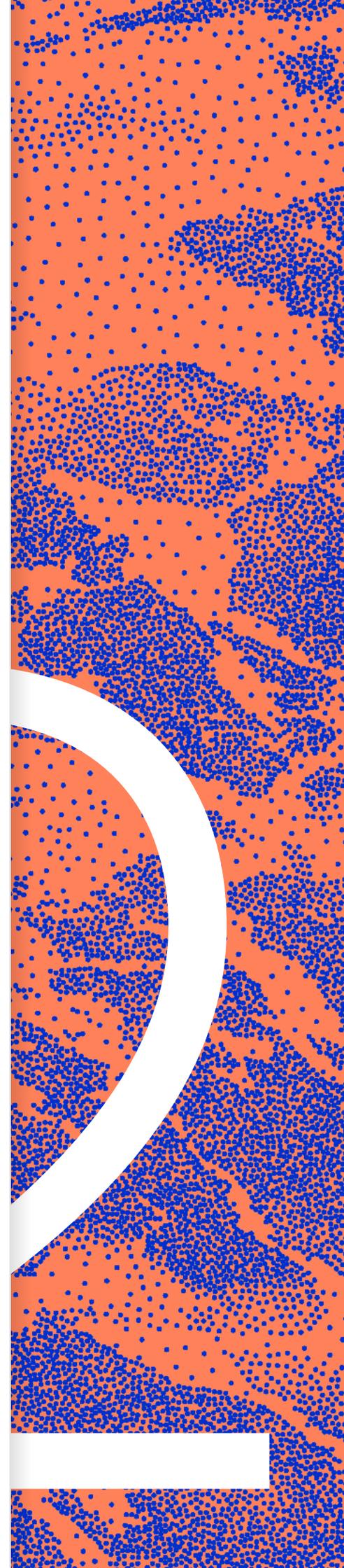
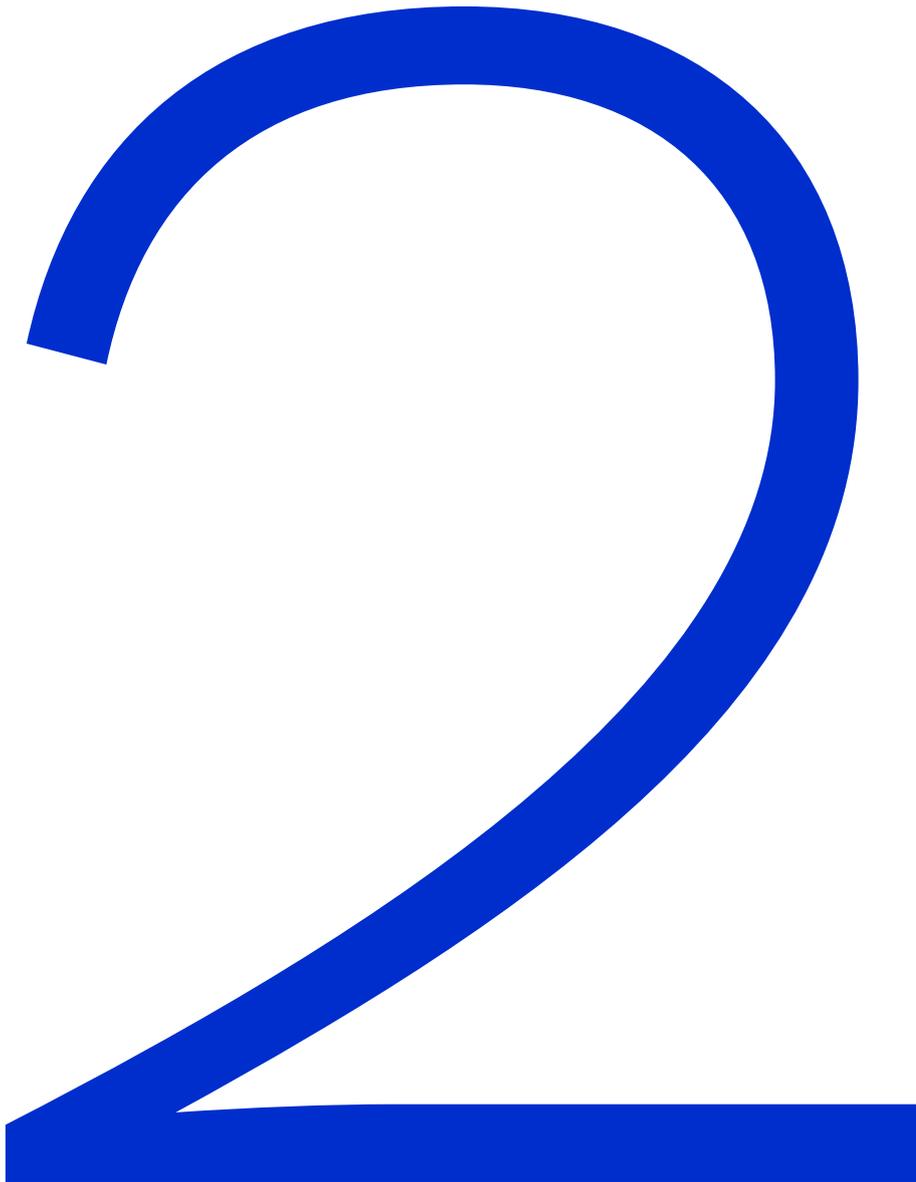


