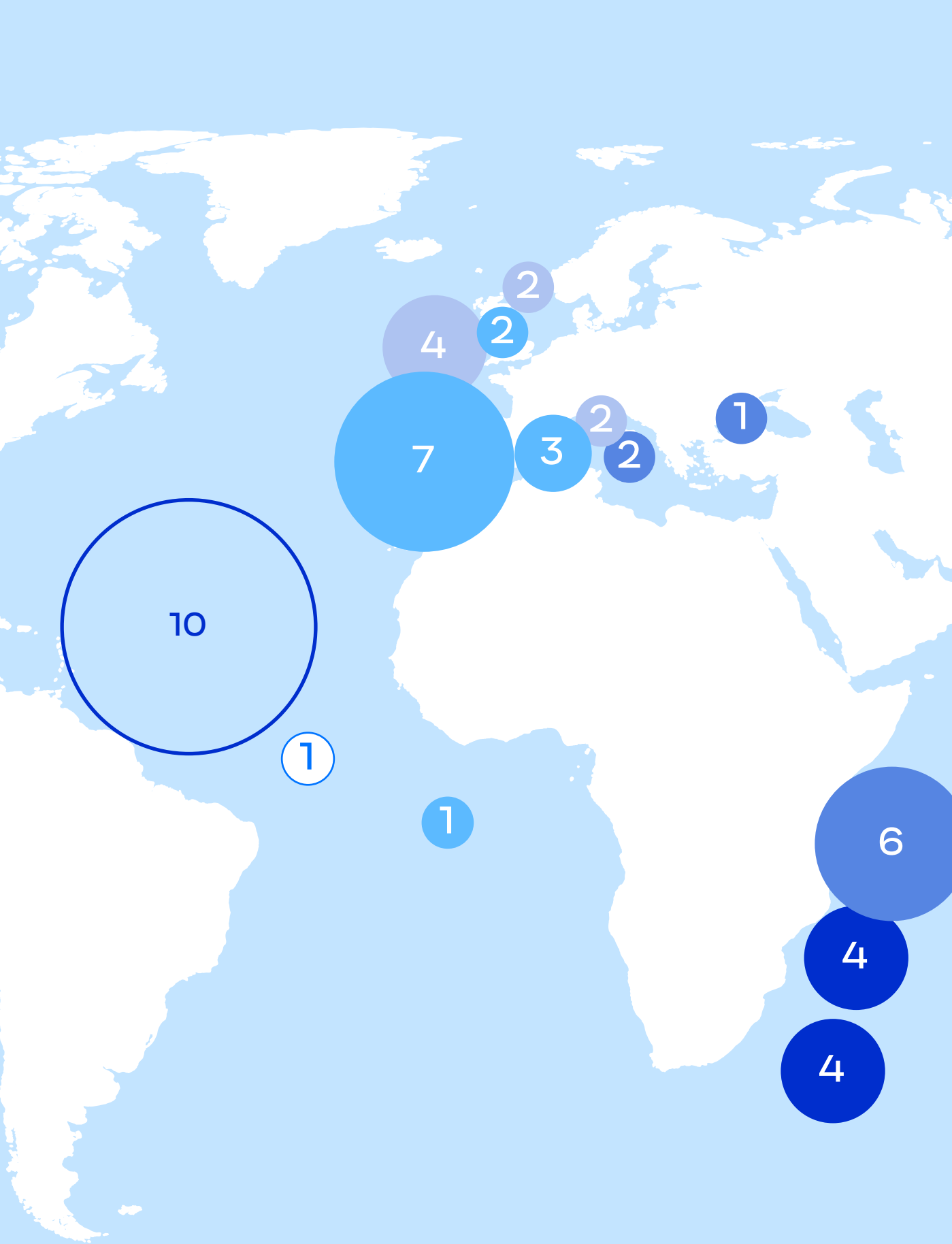
Les Rencontres ont accueilli 429 inscrits. Le questionnaire de satisfaction qui leur a été envoyé a permis de dresser un bilan très positif de l'événement. En effet, sur les 77 personnes qui ont répondu 98 % se sont déclarées globalement satisfaites par cette première édition des Rencontres,

toutes souhaitant que l'opération soit réitérée.

En marge du questionnaire, différentes observations ont été formulées concernant la fréquence souhaitable de l'événement, le nombre de journées à y consacrer, la nature des contenus, le temps à réserver aux échanges et aux débats... Afin de favoriser une participation plus large des utilisateurs de la Flotte, certains ont aussi demandé d'annoncer plusieurs mois en avance l'événement. Ces suggestions permettront aux organisateurs d'adapter le fond et la forme d'une seconde édition des Rencontres de la Flotte océanographique française.

Le programme : <https://www.flotteoceanographique.fr/Nos-technologies/Actualites-projets-technologiques/Rencontres-de-la-Flotte-2021>

Cartes des missions 2021



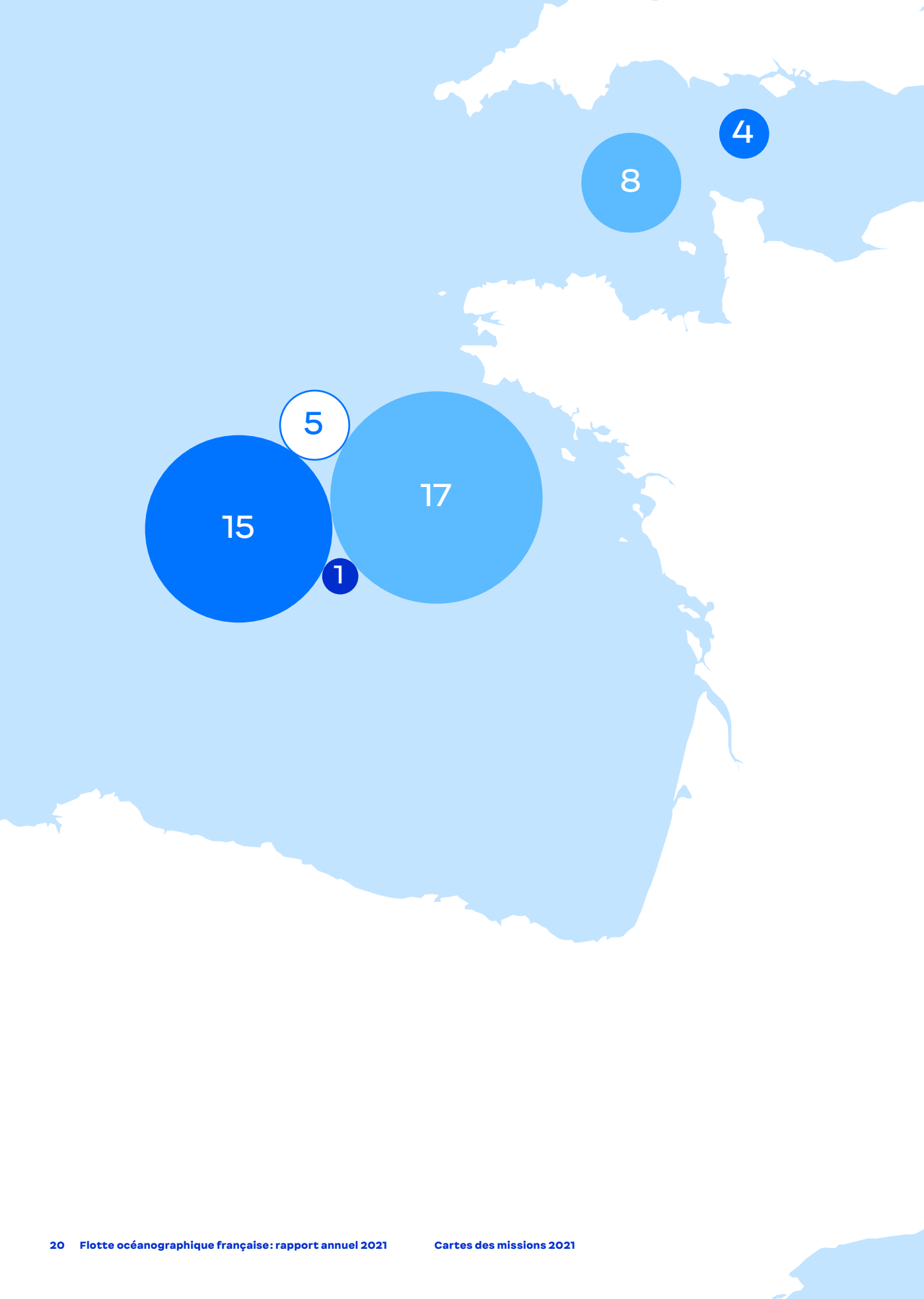
Missions hauturières et outre-mer

nombre de missions:



1 →

6



Missions côtières de l'hexagone

nombre de missions:



19

1

46

Explorer
l'océan
pour faire
progresser
la science

Swings (CNRS): la contribution de l'océan Austral à la régulation du climat

À bord du *Marion Dufresne II*, une équipe scientifique coordonnée par deux chercheuses du CNRS a sillonné l'océan Austral durant 52 jours dans le but de mieux comprendre comment cette région participe à la régulation du CO₂ atmosphérique.

Du 11 janvier au 8 mars 2021, l'expédition Swings pilotée par deux chercheuses du CNRS, Catherine Jeandel et Hélène Planquette, a parcouru l'océan Austral entre les 40e rugissants et les 50e hurlants, à la découverte de ses secrets.
Photo : Damien Cardinal / LOCEAN-IPSL



L'océan, les eaux australes en particulier, joue un rôle très important dans la captation et le stockage du CO₂ atmosphérique, qui est l'un des principaux gaz à effet de serre responsables du dérèglement climatique. Pour comprendre les processus à l'œuvre, il est nécessaire de prendre en compte à la fois la circulation océanique et l'activité biologique, car c'est la photosynthèse du phytoplancton qui permet de capter des matières carbonées exportées ensuite vers les abysses où elles sont finalement séquestrées dans les sédiments. L'un des objectifs de Swings (*South West Indian Geotraces Section*) est d'évaluer l'activité de ces micro-organismes dont le développement dépend de la présence dans l'eau d'éléments chimiques à des concentrations très faibles (silice, nitrate, fer, zinc, thorium, radium et terres rares).

Ces traceurs géochimiques, et plus particulièrement leurs origines et leurs transformations, sont au cœur de cette campagne Swings, intégrée au programme Geotraces. Ce dernier vise, depuis 2010, à construire un atlas chimique des océans.

Le *Marion Dufresne II* a accueilli, du 11 janvier au 8 mars 2021, une équipe de 48 scientifiques coordonnée par deux chercheuses du CNRS, Catherine Jeandel et Hélène Planquette. Avec ses 120 mètres de long et ses 650 m² de laboratoires, son système de treuillage et son sondeur multi-faisceaux, le navire a permis aux scientifiques de réaliser des mesures et des prélèvements en surface, sur toute la colonne d'eau et dans les sédiments grâce à un petit carottier. C'est la première fois qu'une campagne en mer aussi détaillée que Swings est menée dans l'océan Austral.

Cette expédition a été financée par l'Agence nationale de la recherche (ANR), par la Flotte océanographique française opérée par l'Ifremer, par l'Institut national des sciences de l'univers du CNRS et par l'école universitaire de recherche IsBlue. Elle est soutenue par les universités de Toulouse et de Bretagne occidentale.

Elle a regroupé des chercheurs, enseignants-chercheurs, ingénieurs et techniciens du CNRS, de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), de plusieurs universités françaises (Sorbonne Université, Toulouse III – Paul Sabatier, de Bretagne occidentale, de Versailles Saint-Quentin et d'Aix-Marseille), ainsi que des collègues étrangers (Grande-Bretagne, États-Unis, Afrique du Sud).

Ghass 2 (Ifremer): Hydrates de gaz, des enjeux brûlants pour l'océan

Sur le site du pockmark REGAB (à 3200 mètres de profondeur) : la pince du ROV Victor 6000 prélève un échantillon d'hydrate de gaz.
Photo : Ifremer



Sous la direction de l'Ifremer, 80 scientifiques ont mis le cap sur la mer Noire afin d'évaluer la menace que représente la fonte des hydrates de gaz piégés sous forme de glace au fond de l'océan.

Sous l'effet de basses températures et de fortes pressions, du gaz peut se retrouver enfermé dans une cage d'eau et transformé en glaçons qui viennent combler les interstices entre les formations sédimentaires. Ces hydrates de gaz sont le plus souvent constitués de méthane, un gaz à effet de serre au potentiel réchauffant quatre fois plus élevé que le CO₂ même s'il subsiste moins longtemps dans l'atmosphère. La fonte de ces glaçons, que l'on commence à constater partout sur la planète, inquiète à juste titre, car la libération de ce méthane peut entraîner des glissements de terrain, participer à l'acidification de l'océan et contribuer au dérèglement climatique global en retournant dans l'atmosphère.

En 2015, lors de la première campagne Ghass, une équipe avait observé l'ampleur de ce phénomène en mer Noire, la

déstabilisation des hydrates provoquant des avalanches sous-marines. Une seconde expédition a finalement été organisée par l'Ifremer pour approfondir le sujet. Le 16 août 2021, une équipe de 80 scientifiques a ainsi embarqué à bord du *Pourquoi pas ?*, l'un des navires hauturiers de la Flotte océanographique française, pour rejoindre la mer Noire.

Mobilisant le sous-marin habité *Nautilus*, ils ont, pour la première fois, réalisé une exploration fine de ces fonds sous-marins, effectuant de multiples mesures et prélèvements, notamment des bulles de méthane qui s'échappent des hydrates en train de fondre. Ces observations permettront de localiser les couches d'hydrates, de caractériser leur morphologie, leur nature et leur âge pour imager les chemins de migration des gaz dans les sédiments. Les

autres mesures effectuées dans la colonne d'eau jusqu'à la surface serviront à détecter les cicatrices de glissements sous-marins et étudier la biodiversité associée à ces environnements hors du commun.

Ghass 2 en quelques chiffres

- 80 scientifiques et 30 marins
- 45 jours en mer, du 16 août au 1^{er} octobre 2021
- 1 chef et 3 co-chefs de mission de l'Ifremer : Vincent Riboulot, Stéphan Ker, Stéphanie Dupré et Nabil Sultan
- 12 organismes de recherche partenaires : Ifremer, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), universités de Montpellier, Grenoble Alpes, Bretagne occidentale, Bordeaux, Perpignan, Rennes 1, Sorbonne Université, GeoEcoMar (Roumanie).

Chereef (Ifremer) : bilan de santé des coraux profonds du golfe de Gascogne



Coraux profonds
froids dans le golfe
de Gascogne.
Photo: Ifremer

Membres du laboratoire Environnement profond de l’Ifremer, Lénaïck Menot, chercheur en écologie benthique, et Julie Tourolle, ingénieure de recherche en cartographie des habitats, codirigent la campagne Chereef. Durant cinq ans, ils vont ausculter les coraux d’eau froide situés dans le canyon de Lampaul afin d’évaluer leur état de santé et les pressions s’exerçant sur eux.

Pourquoi vous intéressez-vous à ce type de coraux en particulier ?

Lénaïck Menot : Ces coraux constituent l'un des habitats à préserver en priorité de la directive européenne Habitats-Faune-Flore (1992). Dans ce cadre, des sites protégés Natura 2000 ont été créés et des programmes de recherche initiés, dont le projet Life Marha auquel la campagne Chereef est rattachée. Notre objectif est d'évaluer l'état de santé et les menaces qui pèsent sur ces coraux. Julie Tourolle a entrepris une thèse sur ce sujet.

Julie Tourolle : Nous avons choisi de nous intéresser au canyon de Lampaul à 250 kilomètres au large des côtes bretonnes, car, grâce à de précédentes investigations, nous savions qu'il abritait des coraux. Trois espèces de coraux durs (sclérentiniaux) vivent sur ces falaises. De plus, ils se situent dans une zone Natura 2000 à la périphérie de laquelle sont pratiquées des activités de pêche, ce qui en fait un très bon site d'étude.

Quels étaient les objectifs de cette campagne ?

Lénaïck Menot : Nous avons deux objectifs principaux qui ont structuré la campagne : faire une cartographie très précise de la zone pour pouvoir ensuite installer un observatoire de fond de mer.

Julie Tourolle : Réussir à déployer cette station était essentiel, car elle va nous permettre de mesurer plusieurs paramètres environnementaux (courants, température, turbidité, oxygène) et de filmer les coraux 15 minutes tous les jours pendant 5 ans. Nous allons organiser une campagne par an au cours des cinq prochaines années pour assurer la maintenance de cet observatoire et récupérer les données.

Comment s'est déroulée Chereef 1 ?

Lénaïck Menot : Elle s'est bien terminée, mais c'était très tendu. Notre campagne de 2020 ayant été annulée en raison du Covid-19, nous avons dû tout faire en 2021, la cartographie détaillée du canyon, en utilisant le ROV Ariane et l'AUV Idefx, puis le déploiement de l'observatoire. Comme la météo nous a fait perdre du temps, nous n'avons réussi à installer cet observatoire qu'à la toute dernière minute de la dernière plongée. Une bonne montée de stress, mais c'est le jeu des campagnes en mer avec leurs aléas à gérer. Heureusement, tout le monde s'est investi. Nous avons eu un soutien constant de l'équipage.

Julie Tourolle : Notre observatoire fait presque la taille d'un conteneur (4,20 x 2,40 mètres) et nous avons besoin d'une surface plane pour l'installer, à proximité des coraux qui eux vivent sur les falaises... Nous avons réussi à trouver une plateforme qui convenait à 800 mètres de fond. Déposer l'observatoire depuis le bateau sur cet espace réduit, à cette profondeur, avec les courants, n'était vraiment pas facile, mais « la passerelle » (officiers et timonier qui pilotent le navire depuis sa passerelle) a très bien géré.

En plus nous testions un nouveau système de ballast pour déposer et remonter l'observatoire sans rien laisser au fond, et contribuer ainsi à la préservation du site, ce qui ajoutait une difficulté supplémentaire.

Chereef avait aussi un important volet de médiation scientifique...

Julie Tourolle : Oui, nous avons mis en place une interface de « téléprésence » pour permettre à des scientifiques qui n'étaient pas à bord de suivre et annoter en direct les plongées. Durant une semaine, elles ont aussi été diffusées à Océanopolis à Brest. Plus de 700 personnes sont venues y assister et nous poser des questions. Nous assurions deux séances par jour de questions-réponses.

Le photographe Nicolas Floc'h a également embarqué lors du premier leg de la mission. Il travaille depuis longtemps sur les fonds marins. Il a installé une caméra sur le côté du bateau pour son projet « La Couleur de l'eau » et un appareil avec objectif grand-angle sur le robot Ariane pour obtenir des images panoramiques des paysages sous-marins. Il compte publier un livre dédié à la campagne Chereef et aux coraux d'eau froide.

Et pour la suite ?

Lénaïck Menot : Nous avons lancé l'exploitation des données recueillies en 2021. Parallèlement à la cartographie du site et au déploiement de l'observatoire, nous avons effectué des carottages pour caractériser les sédiments dans le canyon, des prélèvements d'eau pour caractériser sa chimie, et des prélèvements de plancton, de larves et de coraux qui sont à l'étude.

Julie Tourolle : Chereef 2 est en cours d'organisation pour l'été 2022. Nous allons remonter la station et récupérer une première année d'enregistrements.



Julie Tourolle et Lénaïck Menot
Photos : Mathilde Chemel / Sorbonne Université
et Julie Tourolle / Ifremer

Amazomix (IRD) : étude des processus physiques et de leurs impacts sur les écosystèmes marins à l'embouchure de l'Amazonie

Ariane Koch-Larrouy
et Arnaud Bertrand
Photos : IRD et Mercator-
Océan Université
de Montpellier



Ariane Koch-Larrouy, océanographe physicienne du laboratoire d'Études en géophysique et océanographie spatiales (Legos), spécialisée dans les processus de fines échelles physiques de l'océan, et Arnaud Bertrand, écologiste marin et directeur de recherche à l'unité de recherche *Marine biodiversity, exploitation and conservation* (Marbec), sont les deux scientifiques de l'Institut pour la recherche et le développement (IRD) qui ont piloté la campagne franco-brésilienne Amazomix. Cette exploration multidisciplinaire ambitieuse, qui a nécessité beaucoup de persévérance, apporte un nouvel éclairage sur une zone marine importante et mal connue, mais encore assez mal comprise.

À quels questionnements scientifiques souhaitez-vous répondre en organisant cette campagne ?

Arnaud Bertrand : Nous voulions étudier les multiples phénomènes physiques, biochimiques et biologiques engendrés par l'arrivée dans l'océan de cette énorme masse d'eau douce issue de l'Amazonie, le plus grand fleuve de la planète en termes de volume. C'est une zone très importante pour l'océan mondial et la régulation du climat. Il s'agissait aussi d'aborder les problématiques de contaminants comme les micro-plastiques et le mercure issu de l'orpaillage.

Ariane Koch-Larrouy : Cette démarche multidisciplinaire est essentielle à nos yeux. J'ai apporté mes connaissances sur les aspects physiques, en particulier les mécanismes d'ondes internes engendrés par les marées qui sont très forts sur la chute de ce plateau. Arnaud Bertrand a apporté les siennes dans le domaine des écosystèmes marins ainsi que son expérience dans l'organisation de ce type de campagnes multidisciplinaires. Et nous avons associé d'autres spécialistes pour essayer de couvrir tous les maillons de la chaîne.

Son organisation a-t-elle été compliquée par la pandémie ?

Arnaud Bertrand : Nous avons dû reporter la campagne d'un an en raison de la pandémie et jusqu'au dernier moment nous avons douté de pouvoir la mener à bien. Il a d'abord fallu affronter toutes les difficultés habituelles de ce type de campagne multidisciplinaire qui mobilise de nombreux spécialistes et une instrumentation abondante et variée. Ensuite, nous avons été confrontés aux obstacles propres à la pandémie avec les fermetures de frontières et les difficultés liées à l'obtention des autorisations. Il était par exemple obligatoire d'avoir à bord un observateur de la Marine brésilienne pour naviguer dans cette zone.

Ariane Koch-Larrouy : Sans l'immense soutien de l'IRD, du pôle Opérations navales de la direction de la Flotte océanographique, de Genavir, du préfet de Guyane, des consulats et ambassades, et de nos collègues brésiliens, nous n'aurions pas réussi. L'*Antea*, le navire de la Flotte océanographique française sur lequel nous devions embarquer, ne permet d'héberger que neuf scientifiques, ce qui est très peu pour une campagne multidisciplinaire comme la nôtre impliquant une trentaine de disciplines. C'était donc un vrai casse-tête dès la préparation, soit cinq ans de travail, et un nouveau défi ensuite pour faire venir toute l'équipe au point de départ en Guyane. Les vols étant suspendus, nos collègues brésiliens ont dû rejoindre le navire par la terre, en obtenant des autorisations spéciales et en intégrant à leur planning quinze jours de confinement.

Comment s'est finalement déroulée cette campagne ?

Arnaud Bertrand : Lors de la préparation de la campagne, nous savions que le programme était extrêmement ambitieux et que nous ne pourrions probablement pas achever tout ce qui était prévu. Mais finalement, nous avons réussi à effectuer 110 % des opérations programmées. Cela a été possible grâce au dévouement exemplaire de l'ensemble de l'équipage. Du commandant aux matelots, tous ont complètement joué le jeu de la campagne. Ils ont été extraordinaires et, grâce à eux, comme indiqué par le commandant, nous avons touché les limites de ce qu'il était possible de faire sur un navire océanographique en matière d'enchaînement d'opérations.

Ariane Koch-Larrouy : Ils ont été remarquables et nous tenons vraiment à leur rendre hommage. Nous avons pu réaliser une multitude de mesures et de prélèvements en déployant une batterie d'instruments dont certains très fragiles comme un VMP, un profileur spécial pour mesurer les cisaillements horizontaux des courants. Nous avons aussi bénéficié d'un petit sous-marin autonome.

Vous êtes donc satisfaits des résultats de cette campagne ?

Arnaud Bertrand : Oui, les résultats préliminaires à bord sont déjà très encourageants tant sur les mécanismes des masses d'eau et leur impact sur les différents écosystèmes, que sur la taxonomie des espèces. Nous allons parvenir à des compréhensions d'intérêt non seulement pour la région, mais aussi pour l'océan mondial. Nous allons aussi pouvoir combler beaucoup de trous dans nos connaissances et décrire de nouvelles espèces.

Ariane Koch-Larrouy : C'est un travail d'une dizaine d'années qui nous attend. Et aussi un nouveau défi, car nous aurions besoin de mobiliser une cinquantaine d'étudiants pour pouvoir exploiter toutes ces données. Nous voulons vraiment aller au bout des choses, ne pas seulement rester dans le descriptif, mais mettre en lumière la manière dont chaque maillon de l'écosystème influence l'autre.

UMR Marbec (*Marine biodiversity exploitation and conservation*) : unité mixte de recherche sous les tutelles principales IRD, Ifremer, Université de Montpellier, CNRS et une tutelle secondaire, Institut national de la recherche agronomique (INRAE).

UMR Legos (laboratoire d'Études en géophysique et océanographie spatiales) : unité mixte de recherche placée sous les tutelles du CNES, du CNRS, de l'IRD, et de l'Université de Toulouse Paul Sabatier, au sein de l'Observatoire Midi-Pyrénées (OMP) à Toulouse.

Themisto (MNHN) : étude acoustique de la distribution du zooplancton et du micronecton dans l'océan austral

Partageant le *Marion Dufresne II* avec l'équipe de la campagne Swings, les scientifiques de Themisto ont poursuivi leur étude en trois dimensions des variations de la distribution du zooplancton et du micronecton* en fonction des phénomènes physiques et climatiques.

Une phronime (*Phronima sedentaria*) prélevée au chalut dans les eaux subtropicales pendant la campagne Themisto
Photo: Cédric Cotté / Ifremer



Les scientifiques de Themisto ont poursuivi leur étude en trois dimensions (3D) des variations de la distribution du zooplancton et du micronecton* en fonction des phénomènes physiques et climatiques.

Coordonnée par Cédric Cotté de l'UMR Locean**, le projet Themisto étudie depuis plusieurs années les processus par lesquels l'environnement structure les écosystèmes pélagiques (vivant en pleine eau) de la zone indienne de l'océan Austral. Après avoir analysé les premiers schémas de distribution spatiaux et saisonniers à large échelle, les scientifiques ont voulu comprendre la distribution en 3D du zooplancton et du micronecton, en utilisant l'acoustique active. Les équipements acoustiques du *Marion Dufresne II*, notamment l'échosondeur EK80 à cinq

fréquences, leur ont permis d'acquérir des mesures en continu de la distribution et de la densité des organismes pélagiques dans la colonne d'eau (de 2 000 mètres de profondeur pour la fréquence de 18 kHz et jusqu'à 200 mètres pour la fréquence 200 kHz). Elles permettront d'approfondir le travail d'identification des groupes et espèces mené en parallèle par échosondage et chalutage. En croisant ces mesures acoustiques sur la distribution 3D avec d'autres données physiques, issues notamment d'images satellites, les scientifiques veulent définir les habitats « critiques multi-échelles » de certaines espèces clés des écosystèmes du sud de l'océan Indien.

Themisto travaille en étroite collaboration avec la mission Oiso (océan Indien service

d'observation) et par le passé avec le projet Rerccoail qui contribuait également à la mission Obs-Austral entre 2017 et 2019. Les multiples données collectées serviront à mieux comprendre les écosystèmes et à enrichir les modèles écosystémiques comme Mesopp (*Mesopelagic Southern Ocean Prey and Predators*), un projet européen soutenu par le programme Horizon 2020.

* Faune mesurant de un à dix centimètres et se nourrissant du zooplancton.

**UMR Locean (laboratoire d'Océanographie et du Climat : expérimentation et approches numériques) : unité mixte de recherche qui relève du CNRS, de l'IRD, du Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) et de Sorbonne Université.

Impec (CNRS) : évaluation de l'état écologique des habitats benthiques dans le golfe du Lion

Tamisage du sédiment prélevé à la benne Day pour l'étude de la macrofaune benthique (de gauche à droite : Lyvia Lescure et Meryem Mojtahid).
Photo : Consortium du projet Impec



Une campagne d'échantillonnage a été menée à bord de *L'Europe* afin d'étudier l'impact de la pêche aux arts trainants (chalutage, dragage) sur les fonds marins du plateau continental du golfe du Lion.

La pêche démersale (consistant à traîner un filet sur le fond marin pour capturer les poissons) est une activité économique importante dans le golfe du Lion, mais elle est aussi connue pour perturber notablement les écosystèmes. La campagne Impec (Impact de la pêche sur les écosystèmes benthiques du large) a pour principal objectif d'évaluer ces perturbations et plus particulièrement d'élaborer des indicateurs aidant à mesurer l'abrasion occasionnée sur les fonds marins. Impec répond à l'appel à manifestations d'intérêt lancé par l'Office français de la biodiversité à la fin de l'année 2019 : « Développements en matière de surveillance et d'évaluation de l'état des milieux aquatiques continentaux, littoraux et marins ».

Une équipe scientifique conduite

par Céline Labrune, ingénieure de recherche CNRS au Lecob* à Banyuls-sur-Mer, a donc pris la mer sur le navire *L'Europe* du 31 juillet au 16 août 2021. L'équipe s'est appuyée sur les cartographies récentes de l'effort de pêche pour positionner au mieux dix stations à échantillonner aux alentours du canyon Lacaze-Duthiers et cinq au milieu du plateau continental, dans le parc national marin du golfe du Lion. Plusieurs engins océanographiques ont également été mis en œuvre lors de cette campagne pour collecter des données spécifiques : un carottier multitubes pour la méiofaune et la biogéochimie, une benne pour la macrofaune benthique, un traineau vidéo remorqué (Pagure-2) pour la mégafaune benthique, le SPI (*Sediment Profile Image*) et le carottier Küllenberg pour les

foraminifères morts (fossiles).

Cette approche rare, consistant à étudier en parallèle plusieurs groupes faunistiques, fournira des informations précieuses sur la sensibilité des espèces à la pression de la pêche aux arts trainants. La caractérisation du sédiment et de sa composition géochimique permettra en parallèle une meilleure évaluation des niveaux de pression et une interprétation des tendances faunistiques observées.

*UMR Lecob (laboratoire d'Écogéochimie des environnements benthiques) : unité mixte de recherche du CNRS et de Sorbonne-Université.

Pacman (Ifremer) : étude de l'évolution des habitats marins du golfe de Gascogne

Mise à l'eau de
l'engin sous-marin
téléopéré Ariane
Photo: Robin
Faillettaz / Ifremer



Sur le *Côtes de la Manche*, les scientifiques de la campagne Pacman ont principalement utilisé des acquisitions vidéo pour analyser l'évolution des habitats marins dans une zone essentielle à la reproduction de certaines espèces.

Le projet Pacman (optimisation des activités anthropiques pour une exploitation durable des écosystèmes marins de la grande vasière) s'intéresse au golfe de Gascogne en tant que zone clé dont dépend la productivité de nombreuses flottes de pêche françaises. Il s'agit en effet d'un espace de frayère et de nourricerie, fondamental pour des espèces comme le merlu et la sole, qui, en plus de subir les effets du changement climatique, est soumis à de fortes pressions anthropiques (pêche, extraction de granulats, éolien offshore).

Pilotée par Dorothée Kopp (Ifremer), la campagne Pacman, réalisée du 2 au 26 juin 2021 à bord du *Côtes de la Manche*, vise à étudier les interactions entre habitats et pressions environnementales et humaines. Pour ce faire, les scientifiques ont choisi de privilégier la vidéo, une technique non extractive, en prenant comme repère des enregistrements réalisés dans les années 1990. L'équipe s'est calée sur ces données anciennes pour effectuer neuf nouvelles captures vidéo aux mêmes positions géographiques, à des profondeurs inférieures à 400 mètres et à la même saison, au printemps.

L'analyse comparée des enregistrements permettra de décrire les changements qui ont eu lieu entre les deux périodes, en termes de densité d'espèces, et d'émettre des hypothèses quant au rôle des facteurs environnementaux et anthropiques sur cette évolution. Une description fine de la structure actuelle de la communauté sera également effectuée pour servir à des comparaisons ultérieures. Sur un plan méthodologique, cette campagne offre en outre l'occasion de comparer deux techniques d'échantillonnage non extractives, l'ADN environnemental et la vidéo.

Caresse (La Rochelle Université et IPGP): identifier les traces sédimentaires des cyclones et tsunamis dans les Petites Antilles

Intégrée au projet ANR Carquakes, la campagne Caresse, à bord de l'*Antea*, a arpenté les lagunes et avant-côtes de l'archipel des Petites Antilles pour retracer, à travers les sédiments, l'histoire des tsunamis et des tempêtes.

Acheminement du matériel de carottage dans la lagune ouest de Scrub Island (Anguilla)
Photo: Éric Chaumillon



La campagne Caresse contribue à la tâche « Paléoséismologie côtière et dépôts de tsunamis » du projet ANR Carquakes (Grands séismes et tsunamis dans l'arc des Petites Antilles). Ce projet a l'ambition de construire un catalogue très complet des tsunamis et des grands tremblements de terre qui ont affecté les Petites Antilles, en combinant plusieurs méthodes et disciplines scientifiques : paléoséismologie à l'interface terre-mer, études archéologiques et historiques, modélisations. Ces grands événements, qui représentent une menace majeure pour les populations côtières, sont encore très mal connus.