Une année de sciences océaniques



2022

Des abysses à la surface, de la côte au large, l'Ifremer est l'institut de recherche français entièrement dédié à l'Océan.



Rapport annuel de l'Ifremer

Sommaire 2022

6 Éditos

8 Chiffres clés 2022

10 Les temps forts de 2022

14 50 ans de présence dans le Pacifique

16 La Flotte océanographique française dans le monde

- 17 Des avancées notables dans le renouvellement des navires et engins
- 18 Des campagnes ambitieuses malgré la persistance du Covid et de l'inflation
- 19 La Flotte océanographique française, acteur clé de deux événements exceptionnels

20 Protéger et restaurer les mers et l'océan

- 21 Connaître, préserver et restaurer la biodiversité marine et les écosystèmes
- 23 Comprendre les interactions entre le climat et l'océan
- 27 Anticiper les événements climatiques et telluriques extrêmes, atténuer leurs impacts, les prévenir et y remédier
- 29 Tracer et limiter les impacts des activités humaines, des pollutions et des contaminants chimiques, physiques et biologiques

32 Gérer durablement les ressources marines pour le bien-être des sociétés humaines et la santé des écosystèmes marins

- 33 Assurer la durabilité de la pêche et de l'aquaculture
- 38 Sécuriser la qualité sanitaire des milieux marins et produits de la mer
- 40 Explorer les grands fonds et leurs ressources
- 43 Innover pour une industrie responsable, dérisquée, durable et digitale
- 48 Développer les biotechnologies marines

49 Construire et partager un océan numérique

- 50 Concevoir et opérer des infrastructures de recherche ouvertes
- 53 Observer l'océan : concevoir, déployer et piloter des capteurs et des systèmes de mesure
- 56 Modéliser pour comprendre et prévoir l'océan du futur
- 57 Rendre accessible l'information sur le milieu marin et ses usages

60 Accompagnement et soutien

- 61 Réduire l'empreinte carbone de l'Institut
- 62 Management de la qualité : un maillon fort de la performance globale de l'Institut
- 63 Des systèmes d'information renforcés
- 64 Ressources humaines et dialogue social
- 65 Données budgétaires et financières
- 67 Compte de résultat

69 Gouvernance et organisation

- 70 Conseil d'administration
- 71 Comité scientifique
- 72 Comité Éthique en Commun
- 73 Comité des parties prenantes
- 74 Comité social et économique central (CSE-C)
- 75 Organisation des unités de recherche et d'appui à la recherche
- 76 Organisation générale au 1^{er} juillet 2023

Mieux comprendre les derniers espaces inexplorés

Bruno Bonnell, secrétaire général pour l'investissement



© Secrétariat général pour l'investissement

L'océan fait aujourd'hui face à de nombreux défis. Notre pays détient le deuxième domaine maritime mondial réparti sur les trois grands océans : l'Atlantique, le Pacifique et l'océan Indien. Les grands fonds, où la profondeur dépasse 200 m, couvrent les deux tiers de la surface de la Terre et seule une très faible fraction en a été explorée à ce jour. Pourtant, ils recèlent une biodiversité très riche et interagissent avec notre climat. Comprendre ces milieux sera source de découvertes scientifiques majeures. C'est aussi un enjeu de souveraineté. C'est pour cela que l'exploration des grands fonds marins fait partie des dix objectifs de France 2030, le plan d'investissement de 54 milliards lancé en octobre 2021 par l'État pour transformer les secteurs stratégiques de notre économie via l'innovation, la recherche, l'industrialisation et la formation. Avec France 2030, 350 millions sont investis dans la connaissance scientifique des grands fonds marins. C'est inédit et la marque d'une prise de conscience de l'importance des défis auxquels fait face l'Océan et qui se traduit par une forte implication de l'État.