Au cours de la campagne, une équipe de huit chercheurs conduite par Éric Chaumillon (La Rochelle Université) et Nathalie Feuillet (Institut de physique du globe de Paris), avec le soutien des quinze membres de l'équipage de l'*Antea*, ont exploré six îles et huit lagons afin d'identifier des « enregistrements sédimentaires de tsunamis, de mouvements verticaux crustaux et d'ouragans ». Pour cela, ils ont produit 112 profils sismiques et réalisé 63 carottes sédimentaires d'une longueur cumulée de 125 mètres. Les responsables de la campagne se sont déclarés très satisfaits de cette récolte qui promet de beaux résultats sur

« l'histoire des tsunamis et tempêtes dans les Antilles, mais aussi sur l'évolution à l'anthropocène de la sédimentation de chaque baie visitée ». Remerciant tous ceux qui ont participé à l'aventure, ils ont salué la qualité des relations nouées avec l'équipage de l'*Antea*.

La campagne s'est déroulée du 23 juin au 12 juillet 2021 et s'est plus particulièrement intéressée aux zones : Antigua (English Harbor), Barbuda (Codrington Lagoon), Anguilla (Scrub Island), Saint-Martin (Étang aux Poissons), baies du Galion et du Robert en Martinique, Grands et Petits Cul de Sac en Guadeloupe.

Albacore (Sorbonne Université): dater les grands événements climatiques, océanographiques, tectoniques et gravitaires en mer d'Alboran

À gauche : Sara Lafuerza,
spécialiste en géotechnique
À droite : Élia d'Acremont,
géologue marin. Photos :
Y. Korniyenko-Sheremet



Élia d'Acremont, géologue marin, et Sara Lafuerza, spécialiste en géotechnique, sont deux enseignantes-chercheuses de Sorbonne Université à l'Institut des sciences de la Terre de Paris (ISTEP). Elles ont organisé et piloté la campagne Albacore, centrée sur l'acquisition de données sédimentaires, pour compléter les connaissances géophysiques acquises lors des précédentes campagnes réalisées en mer d'Alboran.

Pourquoi cet intérêt particulier pour la mer d'Alboran ?

Sara Lafuerza : Ce bassin situé entre l'Espagne et le Maroc est particulièrement intéressant, car les eaux de l'Atlantique relativement froides et celles de la Méditerranée plus chaudes et denses s'y rencontrent. La circulation entre ces masses d'eau très différentes, associée à la géomorphologie irrégulière des fonds marins et à la présence de zones sismiques actives, se manifeste par la présence de dépôts sédimentaires particuliers (contourites), affectés par de nombreux glissements sous-marins tout au long du Quaternaire. Nous nous intéressons aux interactions entre ces différents éléments.

Quels étaient les principaux objectifs de la campagne Albacore ?

Élia d'Acremont : Lors des campagnes précédentes, nous avons observé que le fond marin avait une morphologie très complexe, des plis érodés, des failles actives, des glissements sous-marins, des contourites et des sorties de fluides. Nous voulons comprendre les processus à l'origine de ces structures, leur évolution et leurs interactions au cours des temps géologiques. Les objectifs d'Albacore sont donc pluriels : investiguer les processus à l'origine des glissements sous-marins (source potentielle de tsunamis), dater les événements tectoniques et évaluer la fréquence des séismes dans le passé (trois événements au cours des trente dernières années) et enfin repérer dans les systèmes sédimentaires des indices de variations climatiques et océanographiques.

Sara Lafuerza : La campagne Albacore vient compléter de longues années d'acquisition, essentiellement géophysiques, par une exploration des sédiments qui recouvrent le fond du bassin. Nous avons besoin de dater et de caractériser géologiquement ces processus et nous utilisons des carottes sédimentaires pour le faire, les plus longues possible pour remonter loin dans le temps.

Comment s'est déroulée cette campagne de carottage ?

Sara Lafuerza : La Flotte océanographique française a mis à notre disposition le *Pourquoi pas ?* et une importante instrumentation que nous avons largement déployée pour aller le plus loin possible dans nos prélèvements. Nous avons utilisé le Calypso, un carottier gravitaire, un carottier de roche, et un carottier d'interface pour avoir une vision des premiers centimètres de sédiments du fond marin. Nous avons installé des capteurs thermiques pour étudier les variations du flux de chaleur. Nous avons aussi eu la chance d'avoir à bord le Penfeld, un pénétromètre qui peut s'enfoncer jusqu'à 50 mètres dans les sédiments, ce qui nous a permis de les caractériser mécaniquement.

Élia d'Acremont : Tout le monde sur le *Pourquoi pas ?* a participé très activement à la campagne. C'était très intense. Un blog en relation avec des écoles, collèges, lycées et universités a raconté la campagne quotidiennement.

Nous n'avions jamais dirigé de campagne sur ce navire, mais les membres de l'équipage et les personnels sédentaires de Genavir, très impliqués, nous ont aidés à gérer au mieux les séries d'opérations pour acquérir un maximum de prélèvements, car ils en mesuraient la grande importance. Le commandant avait instauré une réunion journalière sur la passerelle pour bien anticiper et optimiser les opérations.

Êtes-vous satisfaites des résultats obtenus ?

Sara Lafuerza : Au départ, nous avons demandé le *Marion Dufresne II* qui peut faire des carottes jusqu'à 60 mètres de longueur, mais il n'était pas disponible. Nous nous sommes donc adaptées en visant des carottes plus petites et en réalisant des prélèvements variés. Notre programme initial était très ambitieux et même si nous ne l'avons pas intégralement réalisé, nous disposons désormais d'un jeu de données impressionnant. Nous sommes aussi curieuses de voir ce que nous allons pouvoir tirer des données recueillies avec le Penfeld.

Élia d'Acremont : La phase d'exploitation a commencé. Nous avons proposé des sujets pour des stages de licence et pour des masters. Nous avons aussi déposé un sujet de thèse. Plusieurs disciplines peuvent être intéressées par les données que nous avons recueillies. Cette campagne a aussi été l'occasion de renforcer notre collaboration avec nos collègues espagnols, marocains et suédois.

Albacore en bref

- Du 14 octobre au 15 novembre 2021 à bord du *Pourquoi pas ?*
- 67 personnes, dont 27 scientifiques et 30 membres d'équipages
- Le blog de la campagne : <https://projets-istep.eu/>
- Des organismes français : MNHN, CNRS, Université de Bretagne occidentale, Sorbonne Université, Université Côte d'Azur
- De nombreux partenaires espagnols, marocains et suédois : Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Institut de Ciències del Mar (ICM) Instituto Español de Oceanografía Universitat de Barcelona Universitat de Salamanca Université Abdelmalek Essaâdi Université Mohammed Premier Oujda Université Mohammed V de Rabat Linnaeus University (Sweden)

Partenariats et coopérations

20 ans de coopération avec la Marine nationale et le Service hydrographique et océanographique de la Marine (Shom)

Voilà vingt ans que l'Ifremer, la Marine et le Shom ont débuté une coopération axée sur la mutualisation de moyens océanographiques et le partage de données scientifiques. Un anniversaire que la Flotte océanographique française a voulu marquer en donnant la parole à des acteurs de ce partenariat. Il ressort de leurs témoignages croisés un bilan très positif et une envie commune de poursuivre dans le même esprit.

Interview d'Olivier Lefort, directeur de la Flotte océanographique française

Olivier Lefort
Photo :
Eric Lenglemez
/ Ifremer



Quelle est l'origine de cette coopération entre l'Ifremer, la Marine nationale et le Service hydrographique et océanographique de la Marine (Shom) ?

À la fin des années 1990, l'Ifremer réfléchissait à la construction d'un troisième navire océanographique hauturier, le *Pourquoi pas ?*. La Marine nationale avait de son côté deux projets de construction à l'étude.

Mais nous nous heurtions chacun à d'importants problèmes de financement. Nous nous sommes donc rencontrés pour discuter de la possibilité de mutualiser nos efforts, en investissant conjointement dans deux navires partagés.

Initiés au plus haut niveau, ces échanges ont finalement conduit à un accord de financement croisé : l'Ifremer a pris à sa charge 5 % du coût de construction du *Beautemps-Beaupré*, propriété de la Marine nationale, qui, réciproquement, a contribué à hauteur de 45 % au financement du *Pourquoi pas ?*, propriété de l'Ifremer.

En 2001, les premières conventions d'acquisition et d'exploitation ont été signées. Si certaines modalités ont évolué au fil des ans, le principe initial est resté le même. Chaque année la Marine nationale « achète » des jours d'utilisation du *Pourquoi pas ?* (jusqu'à 150 jours par an), afin de réaliser principalement des campagnes au profit du Shom. L'Ifremer dispose pour sa part d'un crédit de dix jours par an sur le *Beautemps-Beaupré*.

Comment ce partenariat a-t-il fonctionné et évolué ?

Comme nous utilisons les mêmes catégories d'outils scientifiques, ce rapprochement a vite fait sens. Certes, pour avoir participé dès l'origine à cette aventure, je me souviens qu'il y a eu au départ certaines incompréhensions mutuelles et peut-être même une forme de compétition entre l'Ifremer et le Shom, mais, avec le temps, notre capacité à travailler ensemble s'est accrue et une grande confiance s'est instaurée au bénéfice de tous. Chaque année, le Shom a pu effectuer sur le *Pourquoi pas ?* des relevés cartographiques et des mesures hydrologiques dans l'Atlantique Nord. L'Ifremer a bénéficié en retour grâce au *Beautemps-Beaupré* d'un accès privilégié à un navire militaire pour aller travailler dans des zones d'insécurité élevée, par exemple au large de la corne de l'Afrique (campagnes Varuna et Carlmag). Nous nous sommes également entendus pour optimiser l'utilisation et la maintenance de certains équipements scientifiques rares et coûteux, en nous faisant mutuellement bénéficier de retours d'expérience.

Quelles sont les perspectives pour le futur ?

Le partenariat se poursuit de manière très concrète. Nous avons investi en 2019 aux côtés de la Marine nationale dans la rénovation du *Beautemps-Beaupré* et la Marine nationale nous accompagne aujourd'hui dans notre projet de rénovation du *Pourquoi pas ?*. Nous avons aussi un dialogue intense concernant l'usage des drones de surface et des drones sous-marins avec la Marine nationale et le Shom. Nos relations débordent cette coopération entre équipes. Le chef d'état-major de la Marine nationale est ainsi venu visiter nos installations de Toulon en janvier 2021.

Témoignage du capitaine de vaisseau Bertrand Drescher, de la Marine nationale, chef du bureau « Emploi-Doctrine » à l'état-major de la Marine nationale

Quel regard portez-vous sur ces 20 ans de coopérations avec l'Ifremer ?

Cette coopération est incontestablement un atout pour les Armées. Elle repose sur une convention liant le Shom, la Marine nationale et l'Ifremer, où il est précisé que la Marine nationale et l'Ifremer mettent au service l'une de l'autre des ressources et des moyens dédiés au domaine hydro-océanographique. Le personnel du Shom maîtrisant les compétences techniques nécessaires embarque sur les navires de la Flotte océanographique française afin de conduire les campagnes de levés hydrographiques et de mettre en œuvre les capteurs. Cette collaboration a été rendue possible par des besoins en équipement proches et des procédures compatibles ; elle constitue une réussite car le personnel de chaque entité s'est beaucoup investi pour le succès de ce partenariat. On peut en retenir quelques événements marquants :

- en 2009, la coopération avec l'Ifremer et la mise à disposition du *Pourquoi pas ?*, après le crash du vol Rio-Paris, ont contribué à rechercher les boîtes noires par 4 000 mètres de fond ;
- en 2019, l'appui des moyens de l'Ifremer a aidé à retrouver le sous-marin la *Minerve*, disparu depuis 1968, au large de Toulon par 2 700 mètres de fond ;
- en février 2022, la participation des moyens de l'Ifremer à la démonstration Eledone de surveillance d'une installation sous-marine sensible, au large de Marseille, a mis en exergue la complémentarité capacitaire et opérationnelle de nos moyens respectifs en matière de maîtrise des fonds marins.

Quels bénéfices la Marine a-t-elle pu en retirer ?

Depuis vingt ans, les relevés hydrographiques et océanographiques effectués plus de cent jours par an par les navires de la Flotte océanographique française au profit de la Marine nationale viennent alimenter les bases de données, les projets militaires et civils du Shom. À cet égard, le partenariat avec l'Ifremer a permis à la Marine nationale de bénéficier de moyens complémentaires performants et dédiés aux missions de mesure de l'environnement. Sur les 850 jours de mer alloués aux activités du Shom, les 130 jours de mer réalisés aujourd'hui par l'Ifremer représentent 15 % de la capacité de levés en mer. D'un point de vue technique, les évolutions des matériels de la Flotte océanographique française font l'objet d'échanges et pour certains de concertations avec le Shom et la Marine nationale.

Les embarquements à bord des navires de l'Ifremer d'équipes du Shom, et inversement, sont par ailleurs l'occasion d'échanges hautement profitables entre spécialistes. Des liens de confiance ont été tissés entre le Shom, la Marine nationale et l'Ifremer, le dialogue est constructif et réactif notamment pour la planification et l'emploi des moyens. Disponible et ouvert au partage de son savoir-faire, l'Ifremer incarne un véritable partenaire, scientifique, technique et opérationnel, pour le Shom et la Marine nationale.

À l'heure où la Marine nationale réfléchit au renouvellement de certains de ses navires et à ses futures missions, quelles perspectives de collaborations envisagez-vous avec l'Ifremer ?

La Marine nationale souhaite poursuivre le partenariat engagé avec l'Institut. Ce partenariat, basé sur la convention d'exploitation du *Pourquoi pas ?*, satisfait aux objectifs de la Marine nationale et du Shom dans le domaine de la connaissance de l'environnement géophysique.

Le renouvellement des BH2 *Laplace*, *Borda* et *La Pérouse* est planifié dans le cadre de l'opération d'armement relative à la « Capacité hydrographique et océanographique future (CHOF) ». Ce programme ne doit pas seulement renouveler les navires anciens, mais aussi adapter leurs capacités hydro-océanographiques aux nouvelles technologies disponibles, dont l'utilisation de drones (AUV, USV, glider...) et aux nouvelles missions dont la maîtrise des fonds marins. L'objectif est de disposer de moyens performants de description de l'environnement sous-marin pour répondre aux besoins croissants des différents domaines de lutte à partir de 2027.

En outre, l'ambition de la Marine nationale pour les années à venir est la connaissance et l'action dans les grands fonds qui représentent une réelle zone d'intérêts communs avec l'Ifremer. Il s'agira à cet égard de mieux connaître, surveiller et agir vers, depuis et sur les grands fonds marins. Notre partenariat avec l'Ifremer - fondé sur une relation de confiance, des échanges fructueux et le partage d'intérêts communs dans le domaine de l'hydrographie, de l'océanographie et plus largement de la maîtrise des grands fonds - constitue un atout précieux.

Témoignage de Mikaël Le Gléau, responsable de la planification des campagnes à la mer du Shom, et d'Élodie Marches, responsable de la campagne scientifique Sousacou

À gauche: Mikaël Le Gléau
Photo: Yannick Sohier
À droite: Élodie Marches
Photo: Élodie Marchès
/ Shom



Pourriez-vous présenter le Shom et ses principales missions ?

Le Shom, héritier du premier service hydrographique officiel au monde (1720), est un établissement public administratif (EPA) sous tutelle du ministère des Armées. Il est l'opérateur public pour l'information géographique maritime et littorale de référence. Il a pour mission « de connaître et décrire l'environnement physique marin dans ses relations avec l'atmosphère, avec les fonds marins et les zones littorales, d'en prévoir l'évolution et d'assurer la diffusion des informations correspondantes ». L'exercice de cette mission se traduit par trois activités primordiales :

- l'hydrographie nationale, pour satisfaire les besoins de la navigation de surface, dans les eaux sous juridiction française et dans les zones placées sous la responsabilité cartographique de la France ;
- le soutien de la défense, caractérisé par l'expertise apportée par le Shom dans les domaines hydro-océanographiques à la direction générale de l'Armement (DGA) et par ses capacités de soutien opérationnel des forces ;
- le soutien aux politiques publiques de la mer et du littoral, par lequel le Shom valorise ses données patrimoniales et son expertise en les mettant à la disposition des pouvoirs publics, et plus généralement de tous les acteurs de la mer et du littoral.