Notre ambition est multiple : renforcer la recherche scientifique, soutenir l'innovation spécifique aux grands fonds marins, conduire des missions d'exploration pour recueillir la connaissance scientifique des grands fonds marins en mettant en œuvre des matériels innovants fournis par des industriels français mais aussi diffuser les connaissances et réaliser des actions de sensibilisation à destination du grand public.

En tant qu'institut de pointe, l'Ifremer est un acteur essentiel pour contribuer à enrichir notre connaissance scientifique des grands fonds marins, notamment en réalisant des campagnes d'exploration en mer, et un catalyseur de projets innovants avec les industriels.

Je salue ici la première campagne d'utilisation opérationnelle d'UlyX, drone de nouvelle génération capable de plonger à 6000 m de profondeur. Nous le savons, l'océan est un écosystème menacé par le réchauffement climatique, la pollution et la surexploitation de ses ressources. Le programme prioritaire de recherche (PPR) Océan-Climat, copiloté par le CNRS et l'Ifremer doté de 40 M€ sur 6 ans (2022-2027) permettra de mieux connaître et préserver ce milieu. Les différents appels à projets lancés ont vocation à poursuivre et développer des technologies de pointe nécessaires à la connaissance des fonds marins.

Aussi, la mise en place d'un programme de recherche (PEPR) sur les grands fonds marins, confiée au CNRS, à l'Ifremer et à l'IRD étudiera les processus physiques, biogéochimiques ou biologiques à l'œuvre dans les grands fonds marins afin de fournir de nombreuses données qui contribueront ainsi à la description numérique globale de l'Océan. À travers ce rapport d'activités 2022, les nombreuses réalisations de l'Ifremer pour la recherche et l'innovation dans le domaine des sciences océaniques sont mises à l'honneur et je me réjouis de découvrir les beaux succès présents et à venir œuvrant à une meilleure connaissance de cette ultime frontière.

Édito

Francois Houllier, président-directeur général de l’Ifremer



© Cyril Marcilhacy / Collectif Item

Temps fort de la vie d'un organisme de recherche, l'évaluation menée par le Hcéres a salué la qualité des recherches menées par les laboratoires de notre institut, notre capacité à gérer de grandes infrastructures de recherche, la politique scientifique menée depuis 2017 et l'attention portée aux outre-mer. Elle a noté la relance d'une démarche d'innovation fondée sur le transfert et le partenariat avec les entreprises, reconnu la pertinence des expertises et des activités de surveillance en soutien de politiques publiques et apprécié les efforts réalisés pour partager les connaissances marines avec le plus grand nombre. Ces résultats positifs sont à porter au crédit des salariés et des équipes de l'Ifremer. Cette évaluation a aussi identifié des marges de progression qui nourrissent l'élaboration du prochain contrat d'objectifs, de moyens et de performance : elle a notamment souligné le besoin d'accroître l'interdisciplinarité pour appréhender les grands enjeux sociétaux qui concernent l'océan et la double nécessité de renforcer le modèle économique de l'Ifremer et d'améliorer l'attractivité des carrières à l'Institut.

L'année 2022 a aussi vu le déploiement, le démarrage ou l'annonce de plusieurs programmes financés par France2030 et qui soutiennent le développement des sciences et technologies marines. Au cours des dernières années, le secrétariat général pour l'investissement et le ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche ont en effet lancé un ensemble d'actions qui concernent l'océan et ne se limitent pas au seul « objectif 10 » dédié aux fonds marins.

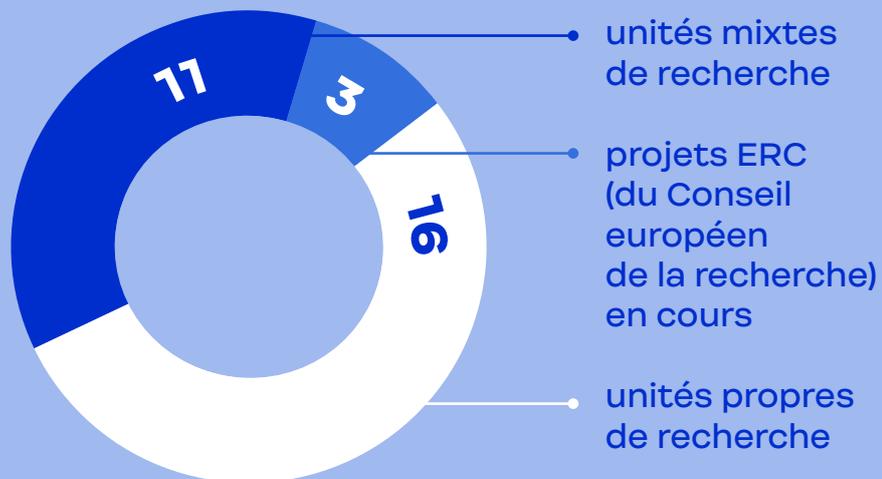
Qu'il s'agisse de programmes prioritaires de recherche, d'équipements d'excellence, de projets emblématiques ou de développements en soutien à l'émergence de nouvelles filières et à la souveraineté technologique de la France, de nombreux aspects des sciences océaniques sont ainsi couverts. L'Ifremer est triplement concerné par ces programmes : non seulement au travers de ses unités, en tant qu'opérateur scientifique et technologique porteur ou acteur de projets ; mais aussi dans son rôle de programmation des recherches et de construction d'infrastructures scientifiques partagées ; et comme partenaire engagé aux côtés de plusieurs universités dont les projets comportent un volet maritime.

Sous présidence française du conseil de l'Union européenne, le premier sommet international dédié à l'océan, le *One Ocean Summit*, a été en février 2022 la première étape d'une série de grands événements qui ont affirmé, tout au long de l'année 2022, la place prise par l'océan et les enjeux qui lui sont associés dans les agendas européen et international. Le cap est aujourd'hui mis sur la 3^e conférence des Nations Unies, co-organisée par le Costa Rica et la France et qui se tiendra en juin 2025 à Nice : la science est appelée à y jouer un rôle important et l'Ifremer se prépare à y contribuer pleinement.

Chiffres clés 2022

Recherche

640
publications
scientifiques



Expertise

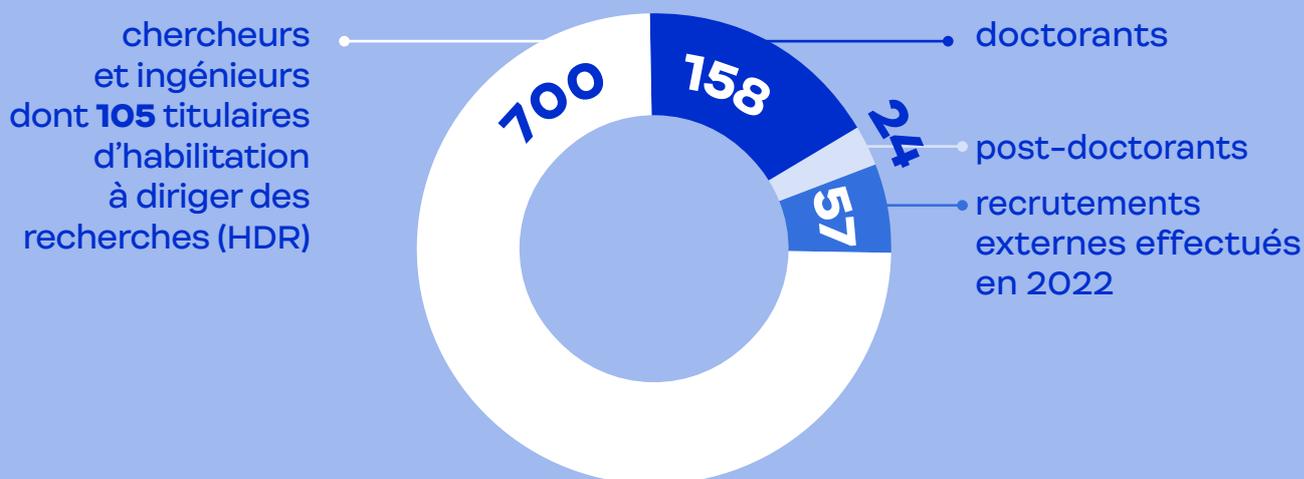
79 avis ou expertises produits

Innovation

5 déclarations d'invention

Ressources humaines

1549
salariés



Budget

260,5
millions d'euros
de dépenses

36,5
millions d'euros
d'investissements

Les temps forts de 2022

9-11 février

Mobilisés pour le *One Ocean Summit*



L'Ifremer s'est fortement investi dans ce sommet international sur l'Océan qui s'est déroulé à Brest pendant trois jours, en organisant deux événements majeurs (le forum OneOceanScience, tour du monde des sciences océaniques accueillant des scientifiques de 10 pays, et une rencontre des flottes océanographiques européennes) et en participant à de nombreuses autres actions.