Pour assurer ces services, le Shom développe son expertise sur de nombreux paramètres de description de l'océan pour leur acquisition, leur traitement et leur transformation en produits et services délivrés sous une forme et via des canaux adaptés aux besoins variés des différents usagers. Ses domaines d'expertise sont notamment : la bathymétrie, la sédimentologie, l'hydrodynamique côtière, l'océanographie, l'ingénierie des systèmes d'acquisition à la mer, l'information géographique maritime et littorale.

Le Shom est spécifique en ce qu'il est un acteur global, couvrant toute la chaîne de valeur, au profit de tous les clients civils et militaires, avec un spectre étendu d'expertises, et présent sur la plupart des océans du globe. Une autre spécificité remarquable du Shom est qu'une part significative de son activité revêt un caractère opérationnel, avec un service assuré sept jours sur sept, notamment pour les missions régaliennes de diffusion de l'information nautique, et de défense comme le soutien à la dissuasion nucléaire.

Quels types d'activités avez-vous pu mener à bien sur les navires de la Flotte océanographique française ?

Les activités conduites par le Shom sur les navires de la Flotte océanographique française traitent généralement de la connaissance des fonds et des propriétés physiques de l'environnement marin. Pour les projets qui me concernent, nous avons utilisé des équipements de sismique haute résolution, réalisé des carottages « calypso », la mise à l'eau de mouillages océanographiques et

acoustiques... Cela consiste par exemple à effectuer des levés en profil réguliers sur des zones cibles, afin d'obtenir la morphologie des fonds (SMF), l'architecture sédimentaire (sismique) et la composition des sédiments (carottages). En parallèle, les mouillages déployés renseignent sur les propriétés physiques de la colonne d'eau. Toutes ces données sont ensuite utilisées dans un projet technologique de défense en partenariat avec la direction générale de l'Armement (DGA) afin de répondre aux futurs besoins des Armées sur le domaine de l'acoustique sous-marine.

Quel regard portez-vous sur les services et les équipements disponibles à bord du *Pourquoi pas ?*, et comment s'est déroulée votre dernière campagne ?

Les navires de la Flotte océanographique française présentent tous les équipements nécessaires aux besoins de mon projet Ametiste. La dernière campagne, la mission Sousacou, a eu lieu du 13 février au 30 mars 2021 à bord du *Pourquoi pas ?* dans le canal du Mozambique. L'objectif était de quantifier les paramètres géo-acoustiques du sous-sol à travers l'observation des fonds et du sous-sol marin, ainsi que l'utilisation de la sismique océanographique pour mieux contraindre les structures océaniques présentes dans ce secteur : les gyres. Le but était de mettre en évidence l'influence des propriétés du sous-sol et des masses d'eau sus-jacentes sur les phénomènes de propagation acoustique dans le milieu marin.

Une zone a ainsi été levée en sondeur multi-faisceau, sondeur de sédiments, sismique haute résolution et six carottages ont été réalisés. Les premiers résultats mettent en évidence une morphologie des fonds complexe avec la présence de nombreux canyons en rebord de plateau, de structures tectono-sédimentaires et de volcans sous-marins. Les premières analyses des données de sismique haute résolution mettent en évidence une architecture sédimentaire complexe, présentant de grandes masses glissées, des plaéochenaux et des contourites enfouies. Les analyses de vitesses dans le sous-sol montrent des résultats très intéressants comme des diminutions fortes du gradient de vitesse en profondeur, probablement liées à la présence de gaz dans les couches sédimentaires enfouies. Ce résultat majeur permettra de mieux contraindre les modèles de propagation dans ce secteur.

Cette campagne à la mer s'est déroulée dans un contexte sanitaire bien particulier : navire réquisitionné pour une livraison d'oxygène à Mayotte sur le début de la campagne, matériel scientifique non arrivé à temps pour la mobilisation. Cependant, malgré ce contexte rythmé et contraint par les imprévus, les relations avec l'ensemble de l'équipage ont été très bonnes. Le professionnalisme des équipes de pont, de navigation et du commandant ont permis de mener à bien la majeure partie des objectifs malgré les aléas rencontrés. Le bilan est donc très positif.

Témoignage de Nicolas Chamot-Rooke, chercheur du laboratoire de Géologie de l'École normale supérieure, chef de mission civil embarqué sur le *Beautemps-Beaupré*.

Le Beautemps-Beaupré,
navire emblématique de la
coopération depuis vingt ans
entre l'Ifremer, la Marine
nationale et le Shom
Photo : Stéphane Lesbats /
Ifremer Photo: Stéphane
Lesbats / Ifremer



Quelles campagnes avez-vous pu effectuer grâce au *Beautemps-Beaupré*? En quoi ce navire militaire vous a-t-il aidé à atteindre vos objectifs?

J'ai eu la chance de participer à l'une des premières campagnes de coopération Ifremer/Shom/CNRS en 2004 (campagne Simed/Medor), l'année qui a suivi la mise en service du bâtiment hydrographique et océanographique (BHO) *Beautemps-Beaupré*. Cette campagne de bathymétrie multifaisceaux, menée sous la direction de Jean Mascle (CNRS/GeoAzur) et Benoît Loubrieu (Ifremer), a permis de finaliser la carte des fonds de la Méditerranée orientale entamée lors de missions précédentes par le navire océanographique *L'Atalante* (campagnes Medee et Anaxiprobe en 1995 et Prismed II en 1998). Les données acquises par le *Beautemps-Beaupré* étaient d'une qualité exceptionnelle, révélant des morphologies sous-marines spectaculaires.

La carte a depuis été complétée par des missions plus ponctuelles, en eaux peu profondes, mais les travaux combinés de *L'Atalante* et du *Beautemps-Beaupré* sont les sources principales des grilles bathymétriques disponibles dans la base de données Emodnet tant utilisées par toute la communauté scientifique méditerranéenne. Les utilisateurs ne réalisent d'ailleurs pas toujours, et c'est dommage, qu'en Méditerranée orientale, 90 % de la couverture en domaine profond a été assurée par ces deux seuls navires lors de missions montées par les scientifiques, validées et soutenues par la Flotte océanographique française, et réalisées par l'Ifremer, la Marine nationale et le Shom.

Le second chantier de collaboration où l'utilisation du *Beautemps-Beaupré* s'est avérée décisive – en ce qui me concerne – est celui de l'océan Indien nord-ouest, au large des côtes omanaises. Suite à des actes de piraterie récurrents, la région s'est trouvée interdite aux navires « conventionnels » de la Flotte océanographique française.

Le *Beautemps-Beaupré* opéré par la Marine nationale, et donc armé, devenait alors le seul navire océanographique français pouvant naviguer dans ces eaux. Trois missions successives (AOC en 2006, Owen en 2009 et Owen-2 en 2012, menées par Marc Fournier et moi-même) ont permis de cartographier pour la première fois la région du point triple formé par la dorsale de Sheba, la dorsale de Carlsberg, et la zone de fracture d'Owen. Grâce à la qualité exceptionnelle des données multifaisceaux du *Beautemps-Beaupré*, nous avons montré que la zone de fracture d'Owen était une faille active (campagne AOC), un résultat totalement inattendu, puis nous avons pu cartographier les déformations associées à cette faille active sur plus de 800 kilomètres (campagne Owen). À l'extrémité sud de cette faille active, un bassin inconnu jusqu'alors a été baptisé « Beautemps-Beaupré Basin », ou B³ pour les intimes.

La campagne Owen-2 (2012) a été l'occasion d'utiliser pour la première fois la sismique légère de la flotte sur le *Beautemps-Beaupré*, une innovation importante qui été conduite grâce à une collaboration en amont de toutes les entités impliquées, puisqu'elle a nécessité des modifications sur le pont du *Beautemps-Beaupré*. Cette possibilité d'utiliser l'outil sismique en complément des données géophysiques plus classiques a été déterminante dans le choix de poursuivre ce chantier. Plus récemment, et dans la continuité, deux autres missions ont été réalisées dans la région d'intersection de la ride de Carlsberg avec la faille transformante d'Owen (Carlmag et Varuna 2019), une région emblématique à l'origine de la définition de ces failles qui jouent un rôle majeur dans la tectonique des plaques. Les données acquises, sismiques, bathymétriques, gravimétriques, magnétiques, sont d'une qualité exceptionnelle.

Quel regard portez-vous sur cet embarquement, par certains côtés, atypique ?

Naviguer avec la Marine nationale sur le *Beautemps-Beaupré*, cela signifie enfile la tenue de protection de base, un moyen d'intégration efficace. Pour le reste, chacun sait ce qu'il a à faire pour assurer le succès de la mission : le *Beautemps-Beaupré* étant un bateau « blanc », il reste avant tout entièrement dédié à ses tâches océanographiques, qu'elles soient à finalité militaire ou à finalité scientifique. Les scientifiques embarqués sont significativement minoritaires en nombre (cinq ou six pas plus) et sont donc traités en invités, avec tous les droits et les devoirs que cela implique. Pour le chef de mission, par exemple, la participation au briefing de fin de journée en présence du commandant et des officiers, afin de récapituler les opérations du jour et d'anticiper celles du lendemain.

Une particularité dans le déroulement de la mission est la prise de décision tripartite : le commandant (Marine nationale), l'ingénieur en chef hydrographe (Shom), le chef de mission. Il arrive que le commandant prenne totalement la main, lors d'événements exceptionnels comme la rencontre avec des pirates supposés au large de l'île de

Masirah sur la côte orientale du Sultanat d'Oman, ou bien à l'occasion d'exercices militaires programmés au cours de la mission.

Le reste du temps, la cheville ouvrière de la mission est l'ingénieur en chef hydrographe. Il est le garant du respect du cahier des charges de la mission, il assure la logistique, il contrôle la qualité des données acquises, il organise le prétraitement à bord. Le culte de la donnée « propre » est fortement ancré chez les hydrographes du Shom, en particulier la bathymétrie multi-faisceaux (avec l'objectif carte marine) et la mesure du champ gravimétrique (pour d'autres objectifs). Pour le Shom, les données géophysiques acquises par les scientifiques lors de nos missions sont d'ailleurs légèrement sous-qualifiées : les scientifiques (pressés par le temps, ils en veulent toujours plus) acquièrent à dix nœuds (hors engins tractés), quand la vitesse d'acquisition nominale ne devrait pas dépasser huit nœuds pour atteindre la qualification la meilleure selon le Shom. Dans le même ordre d'idée de qualification de la mesure, il faut noter le traitement, quasiment en temps réel de la donnée par l'équipe d'hydrographes embarqués.

Quels ont été votre vécu et votre expérience sur ce navire ?

Sur le plan purement scientifique, nos missions sur le *Beautemps-Beaupré* restent des expériences exceptionnelles : travailler au cœur d'un environnement technologique de pointe dans des zones inaccessibles aux autres navires océanographiques, français comme étrangers, a été vécu par les quelques scientifiques embarqués comme un privilège rare. Sur le plan humain, il faut sans doute distinguer les relations avec les hydrographes du Shom, dont les préoccupations sont identiques à celles des scientifiques dans la phase d'acquisition de données en mer, et les relations avec les marins du bord. Les deux communautés, scientifique et militaire, ont probablement beaucoup appris l'une de l'autre. Cette rencontre a d'ailleurs suscité l'intérêt de la revue scientifique *Nature Geoscience* dans laquelle nous avons publié les résultats de la mission AOC (Fournier et al., 2007). L'article scientifique, sorti dans le tout premier numéro de cette revue devenue depuis une des plus prestigieuses dans le domaine des géosciences, est accompagné à la fois d'un commentaire scientifique par l'un des plus éminents spécialistes américains, et d'une *back story* montrant toute l'équipe scientifique pratiquant la gymnastique sur le pont arrière du *Beautemps-Beaupré* sous la houlette de militaires sportifs. J'y vois là un résumé fidèle des relations tissées pendant ces missions.

Plongée d'Ariane sur *La Lune*

En collaboration avec le Département des recherches archéologiques subaquatiques et sous-marines du ministère de la Culture (Drassm), l'Ifremer a organisé une plongée retransmise à terre en temps réel grâce au logiciel Mimosa 3 de l'unité Systèmes sous-marins de la direction de la Flotte océanographique. Denis Degez, ingénieur du Drassm, a ainsi pu commenter et orienter à distance l'exploration de l'épave du vaisseau *La Lune* par le submersible Ariane.

Ariane sur la plage arrière de *L'Europe* lors du transit vers la zone de plongée
Photo: Laurent Artzner / Ifremer



Le travail à distance est très probablement voué à prendre de l'importance y compris dans le cadre de l'exploration sous-marine. C'est pourquoi l'Ifremer développe une application qui permet de participer à distance à une plongée depuis un simple navigateur web. Cette application de télésience est l'une des fonctionnalités du futur logiciel de gestion de surface des engins sous-marins, Mimosa 3, que l'Ifremer a testé en condition réelle avec le Drassm. L'épave d'un vaisseau emblématique du XVII^e siècle, *La Lune* (fleuron de la Marine royale de Louis XIV), située au large de Toulon a été choisie comme cas d'étude.

Le 5 octobre, le navire *L'Europe* a mis le cap sur le site du naufrage avec à son bord le submersible Ariane et toute l'instrumentation nécessaire au fonctionnement de Mimosa 3.

La plongée a été retransmise en direct avec succès. Une soixantaine de personnes connectées à distance l'ont suivie depuis leur bureau ou leur domicile. Denis Degez, ingénieur du Drassm, a pu la diriger à partir du site Ifremer de la Seyne-sur-Mer dans une salle spécialement aménagée pour offrir une communication en temps réel avec les pilotes du HROV Ariane embarqués sur *L'Europe*. Il s'est déclaré conquis par le potentiel

de ce dispositif permettant de piloter à distance une opération à grande profondeur et également séduit par la possibilité de documenter la plongée en temps réel, de la suivre sur la carte de navigation et d'afficher simultanément les vues des diverses caméras.

Si plusieurs paramètres restent à améliorer, comme la stabilité des communications et la distance maximum de transmission (fond-surface et terre-mer), cette mission et les retours des utilisateurs ont d'ores et déjà permis d'établir une feuille de route claire et concrète des futures évolutions du logiciel.

Une première université flottante à bord de Ghass 2

Les six étudiants de l'université flottante et leur accompagnateur sur le pont du *Pourquoi pas ?*
Photo : Estelle Leroux / Ifremer



Dédiée à l'étude des hydrates de gaz en mer Noire, la campagne Ghass 2 a accueilli à bord du *Pourquoi pas ?* une « université flottante » qui a offert à six étudiants en licence et master la possibilité de s'immerger dans une campagne océanographique : une expérience unique pour eux et une première pour la Flotte océanographique française.

Organisée du 15 août au 4 septembre 2021, l'université flottante Ghass 2 est un projet collaboratif porté par l'Université de Montpellier (UM), l'Université de Bretagne occidentale (UBO) et Sorbonne Université (SU), en partenariat avec l'Ifremer et la Flotte océanographique française. Six étudiants issus de ces institutions, en troisième année de licence ou première année de master (géophysique, géochimie de l'environnement marin, géologie marine), ont bénéficié de cette expérience. Appuyé à terre par deux coorganisateur Jacques Deverchère (UBO) et Jeffrey Poort (SU), Grégory Ballas (UM) s'est chargé de leur encadrement à

bord. Il dresse un bilan très positif de cette opération.

« Cette formation avait pour objectif de compléter le savoir-faire de ces étudiants par une pratique directe des techniques d'acquisition des données océanographiques telles que l'imagerie sismique ou les outils géotechniques déployés durant cette campagne. Les étudiants ont ainsi pu participer activement aux opérations scientifiques, intégrant les quarts de nuit et le rythme de travail à bord, interagissant quotidiennement avec les scientifiques et les ingénieurs spécialisés et participant aux premiers traitements des données bathymétriques et

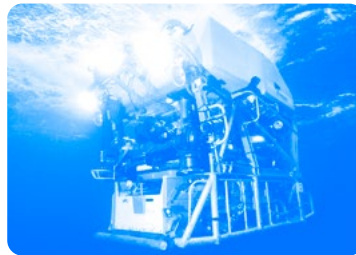
sismiques. Leur présence à bord a aussi permis de réaliser une série de conférences thématiques, créant un moment de discussion et de partage salué par toute l'équipe. De nombreux articles, posters et "posts" de vulgarisation ont été réalisés tout au long de la campagne et utilisés par la suite pour des expositions, conférences et salons dans les différentes universités participantes. Les rencontres, comme les moments passés à bord, resteront pour ces étudiants une expérience inoubliable dans leur jeune carrière de scientifique. »

Évolution des navires et des engins

Modernisation et déploiement du Victor6000

Dédié à l'exploration des grands fonds, le robot submersible téléopéré Victor6000 est l'un des équipements les plus avancés au monde dans sa catégorie. En 2021, Victor6000 a été déployé pour la première fois à bord du *Marion Dufresne II*. À cette occasion des briques technologiques nécessaires à sa modernisation ont été testées.

Le ROV Victor6000 effectue des missions d'observation et d'intervention jusqu'à 6 000 mètres de profondeur. Photo: Olivier Dugornay / Ifremer
L'équipe *Nautile* de Genavir pour la 2000° plongée. Photo: Ifremer



Adaptation du *Marion Dufresne II* au déploiement de Victor6000

Accueillir à son bord le Victor6000 ne s'improvise pas. Cela requiert des moyens techniques et un travail d'intégration considérables, car le système mobilise un train de matériel d'une centaine de tonnes : le véhicule lui-même et son lest (6,5 tonnes), le treuil grand fond installé sur le pont du navire (25 tonnes), un poste de pilotage spécifique et plusieurs conteneurs hébergeant alimentations électriques et hydrauliques, ateliers de maintenance, stockage des rechanges... Certains aménagements doivent également être effectués sur le navire pour assurer la mise à l'eau et la

récupération de l'engin, son positionnement dynamique et acoustique et l'alimentation électrique de l'ensemble du système.

Mis à l'étude dès 2019, le déploiement du Victor6000 sur le navire *Marion Dufresne II* a finalement été testé en condition opérationnelle lors de la mission ESSVIC MD du 6 au 27 octobre 2021. Les essais de déploiement de l'engin et les cinq plongées de 24 heures effectuées entre 2 000 et 2 500 mètres de fond ont permis de tester l'ensemble des modes opératoires, de repérer les quelques adaptations et réglages encore à effectuer, pour pleinement valider l'utilisation du Victor6000 sur le *Marion Dufresne II*. Cette campagne a aussi été mise à profit

par les opérateurs de Genavir et les ingénieurs de la direction de la Flotte océanographique pour évaluer certaines des solutions technologiques retenues dans la modernisation du Victor6000.

2000° plongée du *Nautile* lors de la campagne Momarsat

Le 8 juin 2021, lors de la Journée mondiale des océans, le submersible habité *Nautile* a effectué sa 2 000° plongée. Mis en service en 1984, il était alors le seul au monde à descendre aussi profond, jusqu'à 6 000 mètres.

La rénovation de *L'Atalante*

Ingénieur naval à l'Ifremer, Pierre Daelman a piloté le projet de rénovation de *L'Atalante* depuis les premières discussions, visant à cerner les besoins, jusqu'à l'achèvement du chantier. Le navire a été remis en service le 27 janvier 2022.

L'Atalante est l'un des quatre navires hauturiers de la Flotte océanographique française, dont l'activité s'étend sur tous les océans. Mis à l'eau en 1989, il a bénéficié d'une modernisation importante en 2021.
Photo : Franck Betermin / Ifremer



Pierre Daelman,
ingénieur naval à l'Ifremer
Photo : Louise Daelman



Qu'est-ce qui a motivé cette opération ?

L'Atalante est l'un des navires hauturiers de la Flotte océanographique française. Il navigue sur tous les océans du globe et fait régulièrement le tour du monde. Il a une trentaine d'années et, pour continuer de l'exploiter jusqu'à l'horizon 2030, nous devons résoudre deux problèmes principaux.

Les diesels-alternateurs qui permettent de produire toute l'électricité du bord arrivaient en fin de vie et certains équipements majeurs (treuil grand fond et portique latéral) n'étaient plus adaptés aux besoins scientifiques. La réglementation en matière d'environnement et de sécurité a aussi beaucoup évolué.

Comment se traduit l'application de la nouvelle réglementation environnementale ?

Nous avons ajouté un système de traitement des eaux de ballast pour ne pas transporter de cette manière des micro-organismes d'un endroit à l'autre de la planète. La production de froid a été remplacée, elle utilisera des gaz moins polluants. Les quatre diesels-alternateurs installés, de dernière génération, ont de bien meilleures performances en termes de consommation de carburant et de rejet. À ce sujet, nous sommes allés au-delà de la demande réglementaire en installant un système TIER III de traitement des oxydes d'azote. Nous avons, en outre, augmenté la capacité de connexion du navire sur les bornes électriques portuaires pour éviter de faire tourner les moteurs diesels à quai.

Avez-vous modifié d'autres éléments du navire ?

En fait, l'ensemble des locaux ont été concernés par cette rénovation. Nous avons renouvelé la panoplie de carottage, mis à niveau la gestion des alarmes, amélioré le positionnement dynamique du navire, changé les systèmes informatiques, vidéo et de communication satellite. Nous avons engagé une réfection des locaux de vie (cuisine, chambre froide, certains salons et laboratoires) et un gros travail de maintien en condition opérationnelle (changement de tuyauterie, tôlerie, appareils de levage, hublots). Pour finir, le navire a été repeint de haut en bas en appliquant la nouvelle charte graphique.

Comment avez-vous construit ce projet ?

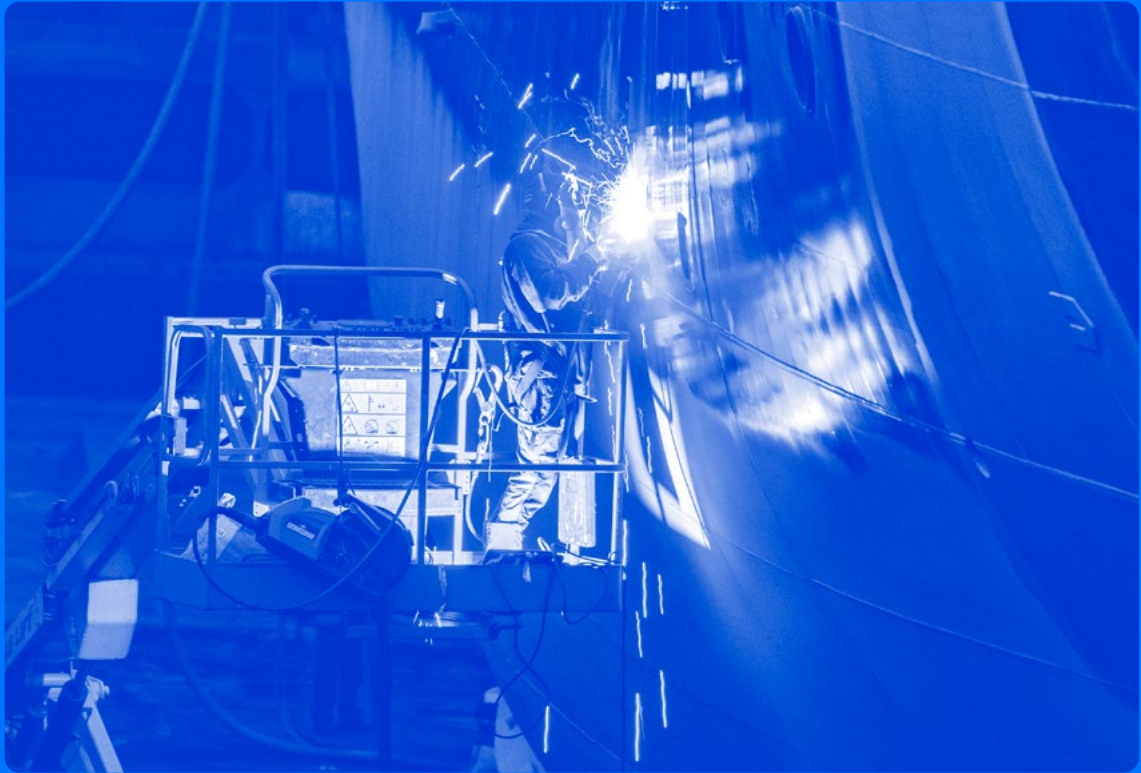
Nous avons travaillé ensemble, l'Ifremer et Genavir. La première étape a été de définir le besoin et d'élaborer le projet correspondant. Puis nous avons lancé les appels d'offres pour les principaux équipements et le chantier naval lui-même. C'est le chantier qui a suivi l'ingénierie et l'intégration des équipements. Naturellement, les discussions, les réunions et les revues de plans ont été très nombreuses avec l'ensemble des fournisseurs et plus spécifiquement avec le chantier naval.

La rénovation s'est-elle passée comme prévu ?

Réaliser des travaux de rénovation sur un navire de trente ans réserve inmanquablement son lot d'imprévus, même si avec nos collègues de Genavir, nous avons systématiquement cherché à anticiper l'état général du navire, et les travaux à conduire. Au final, malgré les contraintes de réalisation de tous ces travaux en quelques mois, le délai est globalement respecté. Il reste des mises au point à effectuer sur certains sujets pour la plupart d'ici la fin de l'année 2022, notamment le carottage, afin d'offrir le service de qualité que la communauté scientifique est en droit d'attendre de la Flotte océanographique française.

Genèse du nouveau navire semi-hauturier Manche-Atlantique

Parallèlement à la rénovation de *L'Atalante*, les équipes de la direction de la Flotte océanographique ont conduit tout au long de l'année 2021 le processus de définition et de structuration du projet de construction d'un nouveau navire semi-hauturier (NSH) destiné à la zone Manche-Atlantique. Scientifiques utilisateurs, ingénieurs de l'unité Navires et Systèmes embarqués, et personnels navigants de Genavir se sont mobilisés pour élaborer différents scénarios concernant le choix des équipements scientifiques, l'optimisation des aménagements de bord et la réduction de l'impact environnemental du navire. Après validation des besoins scientifiques par le comité scientifique, et par le comité directeur de la Flotte océanographique française, l'appel à candidatures auprès des chantiers, pour la construction de ce navire, a été lancé début novembre 2021.





L'Atalante : des travaux importants se sont déroulés à Concarneau au cours de l'automne 2021.
Photo : Franck Betermin / Ifremer

Développements technologiques et numériques

Évaluation du potentiel des drones marins de surface

Dans le cadre du projet Semna (Système expert et multiplateformes de navigation autonome), l'Ifremer étudie le potentiel des drones marins de surface et leur introduction éventuelle dans la Flotte océanographique française.

Essais de tenue à la mer du Drix au large des îles d'Hyères. État de mer 4 ce jour là. Photo: Florian Schattner



Aux côtés des sociétés iXblue (coordinateur du projet), Forssea, Donecle, et de l'École nationale supérieure maritime (ENSM), l'Ifremer s'est engagé dans le projet Semna qui vise à développer un système multiplateforme de navigation et de conduite maritimes. L'objectif est de pouvoir gérer le déploiement de drones, dotés d'une autonomie maximale, et de les faire collaborer entre eux et avec d'autres engins.

Le projet prévoit ainsi le développement de solutions d'automatisation de tâches, de systèmes de perception sous-marine et de gestion d'obstacles.

La conception de trois catégories de drones (marin, sous-marin et aérien), capables d'être déployés depuis la mer ou les airs est également programmée. Outre les avancées attendues dans le domaine de la gestion déportée d'engins autonomes, plusieurs applications sont envisagées : hydrographie et géophysique multivéhicules, étude et suivi automatisés des ressources halieutiques, inspection des structures éoliennes offshore...

Les équipes de la direction de la Flotte océanographique se sont d'ailleurs déjà engagées dans des études techniques

pour démontrer le potentiel des drones de surface pour l'hydrographie des grands fonds et la surveillance halieutique.

Une mission d'évaluation a eu lieu du 10 au 16 novembre 2021 sur le navire *L'Europe* afin de tester les performances océanographiques du drone de surface Drix développé par iXblue, équipé d'instruments acoustiques. Elle a montré les capacités du Drix à naviguer pendant cinq jours sans défaillance et à réaliser des enregistrements équivalents à ceux du navire équipé pour l'occasion des mêmes instruments.

Surveillance des écosystèmes coralliens de La Réunion par le robot Vortex

Équipé d'une caméra hyperspectrale et d'un appareil photo numérique très haute définition, le robot sous-marin Vortex a exploré les coraux réunionnais jusqu'à cent mètres de profondeur et couvert des zones très difficiles à surveiller.

Cartographie optique
des récifs coralliens
à La Réunion avec
le robot Vortex - projet
intersites Recif3D
Photo : Droits réservés /
Société TSMOI



Menacés par les pressions anthropiques et le changement climatique, les écosystèmes coralliens sont surveillés de près. Sur les côtes Ouest et Sud de l'île de La Réunion, les scientifiques utilisent la plongée directe et l'imagerie aérienne ou satellite pour repérer des signes d'altération. Ces deux moyens d'observation atteignent toutefois rapidement leurs limites. Au-delà de dix mètres de profondeur, la tranche d'eau altère la qualité des données récoltées depuis le ciel ou l'espace. Et à plus de vingt

mètres, le suivi par un plongeur autonome devient difficile en raison de la force des courants et de la houle qui rendent certaines zones peu accessibles, et donc peu connues.

Pour pallier ce problème, les scientifiques de l'Ifremer et de l'Université de La Réunion ont testé une nouvelle solution dans le cadre du projet Récif3D. Ils ont mis à contribution le Vortex, un robot sous-marin développé par la direction de la Flotte océanographique qui peut être déployé depuis un petit navire.

Récemment modernisé pour descendre jusqu'à deux cents mètres de profondeur, celui-ci n'a eu aucune difficulté à sillonner les récifs coralliens réunionnais. Grâce aux images recueillies, les scientifiques seront capables de reconstruire finement les lieux en 3D, de distinguer les différents habitats (coraux, roches, sable, algues...) et les espèces présentes. Cette collecte d'informations sera très utile pour évaluer l'état écologique des récifs.

La poursuite des essais d'Ulyx

Ulyx, au large de Toulon,
juste avant la plongée.
Photo : Olivier Dugornay
/ Ifremer



Le robot autonome sous-marin Ulyx est entré dans une phase de mise au point et de qualification en mer. En 2021, le système a accompli deux missions sur le navire *L'Europe*, étape préalable à un premier déploiement opérationnel à l'été 2022, à l'intégration de toutes les charges utiles et au transfert opérationnel à Genavir en 2023.

Grâce aux plongées effectuées entre cinquante et cinq cents mètres de profondeur, il a été possible de tester les outils et les méthodes de déploiement et de récupération sur le navire, de régler les lois de pilotage, de valider les mécanismes de sécurité et de mettre au point le fonctionnement général des communications à l'air et sous l'eau.

D'autres développements ont été conduits, comme l'intégration des logiciels du contrôleur embarqué et le test du sonar à antenne synthétique. Ces systèmes rejoindront les équipements déjà installés sur Ulyx (sondeur multifaisceaux, appareil photo grande portée) et feront l'objet de nouveaux essais en 2022 et 2023.

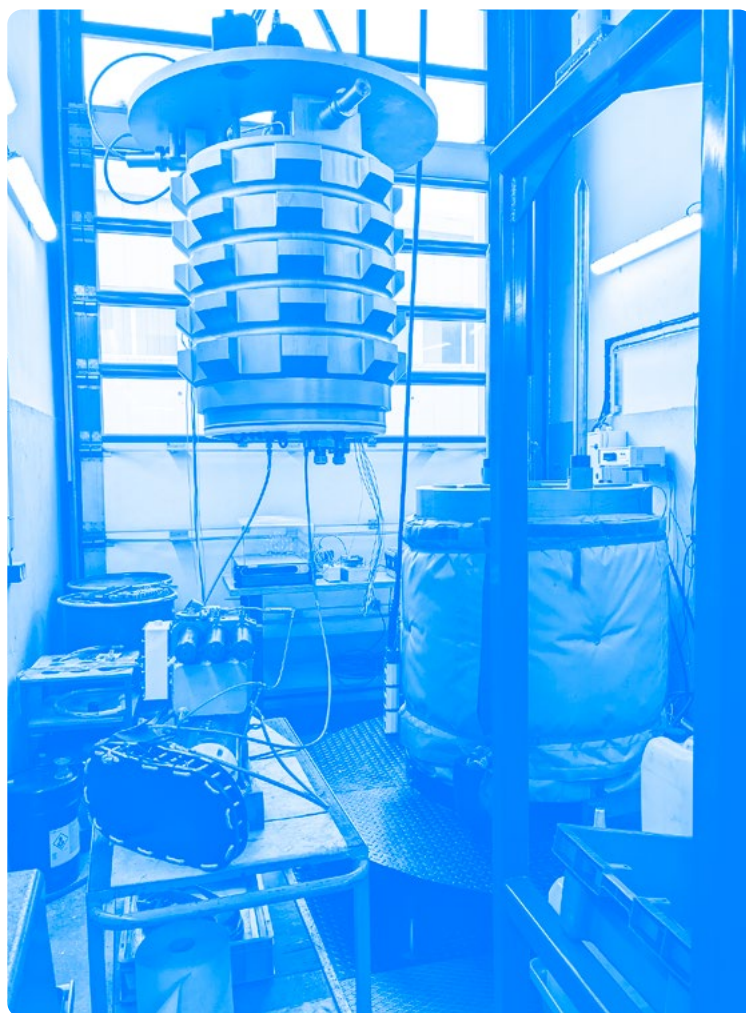
Ces différents travaux ont bénéficié de l'aide financière de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur (projet de Contrat de plan État-Région *Constructive Offshore Robotics Alliance* [CORAL]).