13 février

Plongée du Nautille pour la Marine nationale



Le sous-marin habité Nautille a effectué une plongée de quatre heures en Méditerranée pour démontrer les capacités d'intervention « grands fonds » de la Flotte océanographique française. Conduite par l'Ifremer, elle a permis à un spécialiste de la Marine nationale de suivre et d'inspecter un câble par 2 100 m de profondeur grâce aux images haute définition transmises par le Nautille.

Le Nautille, sous-marin habité de l'Ifremer, en plongée». Photo © Ifremer

1^{er} mars

Delmoges : limiter les captures accidentelles de cétacés



Constatant depuis 2016 une augmentation des prises accidentelles de dauphins dans le golfe de Gascogne, l'Ifremer, La Rochelle Université et le CNRS ont initié le projet de recherche Delmoges (Delphinus mouvements gestion) qui vise à mieux comprendre les interactions entre les dauphins et les activités de pêche au sein de l'écosystème, et à identifier des solutions pour réduire les captures accidentelles.

Dauphins à l'étrave d'un bateau de pêche. Photo © La Rochelle Université, CNRS, Pelagis, JJ BOUBERT

13 avril

Un film court pour découvrir la Flotte



Réalisé par Rémy Marion et Stéphane Durand, et porté par les voix de deux passionnés de l'océan (Jacques Perrin VF et Jean-Marc Barr VA), ce film présente les personnels, les ressources, les missions et les défis de la Flotte océanographique française qui compte parmi les plus importantes au monde. Diffusé en ligne le 13 avril 2022, il a nécessité une année de tournages.

Caméra embarquée à bord des navires de la Flotte océanographique française
Photo © Rémy Marion

2 juin

Accord-cadre avec France Nature Environnement



Franchissant une nouvelle étape dans le renforcement de son lien avec la société, l'Ifremer a signé un accord-cadre de 5 ans avec France Nature Environnement (FNE) qui fédère près de 9 000 associations de protection de la nature en métropole et outre-mer. L'objectif est de structurer les collaborations entre l'Ifremer et FNE autour de la protection des océans et de l'utilisation responsable des ressources marines.

François Houllier, président directeur général de l'Ifremer, et Arnaud Schwartz, président de France Nature Environnement signent un accord cadre

28 juin – 27 juillet

École Bleu Outremer à bord du Marion Dufresne II



À bord du plus grand navire de la Flotte océanographique française, 75 étudiants issus de filières scientifiques, maritimes et artistiques ont navigué de La Réunion à Mayotte pour découvrir l'océan Indien et ses enjeux. Ce mois d'apprentissage et d'échanges s'est achevé par un séminaire organisé à bord avec la participation de 25 élus, cadres dirigeants de l'État, scientifiques et financeurs publics.

Photo de classe sur le pont du Marion Dufresne pour les élèves de la promotion 2022 de l'École Bleu Outremer © Ifremer/Louis Bouscary

4 juillet

Bluefins lauréate du concours i-Lab 2022



Soutenue par le dispositif d'innovation de l'Ifremer, la start-up Bluefins développe un système de propulsion durable inspiré des nageoires caudales des baleines. Cet hydrofoil a convaincu le jury du concours i-Lab, organisé par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. Bluefins est ainsi l'une des 78 entreprises lauréates de l'édition 2022 distinguées parmi 396 candidates.

L'hydrofoil conçu par Bluefins en test dans les bassins de l'Ifremer. Photo © Bluefins

27 septembre

Journée « science et éthique » en hommage à Axel Kahn



À travers cette journée de réflexion et de partage sur la science et l'éthique, qui a regroupé 120 personnes, Ethique en Commun, le comité consultatif d'éthique commun à Inrae, au Cirad, à l'Ifremer et à l'IRD a voulu rendre hommage à l'esprit d'ouverture et de dialogue de son ancien président, Axel Kahn, médecin et généticien reconnu, décédé le 5 juillet 2021.

Intervention d'Axel Kahn lors du colloque « Ensemble, protéger la biodiversité marine : connaître pour agir » organisé le 12 mars 2020 par l'Ifremer et l'OFB (Office français de la biodiversité). Photo © Stéphane Lesbats - Ifremer

Les temps forts de 2022

octobre

Thésardes à l'honneur ! Florence Briton et Carolane Giraud



Florence Briton qui avait achevé sa thèse à l'Ifremer, a reçu le prix de la meilleure thèse de l'*Australian Agricultural and Resource Economics Society*, dans le domaine de l'économie agricole et des ressources, pour ses travaux sur la gestion, la modélisation et l'écoviability des pêcheries. Carolane Giraud a été lauréate 2022 du Prix Jeunes Talents France de la Fondation L'Oréal-Unesco pour les Femmes et la Science. Doctorante au laboratoire Lagons, Écosystèmes et Aquaculture durable (LEAD) en Nouvelle-Calédonie, sa thèse porte sur l'étude des phénomènes environnementaux et des communautés microbiennes affectant l'élevage des crevettes, une activité économique clé de l'île.

Carolane Giraud (à gauche), lauréate 2022 du Prix Jeunes Talents France de la Fondation L'Oréal-Unesco pour les femmes et la science et Florence Briton (à droite), prix de la meilleure thèse de la revue *Australian Agricultural and Resource Economics Society*. Photo © Jean-Charles Caslot

20 octobre

Rapport d'évaluation Hcéres de l'Ifremer



Le Haut Conseil d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) a publié son rapport sur l'Ifremer pour la période 2016-2020. Saluant l'excellence scientifique de ses recherches, la qualité de son expertise, la richesse de ses liens avec la société et le monde économique, le comité d'experts recommande à l'Institut de poursuivre sa dynamique de transformation en améliorant certaines pratiques (interdisciplinarité, stratégie partenariale, prospective, équilibre budgétaire, analyse de risques, gestion des compétences...).

19 octobre

Accueil d'une délégation du Plan France 2030



Dans son centre Méditerranée de La Seyne, l'Ifremer a reçu Bruno Bonnell, le secrétaire général pour l'Investissement qui pilote le Plan France 2030 et son volet Grands Fonds Marins. Bruno Bonnell et sa délégation ont ainsi découvert une grande partie des engins sous-marins opérationnels (AUV Ulyx, HROV Ariane, ROV Victor 6000, Nautille) et différentes réalisations en intelligence artificielle et robotique sous-marine.

Bruno Bonnell (4e en partant de la gauche) et la délégation du Plan France 2030 en visite au centre Ifremer de Méditerranée à La Seyne (Var) © Erick Buffier - Ifremer

21 octobre

Création de l'UMR Decod



L'Ifremer, l'Inrae et l'Institut Agro ont inauguré l'unité mixte de recherche (UMR) « Dynamique et durabilité des écosystèmes : de la source à l'océan » (Decod). Les recherches de cette unité multi-site (Brest, Lorient, Nantes, Rennes) associant 150 chercheurs, ingénieurs et techniciens, ont pour ambition de mieux anticiper les pressions causées par les activités humaines sur la biodiversité aquatique continentale et marine.

L'équipe de l'UMR Decod réunie pour sa première assemblée générale en 2022. Photo © Ifremer

28 Octobre

Soutien de l'État à l'expertise halieutique



En visite à Brest, Hervé Berville, secrétaire d'État chargé de la Mer, a signé avec François Houllier, PDG de l'Ifremer, une convention-cadre relative au soutien financier apporté par l'État à l'Ifremer en matière de collecte et de valorisation des données et expertises halieutiques. Cette convention complètera les études scientifiques et missions de surveillance menées par l'Institut sur ce sujet.

Hervé Berville (à gauche), secrétaire d'État chargé de la Mer et François Houllier, président directeur général de l'Ifremer (à droite) lors de la signature de la convention. Photo © Stéphane Lesbats - Ifremer

7 novembre

Accord européen sur l'évaluation de la recherche



François Houllier a engagé l'Ifremer dans la coalition européenne pour la réforme de l'évaluation de la recherche qui s'appuie sur quatre principes majeurs : reconnaître la diversité des contributions et des carrières scientifiques, privilégier l'évaluation qualitative par les pairs, bannir les usages inappropriés des métriques basées sur la réputation des revues, et éviter le recours aux classements des institutions dans l'évaluation des chercheurs.

François Houllier, président directeur général de l'Ifremer
Photo © Cyril Marcilhacy / Collectif Item

7-18 novembre

Participation au pavillon Océan de la COP 27 en Égypte



Pour la première fois dans le cadre d'une conférence des Nations Unies sur les changements climatiques (COP), la communauté internationale des sciences océaniques s'est mobilisée au sein d'un pavillon commun. Aux côtés d'une vingtaine de ses homologues internationaux, l'Ifremer a plaidé pour la reconnaissance du rôle de l'Océan dans la régulation du climat, et de l'importance des sciences océaniques.

décembre

Lancement des premiers projets du PPR Océan-Climat



Piloté par l'Ifremer et le CNRS, le programme prioritaire de recherche (PPR) « Océan et climat » a retenu 6 projets lors de son premier appel à candidatures. Deux d'entre eux, Climartic et Lifedeep, sont coordonnés par l'Ifremer qui est aussi partenaire des quatre autres : Future-Obs (Sorbonne Université), Mediation (Inria), Riomar (CEA), Futurisk (La Rochelle Université).