Mise en service du nouveau caisson d'essais hyperbares de Toulon

Le centre Ifremer de la Seyne-sur-Mer a remplacé l'un de ses deux caissons hyperbares par un modèle 1000 bars de plus grande taille, doté de fonctionnalités supplémentaires.

Le but de cette modernisation est de pouvoir effectuer une gamme plus étendue d'essais fonctionnels destinés à la qualification d'équipements sous pression. Le centre peut désormais tester des ensembles complets (régulateurs, bras télémanipulateurs) et des fonctionnalités plus variées (communication en pression, contrôle de portes de hublots, etc.).

Essais sur la centrale
hydraulique
Photo : Christophe
Martin / Ifremer



Projet DeepSea'nnovation

Destiné à soutenir l'amélioration des équipements d'exploration des grands fonds, le projet DeepSea'nnovation a été soumis en 2020, lors de l'appel à manifestation d'intérêt « Équipements structurants pour la recherche / Equipex+ ». Accepté en 2021, il a fait l'objet d'une convention signée au mois d'octobre.

Vue préliminaire du futur ROV profond qui mettra en oeuvre les équipements DeepSea'nnovation
Illustration : Ifremer



DeepSea'nnovation vise à l'acquisition et au développement d'équipements scientifiques qui viendront enrichir le parc instrumental des véhicules téléopérés (ROV) profonds de l'IR* Flotte océanographique française (FOF), avec des capacités nouvelles d'acquisition de données, d'observation, d'échantillonnage et de méthodologie d'exploration en milieu profond. Il s'inscrit ainsi dans le programme de renouvellement de la flotte des engins d'intervention profonde, amorcé par la modernisation de Victor6000 et qui se poursuivra avec le développement d'un nouveau ROV possédant des performances et des capacités élargies. Les nouveaux ensembles de charges utiles scientifiques pour les ROV, développés dans le cadre du projet, couvriront, dans une démarche pluridisciplinaire, un large éventail d'applications

telles que les études géophysiques, géologiques, biologiques, géochimiques et sédimentaires.

Avec une approche modulaire, ces instruments seront intégrés au robot sous-marin pour composer un ensemble instrumental multidisciplinaire qui répondra de manière idéale aux objectifs des campagnes scientifiques. Cette approche intégrée englobera dans une même plongée les phases d'investigation du site, d'analyses physique et chimique *in situ* et de collecte d'échantillons (roches, sédiments, biologie, fluide).

Le consortium DeepSea'nnovation se base sur une coopération étroite entre la direction de la Flotte océanographique et les équipes partenaires, avec une cohérence entre l'expertise scientifique et les capacités de développement technologique. Il comprend l'Ifremer (unités

technologiques DFO/SM, REM/RDT, UMR 6197 BEEP), des laboratoires du CNRS (UAR 855 DT-INSU, UMR 6538 Geo-Ocean, UMR 7144 AD2M, UMR 8212 LSCE, UMR 7294 MIO, UMR 5563 GET, UAR 831 OMP) et des universités (Sorbonne Université UMR7193 ISTEP, Université de Bretagne occidentale Université de recherche PSL — UMR 8538 LG-ENS). D'autres laboratoires, non directement impliqués dans les développements technologiques, contribuent à l'analyse des besoins, des modes d'usage des instruments, etc. Ainsi le consortium DeepSea'nnovation englobe une communauté élargie et représentative des sciences des grands fonds.

La réunion de lancement du projet a eu lieu le 26 Janvier 2022.

Campagnes océano- graphiques 2021

BICHECALIS

ANDREFOUET Serge – IRD, UMR Entropie

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Pacifique sud

Inventaire des ressources en holothurie dans le nord de la Nouvelle-Calédonie, estimation de stocks et mise en place d'un suivi.

FISHCODE

VIGLIOLA Laurent – IRD, UMR Entropie

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Pacifique sud

Construction d'une bibliothèque génétique dédiée à l'analyse de l'ADN environnemental des poissons marins; développement de la technologie de reconnaissance automatique des poissons par intelligence artificielle.

KANARECUP

OLU Karine – Ifremer, UMR Beep

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Pacifique sud

Apports de matière et des conditions hydrologiques et hydrodynamiques des communautés benthiques sur deux monts sous-marins de la mer de Corail par des mouillages long terme; identification des propagules récoltées à proximité du fond.

REEFADAPT

BERTEAUX-LECELLIER Véronique – CNRS, UMR Entropie

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Pacifique sud

Sélection de coraux adaptés à des conditions environnementales particulières (température fluctuante, fort taux de sédimentation, forte luminosité...) pour la conservation et la préservation des récifs coralliens.

SPANBIOS

SAMADI Sarah – MNHN, UMR Isyeb

- Recherche scientifique hauturière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Pacifique sud

Compléter les connaissances sur la biodiversité et les habitats profonds du parc marin et des pentes insulaires de Nouvelle-Calédonie, en collectant des données sur des habitats et des secteurs géographiques inconnus ou peu connus; analyser les processus évolutifs expliquant la diversité sous-marine profonde néocalédonienne à différentes échelles de temps.

WARMALIS 1

MENKES Christophe – IRD, UMR Entropie

- Recherche scientifique hauturière
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Pacifique

Étude des conditions océanographiques structurant le micronecton et le zooplancton dans le Pacifique pour une gestion durable des ressources pélagiques halieutiques.

AMAZOMIX

KOCH-LARROUY Ariane – IRD, UMR Legos

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique Nord

Étude innovante de caractérisation des ondes internes, du mélange induit et de leur impact sur l'environnement et les écosystèmes marins au large de l'embouchure du fleuve Amazone.

CARESSE

CHAUMILLON Éric – Univ. La Rochelle, UMR Liens

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Identification des enregistrements sédimentaires de tsunami, des mouvements verticaux et cyclones dans des zones littorales, soit dans des lagunes, soit dans des domaines d'avant-côte, pour caractériser les enregistrements sédimentaires des tempêtes afin de les distinguer de tsunamis et estimer la période de retour des ouragans exceptionnels.

ESSTECH-AN 2021

DANJON Frédéric – Genavir, DTN

- Essais techniques
- Océan Atlantique Nord

Tests d'équipements scientifiques après arrêt technique ER60, courantomètre, loch, tests acoustiques, validation du fonctionnement des treuils et capteurs de pêche.

FIBROSAINTE

HELLO Yann – CNRS, UMR Géoazur

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Première étape d'implantation de l'observatoire sous-marin optique des Saintes (Osmos) pour l'extension des réseaux de mesures sismologiques et géodésiques du domaine marin des Antilles : mieux cerner les processus mécaniques à l'œuvre dans les régions sismiques et volcaniques actives et progresser dans les capacités de prévision des aléas telluriques associés.

LINKS

REGAUDIE DE GIOUX Aurore – Ifremer, laboratoire d'Écologie pélagique

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique

Contribution des différents modes nutritionnels chez les communautés nanophytoplanctoniques des eaux côtières guyanaises sous l'influence des limitations en lumière et en nutriments.

PEGUY

PAQUET Fabien – BRGM

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Campagne d'acquisition de sismique réflexion marine monotrace très haute résolution ayant pour objectif principal l'exploration géophysique de l'ensemble du plateau continental guyanais.

PIGUY

GENSAC Erwan – Université de Bretagne Sud, UMR GéoOcéan

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Sur les côtes de Guyane : identifier les stocks sédimentaires actuels vaseux et sableux pouvant être remobilisés par les houles et les courants entre 15 et 50 m de fond (cartographie), affiner les modèles conceptuels, étudier l'impact de la remontée du niveau marin sur les zones côtières depuis la dernière transgression marine (description 2D/3D des fonds, volumes).

TV AMATLANTE C

ARTIGAS Felipe – Université du Littoral Côte d'Opale, UMR LOG

- Observation
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique

Valorisation des transits et opportunité de compléter des campagnes géologiques et physiques sur le plateau guyanais et amazonien par des mesures automatisées et la caractérisation optique des communautés phytoplanctoniques de subsurface.

TV AMATLANTE H 2021-1

ARTIGAS Felipe – Université du Littoral Côte d'Opale, UMR LOG

- Observation
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique

Enregistrements en continu des caractéristiques optiques des communautés phytoplanctoniques (dans leur ensemble ou par cellule/colonie) au moyen d'un fluorimètre multispectral et d'un cytomètre en flux automatisé.

ESSTECH-CDLM-2021

LE BRETON Tangui – Genavir, DOL

- Essais techniques
- Océan Atlantique Nord

Essais techniques post arrêt technique

MAGMA 1

DEFLANDRE Bruno – Université de Bordeaux, UMR Epoc

- Recherche scientifique côtière
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Atlantique Nord

Étude de la structuration, du fonctionnement et de la contamination (in)organique (sédiment, biote) de l'habitat benthique de la vasière Ouest-Gironde (VOG) avec la caractérisation des apports de particules (et leur réactivité) au cours du transfert estuaire Gironde – VOG.

MAGMA 2

DEFLANDRE Bruno – Université de Bordeaux, UMR Epoc

- Recherche scientifique côtière
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Atlantique Nord

Étude de la structuration, du fonctionnement et de la contamination (in)organique (sédiment, biote) de l'habitat benthique de la vasière Ouest-Gironde (VOG) avec la caractérisation des apports de particules (et leur réactivité) au cours du transfert estuaire Gironde – VOG.

MASTER IGL GEOPHY 2021

TESSIER Bernadette – CNRS, UMR M2C

- Enseignement
- Géosciences marines
- Manche

Formation Master Géosciences Marines – Géophysique de l'Université de Bretagne occidentale.

MSTULR 21

CHAUMILLON Eric – Université de La Rochelle, UMR Lienss

- Enseignement
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Découverte des méthodes d'étude en géologie marine pour les étudiants de Master 1.

ORHAGO 21

COUPEAU Yann – Ifremer, laboratoire Technologie Biologie Halieutique

- Intérêt public côtier
- Biologie / Halieutique
- Océan Atlantique Nord

Campagne de chalut à perche visant à compléter une série d'indicateurs d'abondance de la sole et d'état des peuplements ichtyologiques benthiques du golfe de Gascogne.

PACMAN

KOPP Dorothée – Ifremer, laboratoire Technologie Biologie Halieutique

- Intérêt public côtier
- Biologie / Halieutique
- Océan Atlantique Nord

Campagne d'évaluation de la diversité dans le golfe de Gascogne.

PHRESQUES 2021

LE BERRE David – Ifremer, laboratoire de Dynamique Hydro-Sédimentaire

- Observation
- Océanographie physique / chimie / biogéochimie marine
- Manche

Maintenance et étalonnage d'une bouée du Service National d'Observation COAST-HF, observations couplées optiques et acoustiques des MES, dynamique des MES / production primaire.

REBELRED

METZGER Edouard – Université d'Angers, UMR LPG

- Recherche scientifique côtière
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Atlantique Nord

Devenir des nutriments et métaux associés à travers l'estuaire de la Loire.

SELISEINE 2021

MAUFFRET Aourell – Ifremer, unité

Contamination chimique des Écosystèmes marins

- Intérêt public côtier
- Biologie / Halieutique
- Océan Atlantique

Suivi des effets induits par la contamination biologique dans le cadre de la DCSMM. Concerne la pêche de poissons plats pour l'analyse de biomarqueurs et des niveaux d'imprégnation de la contamination chimique.

SOGIR 2021

DERRIENNIC Hervé – Université de Bordeaux, UMR Epec

- Observation
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique Nord

Suivi annuel des masses d'eau et écologie de quatre stations hydrologiques dans l'estuaire de la Gironde dans le cadre de deux programmés mutualisés : suivi du Service d'observation en milieu littoral (Somlit), SNO labellisé INSU depuis 1997, et surveillance écologique du site du CNPE Blayais (coordination de l'Ifremer), initiée en 1978.

SOLIBOB 2021

DUFOIS François – Ifremer, laboratoire de Dynamique hydro-sédimentaire

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Étude de la dynamique sédimentaire liée aux ondes internes et aux solitons dans le golfe de Gascogne.

TPGIRONDE 21

LUBAC Bertrand – Université de Bordeaux, UMR Epec

- Enseignement
- Instrumentation
- Océan Atlantique Nord

Travaux pratiques embarqués dont l'objectif principal consiste à faire découvrir aux étudiants du master Sciences de la mer et du master *Marine Environment and Ressources Plus* les moyens d'observation modernes de l'océanographie côtière.

TPINT-2021-01

POIZOT Emmanuel – CNAM, Intechmer

- Enseignement
- Instrumentation
- Manche

Travaux pratiques : techniques d'acquisition de données océanographiques.

BATHY-DELTA-RHONE-H

CORDIER Céline — Ifremer, laboratoire de Dynamique hydro-sédimentaire

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Actualisation de la bathymétrie haute-résolution du prodelta du Rhône afin de spatialiser cette information localisée et d'analyser la dynamique à court terme, en lien avec les événements hydro-météorologiques.

DYSACOTE-SUD

HENAFF Alain — Université de Bretagne occidentale, UMR LETG

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Imager l'épaisseur sédimentaire et la morphologie du fond marin afin de combler le manque de données nécessaires à la compréhension des transferts sédimentaires.

ESSTECH-HA-2021-2

MORIN Xavier — Genavir, DEC

- Essais techniques
- Océan Atlantique Nord

Essais techniques des équipements acoustiques et des capteurs associés : Geoswath.

ESSTECH-HA-2021-1

MORIN Xavier — Genavir, DEC

- Essais techniques
- Océan Atlantique Nord

Essais techniques des équipements acoustiques et des capteurs associés : Geoswath, sondeur de sédiments (SDS), EK60/RoxAnn, Hydrins, HDS800 (mode orpheon), Cinna, bathycélérimètre Valeport.

GEOGOLFE

MENIER David — Université de Bretagne Sud, UMR GéoOcéan

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Rôle(s) de l'héritage structural dans l'architecture et la dynamique sédimentaire quaternaire à l'entrée du golfe du Morbihan.

TIDE&GAS

BALTZER Agnès — Université de Nantes, UMR LETG

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Océan Atlantique Nord

Suivi de la remontée du gaz dans les sédiments pendant un cycle de marée.

ESSNAUT — ATA — 2021

JUSTINIANO Jean-Paul – Genavir, DSM

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Essais techniques Nautile.

ESSTECH ATA 2021

BALCON Remy – Genavir, DOL

- Essais techniques
- Océan Atlantique Nord

Essais du treuil Bathysonde sur l'Atalante.

MOMARSAT2021

SARRADIN Pierre Marie – Ifremer UMR Beep

- Recherche scientifique hauturière
- Chimie / biogéochimie marine / biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique Nord

Maintenance annuelle de l'observatoire fond de mer EMSO-Açores qui vise à comprendre les processus hydrothermaux, tectoniques, volcaniques et les écosystèmes d'un site actif de la dorsale médio-atlantique.

MOUILLAGES SHOM

DUMONT Pierre-Antoine – Marine nationale SHOM/GHOA

- Marine nationale
- Océanographie physique
- Océan Atlantique Nord

Tournée de mouillage dans le golfe de Gascogne visant à déployer et entretenir une partie des mouillages permanents déployés par le Shom.

NARVAL 2021

DUMONT Pierre-Antoine – Marine nationale SHOM/GHOA

- Marine nationale
- Océanographie physique
- Océan Atlantique Nord — mer de Norvège

Identification de structures océanographiques et analyse de leur impact sur la propagation acoustique. Réalisation d'un levé bathymétrique conforme aux standards de l'Organisation hydrographique internationale (OHI) afin d'assurer la sécurité de la navigation en Atlantique Nord.

PERLE 3

DURRIEUR DE MADRON Xavier – CNRS, UMR Cefrem

- Recherche scientifique hauturière
- Chimie / biogéochimie marine / biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Formation et dispersion de l'eau intermédiaire levantine et son rôle sur la distribution des nutriments et la structuration des écosystèmes planctoniques en Méditerranée.

SUMOS

SUTHERLAND Peter – Ifremer, UMR Lops

- Recherche scientifique hauturière
- Océanographie physique / atmosphère
- Océan Atlantique

Observations in situ pour l'étalonnage et la validation du China-France Ocean Satellite (CFOSAT), lancé pour réaliser des mesures du vent et de spectre directionnel d'état de mer au moyen de deux instruments radar complémentaires, SWIM (vagues, contribution française) et SCAT (vent, contribution chinoise).