50 ans de présence dans le Pacifique

Le 4 octobre 2022, dans son centre de Vairao sur l'île de Tahiti, l'Ifremer a célébré, en présence des autorités polynésiennes et de représentants de l'État français, le 50^e anniversaire de son implantation dans le Pacifique.

Cet événement a été l'occasion de rappeler que, par ses recherches et son appui à l'activité socio-économique locale, l'Institut est un partenaire référent des collectivités régionales dans le domaine des sciences et technologies marines.



Ci-dessus :

Huître perlière, maladie du *Platax orbicularis*, diversification des filières aquacoles, adaptation des écosystèmes au changement climatique : les sujets de recherche ne manquent pas pour le personnel du Centre Ifremer du Pacifique.

Photo © Heivini Le Gléau/Société Kotaha

Page de droite :

1 - Perles de culture produites par l'huître *Pinctada margaritifera* lors de travaux de recherche sur le centre Ifremer du Pacifique.

Photo © Olivier Dugornay - Ifremer

2 - Philippe Moal, directeur du Centre Ifremer du Pacifique. Photo © Olivier Dugornay/Ifremer - CCBY

3 - C'est en 1973 que le Centre Ifremer du Pacifique s'est ancré à Tahiti dans la baie de Vairao, à 70 km au sud-est de Papeete. Photo © Heivini Le Gléau (Société Kotaha)



Des partenariats dynamiques avec les acteurs académiques et économiques

Grâce à ses deux implantations en Polynésie française et en Nouvelle-Calédonie, et au potentiel de déploiement de la Flotte océanographique française, l'Ifremer dispose d'un ancrage solide dans l'océan Pacifique qui s'est progressivement renforcé au fil des partenariats noués avec différents acteurs publics et privés. L'Institut entretient ainsi une relation historique et privilégiée avec la Direction des ressources marines (DRM). Ce service public polynésien, placé sous la tutelle du ministre de la Culture, de l'Environnement, des Ressources marines, en charge de l'artisanat (MCE), dispose d'une compétence générale dans les secteurs de la perliculture, de la pêche et de l'aquaculture.

L'Ifremer est également un membre fondateur du consortium « Recherche enseignement supérieur innovation pour la Polynésie » (RESIPOL) qui regroupe l'Université de la Polynésie française (UPF), le Centre national de la recherche scientifique (CNRS), l'Institut Louis Malardé (ILM), l'Institut de recherche pour le développement (IRD), l'École pratique des hautes études (EPHE), l'Université de Perpignan (UPVD) et l'Université de Californie-Berkeley. Ce consortium a permis de répondre à des appels à projets ambitieux et de travailler sur des problématiques essentielles pour la Polynésie française.

De nombreux liens ont aussi été tissés avec le monde socio-économique local. L'Ifremer a beaucoup œuvré avec les filières aquacoles pour les aider à améliorer leurs pratiques, à se diversifier et à diminuer leurs impacts sur l'environnement. L'Institut a aussi mis ses plateformes expérimentales à la disposition de ses partenaires et héberge de jeunes entreprises polynésiennes.



Une démarche scientifique axée sur la durabilité des filières aquacoles

Aujourd'hui, en Polynésie française, les recherches menées au Centre Ifremer du Pacifique reposent sur trois grands enjeux : la diversification des productions aquacoles, l'adaptabilité des espèces aux changements globaux et la réduction des impacts de l'aquaculture sur l'environnement.

Les scientifiques de l'Institut contribuent ainsi à l'essor de l'huître perlière, des crevettes et des poissons de l'espèce *Platax orbicularis*. Ils testent de nouvelles espèces pour développer des filières aquacoles (huîtres de consommation, poissons, holothuries et oursins) et pour favoriser la restauration de l'écosystème corallien. Ils étudient les mécanismes d'adaptation biologique mis en jeu par ces espèces face au changement climatique afin d'aider ces filières à s'adapter aux transformations à venir. Les scientifiques s'intéressent également aux impacts environnementaux des pratiques aquacoles (contaminations plastique ou chimique liées aux élevages). Le but est d'établir des indicateurs de pollution (pour l'appui aux politiques publiques) et de développer des approches de bio-remédiation visant à limiter les rejets environnementaux de l'aquaculture.