BATHY-DELTA-RHONE-E

VERNEY Romaric — Ifremer, laboratoire de Dynamique hydro-sédimentaire

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Actualisation de la bathymétrie haute-résolution du prodelta du Rhône afin de spatialiser cette information localisée et d'analyser la dynamique à court terme, en lien avec les événements hydro-météorologiques.

EMSO-KM3NET 2021

GOJAK Carl — CNRS, DT INSU

- Recherche technologique côtière
- Technologie
- Méditerranée occidentale

Technologie autour de l'observatoire EMSO KM3Net (positionnement acoustique, cartographie géoréférencée et interopérabilité des interventions ROV sur l'infrastructure fond de mer).

ESSCORAL 21

BRIGNONE Lorenzo — Ifremer, DFO/SM

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Validation opérationnelle du nouvel AUV 6000 m de l'Ifremer : trois phases de travail distinctes dans l'année 2020 et une reportée en 2021 suite à la pandémie.

ESSDRIX-2021

VEIT Emeline — Ifremer, DFO/NSE

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Essais techniques

ESSHROV-2021

ARTZNER Laurent — Ifremer, DFO/SM

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Validation des évolutions techniques et fonctionnement en télé présence (travail en direct, à distance avec des équipes à terre)

ESSTECH EU-MVP-2021

MONFRET Maxime — Genavir, DSM

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Essais techniques post AT.

ESSTECH-EU-2021-2

TRELUYER Loïc — Genavir, DTN

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Essais d'étalonnage des équipements scientifiques après l'arrêt technique et en prévision des campagnes Medits et Pelmed : système Marelec sondeurs halieutiques ME70 & EK80, ensemble matériel de pêche (capteurs / treuils / hydraulique), système de calibration des sondeurs de pêches.

ESSTECH-EU-2021-3

BISQUAY Hervé — Genavir, DEC

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Essais Bassops.

FLUID 3D

MIGEON Sébastien — CNRS, UMR Géoazur

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Analyse de l'impact des sorties de fluide sur le déclenchement de glissements sous-marins au large de l'aéroport Nice Côte d'Azur.

GRAVIMOB

POITOU Charles — CNRS, UMR GéoOcéan

- Recherche technologique côtière
- Technologie
- Méditerranée occidentale

Essai technique d'un capteur gravimétrique pour usage sur un AUV : plongées AUV sur deux profils au large de Toulon, en zone profonde.

IMPEC

LABRUNE Céline — CNRS, UMR Lecob

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Impact de la pêche sur les écosystèmes benthiques du large : évaluation de l'état écologique des habitats benthiques du circalittoral du large du golfe du Lion au regard des pressions issues des activités de la pêche démersale aux arts trainants.

MEDITS 2021

JADAUD Angélique — Ifremer, laboratoire

Halieutique Méditerranée

- Intérêt public côtier
- Biologie / halieutique
- Méditerranée occidentale

Assurer la mission de service public de l'Ifremer en matière d'observation et de surveillance de la filière halieutique, par des campagnes récurrentes annuelles de chalutage scientifique intégrées dans un programme européen depuis 1994.

PELMED 2021

BOURDEIX Jean-Hervé — Ifremer, laboratoire

Halieutique Méditerranée

- Intérêt public côtier
- Biologie / halieutique
- Méditerranée occidentale

Évaluer les stocks de petits pélagiques et accumuler le plus de données possible sur les différents compartiments de l'écosystème pélagique.

PHYOCE 2021

ZAKARDJIAN Bruno — Université de Toulon, UMR MIO

- Enseignement
- Instrumentation
- Méditerranée occidentale

Campagne d'enseignement visant à former les étudiants sur la planification et la réalisation d'une campagne à la mer et sur l'utilisation des instruments les plus couramment utilisés en océanographie (CTD-rosette, ADCP, flotteurs...).

ROV 3G

LECLERC Frédérique — Université de Côte d'Azur, UMR Géoazur

- Enseignement
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Master 3G Recherche, Géologie et Géophysique, de l'Université Côte d'Azur : étude morpho-tectonique de la marge Ligure par observations géologiques.

SUCHI MED2021 - leg 1

BOUCHOUCHA Marc — Ifremer, laboratoire

Environnement Ressources

Provence-Azur-Corse

- Intérêt public côtier
- Chimie / biogéochimie marine
- Méditerranée occidentale

Surveillance de la contamination chimique dans le cadre de la DCE, la DCSMM et la Convention de Barcelone.



CALIBRATION MD

LE DREZEN Karine — Genavir, DEC-QAE

- Essais techniques
- Océan Indien

Calibration EK 80 + essais trancannage.

MAYOBS

RINNERT Emmanuel — Ifremer, UMR GéoOcéan

- Intérêt public hauturier
- Géosciences marines
- Océan Indien — Canal du Mozambique

Suivre l'évolution du phénomène volcanologique et sismologique qui touche l'île de Mayotte depuis mai 2018.

ESSVIC

DUCHI Christophe — Ifremer, DFO/SM

- Essais techniques
- Océan Indien

Essais techniques du ROV Victor6000 sur le *Marion Dufresne*; validation de la mise en œuvre du système Victor sur le bateau et des adaptations navire; formation et entraînement des différentes équipes intervenantes dans le déploiement du système; prévalidation des évolutions du Victor (Loch, charge utile optique, intégration poste de commande).

OHA-SIS-BIO-12

ROYER Jean-Yves — CNRS, UMR GéoOcéan

- Observation
- Géosciences marines / biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Indien Austral

Observatoire hydroacoustique de la sismicité et de la biodiversité dans l'océan Indien austral.

OISO-32

LO MONACO Claire — Sorbonne université, UMR Locean

- Observation
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Indien — Canal du Mozambique

Suivi annuel sur le long terme du CO₂ et des paramètres hydrologiques et biogéochimiques liés au cycle du carbone dans l'Océan Indien sud-ouest et austral.

SCRATCH

BERTHOD Carole — Université Clermont Auvergne, UMR LMV

- Recherche scientifique hauturière
 - Biologie et fonctionnement des écosystèmes / géosciences marines
 - Océan Indien — Canal du Mozambique
- Campagne multidisciplinaire (biologie, paléoclimatologie, sédimentologie et volcanologie) dans les eaux territoriales françaises des Glorieuses, de Mayotte, de Tromelin et de La Réunion.
-

SWINGS

JEANDEL Catherine — CNRS, UMR Legos

- Recherche scientifique hauturière
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Indien austral

Établir la distribution, le comportement et le transport des éléments en traces et isotopes (TEI) au sein des masses d'eau identifiées le long de la section comprise entre La Réunion, les îles Marion, Crozet, Kerguelen jusqu'au sud de Heard afin de connecter avec la section australienne K-Axis.

THEMISTO

COTTE Cédric — MNHN, UMR Locean

- Observation
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Indien austral

Étudier la distribution en 3D du zooplancton et du micronecton et sa variabilité en lien avec les phénomènes physiques et climatiques par des mesures acoustiques en continu lors des périodes de transit.

Pourquoi pas ?

ALBACORE

DACREMONT Elia – Sorbonne Université, UMR Istep

- Recherche scientifique hauturière
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Dater les grands événements climatiques, océanographiques, tectoniques et gravitaires en mer d'Alboran. Étudier l'interaction entre tectonique et sédimentation et entre processus profonds et de surface dans un contexte géodynamique de bassin en inversion.

CARAPASS 2021

DUMONT Pierre-Antoine – Marine nationale SHOM

- Marine nationale
- Géosciences marines
- Océan Indien

L'amélioration de la connaissance sismique, bathymétrique et sédimentologique dans la zone concernée.

GEOFLAMME

RINNERT Emmanuel – Ifremer, UMR GéoOcéan

- Recherche scientifique hauturière
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Indien

Étude de la crise sismo-volcanique dans la ZEE Mayotte : impacts biogéochimiques d'un panache éruptif notamment via la colonne d'eau, impacts locaux et régionaux de la circulation des fluides sur la géochimie des sédiments. État initial et colonisation du milieu par la vie.

GHASS 2

RIBOULOT Vincent – Ifremer, UMR GéoOcéan

- Recherche scientifique hauturière
- Géosciences marines
- Mer noire

Reconnaissance multidisciplinaire de la zone roumaine de la mer Noire, en vue de caractériser le système gaz dans sa globalité, de la source dans le sédiment à l'atmosphère, et de comprendre l'évolution des hydrates au cours du temps (depuis la dernière période glaciaire) afin de déterminer leur impact sur les glissements sous-marins de part et d'autre du canyon du Danube.

MAROLIS PENFELD

GARZIGLIA Sébastien – Ifremer, UMR GéoOcéan

- Recherche scientifique hauturière
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Détecter les prémices de glissements de terrain sous-marins et d'évaluer leurs conséquences potentiellement catastrophiques au large de l'aéroport de Nice.

MAYOBS

RINNERT Emmanuel – Ifremer, UMR GéoOcéan

- Intérêt public hauturier
- Géosciences marines
- Océan Indien – Canal du Mozambique

Suivre l'évolution du phénomène volcanologique et sismologique qui touche l'île de Mayotte depuis mai 2018.

SISMAORE

THINON Isabelle – BRGM

- Recherche scientifique hauturière
- Géosciences marines
- Océan Indien – Canal du Mozambique

Comprendre l'actuelle crise sismo-volcanique de Mayotte : géologie (déformation, géodynamique, datation des roches et sédiments superficiels) et aléas (sismiques, volcaniques, instabilités).

SAGA9W-ZAFLOATS

**PROVOST Christine – CNRS, UMR Locean – OFEG
(Ocean Facilities Exchange Group)**

- Océanographie physique
- Océan Atlantique

Collaboration France-Espagne dans le cadre de l'OFEG pour une campagne d'hydrographie : déploiement de profileurs Argo pour documenter la circulation à deux niveaux (1000 et 3000 m) et les masses d'eau de 0 à 4000 m dans le bassin argentin et plus particulièrement dans l'anticyclone de Zapiola. Mesures hydrographiques profondes effectuées au moment des déploiements des profileurs.

BOUSSOLE 2021

GOLBOL Melek – Sorbonne université, Imev

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Entretien de la bouée Boussole et acquisition de données complémentaires pour établir une série à long terme des paramètres bio-optiques afin d'établir les observations satellitaires de la couleur de l'océan, de valider les produits qui en sont dérivés (chlorophylle, réflectances, etc.) et d'accroître les connaissances fondamentales en optique.

DEO2M 2021

MOUSSEAU Laure – Sorbonne université, UMR LOV

- Enseignement
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Unité d'enseignement de 1^{re} année du master Sciences de la mer de Sorbonne Université.

ECHAPLN

LABRUNE Céline – CNRS, UMR Lecob

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Échantillonner plusieurs compartiments sédimentaires afin de proposer une approche écosystémique pour l'évaluation de conservation des habitats benthiques de substrats meubles en utilisant la zone de travaux de Port-La-Nouvelle comme site atelier.

EMSO ANTARES

LE MOIGNE Frédéric – CNRS, UMR MIO

- Recherche scientifique côtière
- Chimie / biogéochimie marine
- Méditerranée occidentale

Étude des flux verticaux de carbone organique. Prélèvements d'eau et de particules (CTD, grappe optique, bottle nets, marine snow catcher).

ESSTECH-TTS-2021

ABEL-MICHAUX Karine – Genavir, DEC

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Essais techniques post arrêt technique

FE2M 2021

MOUSSEAU Laure – Sorbonne université, UMR LOV

- Enseignement
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Unité d'enseignement (MR4MU28) de la première année du master Sciences de la mer de Sorbonne Université.

FOCUS G1

ROYER Jean-Yves – CNRS UMR GéoOcéan

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Méditerranée

Mesures de géodésie du fond de mer à partir de balises acoustiques déjà déployées au fond de la mer Ionienne, au large de la Sicile, dans le cadre du projet ERC Focus (2018-2023).

GEOMAST 2021

DESSA Jean-Xavier – Sorbonne Université, UMR Géoazur

- Enseignement
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Dynamique tectonique et sédimentaire de la marge nord-ligure par imagerie sismique légère.

GEONICE 2021

MARCAILLOU Boris – Université Côte d'Azur, UMR Géoazur

- Enseignement
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Tectonique de la marge nord-ligure.

IADO 2021

IRISSON Jean-Olivier – Sorbonne université, UMR LOV

- Enseignement
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Instrumentation océanographique pour formation des étudiants.

LASAIL 2021

BAILLEUL Julien – LaSalle Beauvais, Geosciences/B2R

- Enseignement
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

École de terrain Terre-Mer en géosciences.

MAGIRAA 2021

PICCHAT Sylvain — ENS Lyon, UMR LGL-TPE

- Enseignement
 - Géosciences marines
 - Méditerranée occidentale
- École de terrain sismique réflexion.

MOOSE 2021 (ANTARES)

LEFEVRE Dominique — CNRS UMR MIO

- Observation
- Chimie / biogéochimie marine
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Observation à long terme des caractéristiques hydrologiques, biogéochimiques et biologiques en Méditerranée nord-occidentale.

MOOSE 2021 (DYFAMED)

RIQUIER DIAMOND Emilie — CNRS, Imev

- Observation
- Chimie / biogéochimie marine
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Observation à long terme des caractéristiques hydrologiques, biogéochimiques et biologiques en Méditerranée nord-occidentale.

PHYBIO 2021

WAGENER Thibault — Université Aix-Marseille, UMR MIO

- Enseignement
- Océanographie physique
- Chimie / biogéochimie marine
- Méditerranée occidentale

Enseignement en physique et biogéochimie marine du master Sciences de la mer de l'Université Aix-Marseille.

SEAFOOD II

HELLO Yann — CNRS, UMR Géoazur

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Redéployer le dispositif de fibres optiques installé en 2019 et vandalisé, effectuer des tirs au mini-GI pour enregistrer la détection acoustique distribuée/détection de vibration distribuée (DAS/DVS).

SIMGAP

CARTON Helene — IPGP

- Enseignement
- Géosciences marines
- Méditerranée occidentale

Acquisition de profils de sismique réflexion au niveau de la marge et du bassin Ligure. La campagne forme la partie embarquée du stage de sismique marine du master de Géophysique appliquée de l'IPGP.

SUCHI MED 2021-leg 2

BOUCHOUCHA Marc — Ifremer, laboratoire

Environnement Ressources

Provence-Azur-Corse

- Intérêt public côtier
- Chimie / biogéochimie marine
- Méditerranée occidentale

Surveillance de la contamination chimique dans le cadre de la DCE, la DCSMM et la Convention de Barcelone.

TECNOSS

KOLODZIEJCZYK Nicolas — Université de Bretagne occidentale, OSU IUEM / UMR Lops

- Recherche technologique côtière
- Technologie
- Méditerranée occidentale

Comparaison des capteurs Noss (capteur de salinité absolue destiné à être intégré sur les flotteurs Argo) avec des CTDs et des mesures de sels nutritifs. Qualification du capteur NOSS.

WATER 2-2020

CHANIER Frank — Université de Lille, UMR LOG

- Recherche scientifique côtière
- Géosciences marines
- Méditerranée

Acquisition de sismique très haute résolution pour cartographier les déformations récentes et actives en mer Égée.



CALADU 2022

FABRI Marie Claire — Ifremer, Littoral

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Étude de la distribution des coraux d'eaux froides à différentes échelles, par cartographie acoustique et optique.

CGFS 2021

GIRALDO Carolina — Ifremer, laboratoire Ressources halieutiques de Boulogne

- Intérêt public hauturier
- Biologie / Halieutique
- Manche

Évaluation des stocks de poissons, approche écosystémique des pêches, suivi des communautés planctoniques et neptoniques, biodiversité.

CHEREEF

MENOT Lenaïck — Ifremer, UMR Beep

- Recherche scientifique hauturière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique Nord

Évaluation et suivi de l'état de conservation des récifs de coraux d'eau froide. Compréhension du rôle des facteurs géomorphologiques, hydrodynamiques et sédimentaires dans la distribution des habitats. Approche surfacique et stationnelle.

DÉPLOIEMENT ET RÉCUPÉRATION DE MOUILLAGES INSTRUMENTÉS

DEBONNET Émilien — Marine nationale Shom/Ghoo

- Marine nationale
- Océanographie physique
- Océan Atlantique Nord

Campagne océanographique du Shom

ESSTECH-TL-2021-1

DANJON Frédéric — Genavir, DTN

- Essais techniques
- Océan Atlantique

Tests et étalonnage des équipements suite arrêt technique : portée des courantomètres, sondeurs multifaisceaux bathymétriques, système de positionnement USBL, EK80, capteurs de chalut, mesure de bruit rayonné.

ESSTECH-TL-2021-2

BERGER Laurent — Ifremer, DFO/NSE

- Essais techniques
- Océan Atlantique

Essais technologiques sondeurs.

ESSTECH-TL-2021-3

LE GALL Yves — Ifremer, DFO/NSE

- Essais techniques
- Méditerranée occidentale

Modernisation Thalassa / Bruit rayonné navire.

EVHOE 2021

LAFFARGUE Pascal — Ifremer, laboratoire Écologie et Modèles pour l'Halieutique

- Intérêt public hauturier
- Biologie / halieutique
- Océan Atlantique Nord

Évaluation des ressources halieutiques, impact de la pêche sur les peuplements, observatoire des ressources vivantes, cartographie des habitats, biodiversité.

IBTS

AUBER Arnaud — Ifremer, laboratoire Ressources halieutiques de Boulogne

- Recherche scientifique hauturière
- Biologie / halieutique
- Manche — mer du Nord

Campagne de suivi halieutique pour l'évaluation des stocks de poissons et de l'état de santé de l'écosystème Manche orientale et mer du Nord.

MOOSE-GE 2021

TESTOR Pierre — CNRS, UMR Locean

- Observation
- Chimie / biogéochimie marine / biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Méditerranée occidentale

Observation physique, biogéochimique et biologique du bassin nord-occidental de la Méditerranée.

PELGAS 2021

DORAY Mathieu — Ifremer, laboratoire Écologie et Modèles pour l'Halieutique

- Intérêt public hauturier
- Biologie / halieutique
- Océan Atlantique Nord

Évaluation des ressources et de l'écosystème pélagiques.

PIRATA FR31

BOURLES — Bernard — IRD, Imago

- Recherche scientifique hauturière
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Atlantique — golfe de Guinée

Étude climatiques en Atlantique tropical dans le cadre du programme PIRATA (Observatoire international et national) soutenu par les programmes internationaux CLIVAR (Climate Variability and predictability) et GOOS (Global Ocean Observation System), et contribuant aux programmes européens H2020 TriATLAS et EuroSEA.

ASPEX2021

MARIE Louis — Ifremer, UMR Lops

- Recherche scientifique côtière
- Océanographie physique
- Océan Atlantique Nord

Maintien sur le plateau continental du golfe de Gascogne de deux flotteurs profilants Arvor-C.

COMOR2021

FOUCHER Éric — Ifremer, laboratoire

Ressources halieutiques de Port-en-Bessin.

- Intérêt public côtier
- Biologie / halieutique
- Manche

Évaluation de stock de coquilles Saint-Jacques.

COSB2021

CAROFF Nicolas — Ifremer, laboratoire

de Biologie halieutique de l'Ifremer

- Intérêt public côtier
- Biologie / Halieutique
- Manche

Évaluation de l'abondance du stock de coquilles Saint-Jacques de la baie de Saint-Brieuc et inventaire de la faune associée.

DCE2021

FOVEAU Aurélie — Ifremer, laboratoire

Environnement Ressources de Bretagne Nord

- Intérêt public côtier
- Biologie / Halieutique
- Manche

Surveillance des masses côtières et de transition dans le cadre de la DCE (paramètres macro-invertébrés benthiques).

DITRECAUX

FOVEAU Aurélie — Ifremer, laboratoire

Environnement Ressources de Bretagne Nord

- Intérêt public côtier
- Géosciences marines
- Manche

Étude biomorphosédimentaire du domaine marin côtier entre Dieppe et Le Tréport dans le cadre de la surveillance de la CNPE de Penly (programme IGA).

ECHOSONDE 2021

DORAY Mathieu — Ifremer, laboratoire

Écologie et Modèles pour l'Halieutique

- Recherche scientifique côtière
- Biologie / halieutique
- Océan Atlantique Nord

Suivi de l'environnement pélagique autour d'un site de production d'énergie marine renouvelable.

ESS SOURCE — 2021

PACAULT Anne — Ifremer DFO/NSE

- Essais techniques
- Océan Atlantique Nord

Essais techniques.

ESSTECH-TH-2021

BISQUAY Hervé — Genavir, DEC

- Essais techniques
- Océan Atlantique Nord

Essais techniques des équipements acoustiques et des capteurs associés, en vue des missions Bassop 2021 : sondeur multifaisceaux EM2040, sondeur de sédiments Peskavel, sparker SIG, sondeur monofaisceau EK60 et logiciel RoxAnn, capteurs auxiliaires Hydrins, HDS800 (mode orpheon), Cinna, Thermosalino, XBT.

ESSTRACTSO

KERGOAT Yohann — Genavir, DEC

- Essais techniques
- Océan Atlantique Nord

Essais traction source sismique.

NURSE 2021

BRIND'AMOUR Anik — Ifremer,

laboratoire Écologie et Modèles pour l'Halieutique

- Intérêt public côtier
- Biologie / halieutique
- Océan Atlantique Nord

Suivi des nourriceries côtières : série de campagnes récurrentes venant en appui aux politiques publiques en consolidant les connaissances sur les milieux côtiers (cadre DCSMM).

PHRESQUES2021

LE BERRE David — Ifremer, laboratoire de Dynamique hydro-sédimentaire

- Observation
- Océanographie physique
- Chimie / biogéochimie marine
- Manche

Maintenance et étalonnage d'une bouée du Service National d'Observation COAST-HF, observations couplées optiques et acoustiques des MES, dynamique des MES / production primaire.

REBELRED

METZGER Edouard – Université d'Angers, UMR LPG

- Recherche scientifique côtière
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Atlantique Nord

Devenir des nutriments et métaux associés à travers l'estuaire de la Loire.

REM2040 2020

FEZZANI Ridha – Ifremer, DFO/NSE

- Recherche technologique côtière
- Technologie
- Océan Atlantique Nord

Recherche méthodologique sur la caractérisation des fonds par acoustique multifréquences et multiangles, étalonnage des sondeurs multifaisceaux de la flotte.

RESISTE2021

SIMPLET Laure – Ifremer, UMR GéoOcéan

- Recherche scientifique côtière
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique Nord

Appréhender les capacités de résilience physique et biologique sur la plateforme continentale interne d'un ancien site d'extraction de granulats marins.

ROCCHSED21

GROUHEL PELLOUIN Anne – Ifremer, unité Contamination chimique des Écosystèmes marins

- Intérêt public côtier
- Chimie / biogéochimie marine
- Océan Atlantique Nord

Évaluation de la qualité chimique des sédiments marins côtiers de Manche ouest pour les programmes internationaux de protection de la qualité des eaux.

SOGIR2021

DERRIENNIC Hervé – Université de Bordeaux, UMR Epec

- Observation
- Biologie et fonctionnement des écosystèmes
- Océan Atlantique Nord

Suivi annuel des masses d'eau et écologie de quatre stations hydrologiques dans l'estuaire de la Gironde dans le cadre de deux programmes mutualisés : suivi du Service d'observation en milieu littoral (Somlit), SNO labellisé INSU depuis 1997, et surveillance écologique du site du CNPE Blayais (coordination de l'Ifremer), initiée en 1978.

TPINT-2021-02

POIZOT Emmanuel – CNAM, Intechmer

- Enseignement
- Instrumentation
- Manche

Travaux pratiques : techniques d'acquisition de données océanographiques.

Annexes

Direction de la Flotte océanographique

Directeur

Olivier Lefort

Directrice adjointe

Christine David-Beausire

Assistante

Nadine Rossignol

Pôle Opérations navales

Goulwen Peltier

Unité Systèmes sous-marins

Jan Opderbecke

*Service Ingénierie d'intervention
et Développements mécaniques*

Marie-Edith Bouhier

*Service Positionnement robotique,
acoustique et optique*

Lorenzo Brignone

*Service Systèmes électroniques
électriques embarqués*

Christian Marfia

Unité Navires et Systèmes embarqués

Marc Nokin

*Service Acoustique sous-marine
et Traitement de l'information*

Yves Le Gall

Service Navires et Équipements

Sarah Duduyer

Les membres du comité directeur

MESRI : **Jean-Marie Flaud**, Président

Ifremer : **François Houllier**

IRD : **Olivier Pringault**

CNRS-INSU : **Nicolas Arnaud**

Universités marines : **François Lallier**

Les membres invités

Présidents des commissions nationales Flotte :

Benoît Ildefonse (flotte hauturière),

Dominique Lefèvre (flotte côtière)

Ifremer, direction de la Flotte océanographique :

Olivier Lefort, Christine David-Beausire

Le conseil scientifique

Internationaux (4 membres)

Uwe Nixdorf

(directeur adjoint AWI Bremerhaven, Allemagne) Physique, zones polaires

Penny Holliday

(NOC Southampton, Royaume-Uni) Physique

Manuel Ruiz-Villareal

(IEO, CSIC, Espagne) Observation côtière

Daniel Toal

(University of Limerick, Irlande)
Véhicules connectés

Français (8 membres)

Catherine Jeandel

(CNRS, Legos Toulouse)
Biogéochimie et chimie marine

Catherine Kissel

(CEA, LSCE, Gif-sur-Yvette) Paléomagnétisme

Emmanuelle Ducassou

(MC, Epoc Bordeaux) Géosciences

Anik Brind'Amour

(Ifremer, Nantes) Halieutique

Cécile Guieu

(CNRS, LOV, Villefranche)
Biogéochimie et chimie marine

Ronan Fablet

(Telecom Bretagne, Brest) Données, récupération, analyse, traitement

Georges Ceuleneer

(CNRS, GET Toulouse) Géosciences

Sophie Bertrand

(IRD, Marbec, Sète) Écologie marine, halieutique

La commission nationale de la flotte hauturière (CNFH)

Benôit Ildefonse,

président (CNRS Montpellier) Géosciences, pétrologie, pétrophysique, tectonique

Anne Godfroy,

vice-présidente (Ifremer Brest)
Écologie, microbiologie

Sophie Cravatte,

vice-présidente (IRD Toulouse) Physique

Nadine Rossignol,

secrétaire (Ifremer Brest)

Véréna Trenkel

(Ifremer Nantes) Biologie systématique

Daniela Zeppilli

(Ifremer Brest) Biologie, écologie benthique

Stéphane Hourdez

(CNRS Banyuls) Biologie physiologie

Laure Corbari

(MNHN Paris) Biologie écologie

Jean-François Ternon

(IRD Sète) Biogéochimie et réseaux trophiques

Mireille Laigle

(CNRS Géoazur Nice) Géophysique

Maryline Moulin

(Ifremer Brest) Géodynamique, géophysique, tectonique

Louise Watremez

(Université de Lille) Géophysique

Valérie Ballu

(CNRS La Rochelle) Géodynamique

Sébastien Zaragosi

(Université de Bordeaux) Sédimentologie, paléoclimatologie

Vincent Riboulot

(Ifremer Brest) Sédimentologie

Valérie Chavagnac

(CNRS Toulouse) Pétrogéochimie

Aline Govin

(CNRS Gif-sur-Yvette)
Paléoenvironnement

Hélène Planquette

(IUEM-Lemar Plouzané) Biogéochimie

Eric Machu

(IRD Brest) Biogéochimie

Andrea Doglioli

(Université Marseille) Physique

Christophe Maes

(IRD Brest) Physique

Guillaume Saint-Onge

(ISMER Québec) Géosciences

Gaye Bayrakci

(NOC Southampton) Sismologie marine

La commission nationale de la flotte côtière (CNFC)

Les membres (titulaires) sont :

Dominique Lefevre,

président (CNRS Marseille)

Océanographie générale

Laure Simplet,

vice-présidente (Ifremer Brest)

Géosciences

François Le Loch,

vice-président (IRD Brest)

Halieutique, réseaux trophiques

Valérie Blanchard,

secrétaire (Ifremer Brest)

François Charles

(CNRS Banyuls)

Biologie benthos

Cécile Fauvelot

(IRD Perpignan)

Biologie benthos coraux

Urania Christaki

(ULCO Wimereux)

Biologie pelagos, observation, microbiologie

Dominique Davout

(Sorbonne)

Biologie pelagos, enseignement

Yolanda Del Amo

(Université Arcachon)

Biologie pelagos, observation

Aourel Mauffret

(Ifremer Nantes)

Chimie, biogéochimie

Aldo Sottolichio

(Université de Bordeaux)

Chimie, biogéochimie

Pascal Bailly du Bois

(IRSN Cherbourg)

Chimie, biogéochimie

Martine Rodier

(IRD Marseille)

Chimie, biogéochimie

Florent Grasso

(Ifremer Brest)

Géosciences

Hervé Gillet

(Université de Bordeaux)

Géosciences

Nicolas Robin

(CNRS Perpignan)

Géosciences

Cristèle Chevalier

(IRD Marseille)

Océanographie physique

Pierre Garreau

(Ifremer Brest)

Océanographie physique

Anne Lebourges-Dhaussy

(IRD Brest)

Ressources halieutiques

Angélique Jadaud

(Ifremer Sète)

Ressources halieutiques

Vincenzo Velluci

(CNRS Villefranche-sur-Mer)

Technologie

Loïc Dussud

(Ifremer Brest)

Technologie

Les comités locaux d'évaluation (CLE) des navires de station

Comité local d'évaluation Bordeaux

Jörg Schäfer, Président, Université de Bordeaux
Xavier de Montaudouin, Université de Bordeaux
Bruno Deflandre, Université de Bordeaux
Yolanda Del Amo, Université de Bordeaux
Hervé Gillet, Université de Bordeaux
Valérie Chavagnac, CNRS/INSU Toulouse

Comité local d'évaluation Banyuls

Mireille Pujo-Pay, Présidente, CNRS/INSU
François Le Loch, IRD Brest
Michaël Fuentes, CNRS Banyuls
Pascal Romans, Sorbonne Université Banyuls
Céline Labrune, CNRS Banyuls
Eric Martinez, CNRS Banyuls
François Charles, CNRS Banyuls

Comité local d'évaluation Wimereux

François Schmitt, Président, ULCO Wimereux
Urania Christaki, ULCO Wimereux
Felipe Artigas, ULCO Wimereux
Alain Lefebvre, Ifremer Boulogne
Hubert Loisel, ULCO Wimereux
Alain Trentesaux, Université de Lille
Vincent Bouchet, Université de Lille

Comité local d'évaluation Marseille

Christian Grenz, Président, CNRS/INSU Marseille
Laetitia Licari, Aix-Marseille Université
Pierre Chevaldonne, CNRS Marseille
Nagib Bhairy, CNRS Marseille
Jean-Luc Fuda, CNRS Marseille
Sabine Charmasson, IRSN Cadarache

Comité local d'évaluation Roscoff

Eric Thiébaud, Président, UPMC Roscoff
Anne-Claire Baudoux, CNRS Roscoff
Dominique Davoult, Sorbonne Université Roscoff
Cédric Boulard, CNRS Roscoff
Cécile Cabresin, Sorbonne Université Roscoff
Jacques Grall, UBO Brest
Laurent Lévêque, CRNS/INEE Roscoff

Comité local d'évaluation Villefranche-sur-Mer

Stéphane Gasparini, Président, SU Villefranche-sur-Mer
Emilie Diamond Riquier, CNRS/INSU Villefranche-sur-Mer
Stéphane Gasparini, SU Villefranche-sur-Mer
Frédéric Gazeau, CNRS/INSU Villefranche-sur-Mer
March Picheral, CNRS/INSU Villefranche-sur-Mer
Delphine Thibault Botha, MOI Marseille

Comité local d'évaluation Brest

Frédéric Jean, UBO Brest
Anne Lebourges-Dhaussy IRD Brest
Gérard Thouzeau, CNRS/INSU Brest
Erwan Amice, CNRS/INSU Brest
Véronique Cuq, CNRS/INEE Brest
Philippe Le Nilliot, AAMP Brest
Eric Thiébaud, UPMC Roscoff

Colophon

Flotte océanographique française

Ifremer

1625 route de Sainte-Anne

CS 10070

29280 Plouzané

Tél. 02 98 22 40 40

<https://wwz.ifremer.fr/>

Remerciements à l'ensemble
des personnes qui ont contribué
à la réalisation de ce rapport annuel.

Page de couverture : Livré en 1989 et modernisé
en 2009, le navire hauturier L'Atalante a bénéficié
d'un chantier d'envergure au cours de l'automne
2021. Photo : Ifremer / Franck Betermin

Écriture Éric Robert — Dire l'Entreprise

Design graphique

Jérémy Barrault, Sylvain Levroux & Léa Audouze

Impression Média Graphic

Ce document est imprimé sur du papier

Nautilus super white 100 % recyclé 90 g et 200 g.