De nombreuses ambitions

Durabilité, responsabilité et restauration sont les maîtres mots qui doivent continuer à guider l'action de l'Ifremer en Polynésie. Toujours en étroite collaboration avec les acteurs locaux, l'Institut approfondira ses études sur la santé des cheptels, la caractérisation génétique d'espèces d'intérêt aquacole, l'adaptabilité aux changements globaux et l'impact environnemental de l'aquaculture. Des sujets relevant d'une approche plus écosystémique sont également envisagés.

Au-delà des thématiques portées par les personnels du site de Tahiti, l'Ifremer fait aussi bénéficier la zone Pacifique des nombreuses études poursuivies par ses autres équipes sur les ressources et la biodiversité marines, les énergies marines renouvelables, le rôle de l'océan dans la machine climatique, l'exploration de la colonne d'eau, la connaissance des volcans sous-marins actifs...

La Flotte océano-graphique française dans le monde

Le maintien des mesures de sécurité liées au Covid et la montée en puissance de l'inflation ont sensiblement affecté les activités de la Flotte océanographique française, mais la modernisation des navires s'est poursuivie à un rythme soutenu avec 3 chantiers de rénovation d'ampleur lancés. Au final, l'essentiel des campagnes a pu être réalisé.

Des avancées notables dans le renouvellement des navires et engins



L'année écoulée fut intense en matière de modernisation de navires. Entré en chantier en septembre 2021 à Concarneau, *L'Atalante* a été remis en service en février 2022 à l'issue d'une rénovation de grande ampleur : changement des groupes électrogènes et du treuil grands fonds, maintenance lourde afin de garantir une poursuite d'activité jusqu'en 2030. *L'Antéa* et le *Côtes de la Manche* ont aussi été modernisés au cours de cette période. Le premier a fait l'objet d'une remise en état approfondie comprenant le changement d'une partie de ses équipements acoustiques. Il a aussi été préparé à recevoir un sondeur multifaisceaux moyens fonds qui sera installé dès que son cofinancement avec l'Institut de recherche pour le développement (IRD) sera acquis. *L'Antéa* a rejoint la Nouvelle-Calédonie fin 2022 pour remplacer l'*Alis*. Le *Côtes de la Manche* a pour sa part bénéficié

d'une mise à niveau complète de ses équipements scientifiques. Il est désormais capable de réaliser des missions halieutiques par petits fonds.

Les essais du submersible autonome Ulyx se sont également poursuivis. Deux missions techniques, menées en Méditerranée et en Atlantique sur le *Pourquoi pas ?* ont été effectuées au cours du premier semestre 2022. La campagne *Hermine 2*, conduite durant l'été 2022, a montré la capacité et le potentiel de cette plateforme sous-marine innovante, mais a également révélé des défauts de composants qui ont été analysés et en partie résolus par les équipes de la direction de la Flotte océanographique dans les mois suivants. Les essais de mise au point se poursuivront en 2023 pour une entrée en service opérationnel d'Ulyx prévue au premier semestre 2024. L'autre avancée de l'année est le lan-

Ulyx, le dernier-né des sous-marins autonomes de la Flotte océanographique française, en plongée lors de la campagne d'essais Essulyx en 2022.
Photo © Olivier Dugornay - Ifremer

gement de l'appel d'offres pour la construction du navire semi-hauturier Manche Atlantique (NSH-MA). En raison d'un renchérissement des prix de l'ordre de 30 % lié à la situation économique, le programme fonctionnel a dû être ajusté au budget disponible tout en restant cohérent avec les objectifs de la planification à moyen terme (PMT) Flotte océanographique française. Les offres reçues en janvier 2023 seront examinées par le conseil d'administration de l'Ifremer en mars 2023.

Des campagnes ambitieuses malgré la persistance du Covid et de l'inflation

Le sous-marin habité Nautille plonge au milieu de l'Atlantique pour une mission de maintenance de l'observatoire de fond de mer EMSO Açores situé sur le champ hydrothermal Lucky Strike.
Photo © Ifremer/Damien Roudeau



Afin de sécuriser les conditions d'accès aux navires et retrouver un niveau d'activité proche de celui des années antérieures, la Flotte océanographique française a reconduit le principe consistant à débiter et terminer les missions dans des métropoles et territoires d'outre-mer français. Des cas de Covid se sont néanmoins déclarés au cours de certaines campagnes. Des difficultés d'acheminement de matériel ont aussi provoqué une réduction de la durée de plusieurs missions hauturières et côtières. La très forte augmentation du coût de l'énergie a par ailleurs conduit au décalage, début 2023, de la mission hauturière DIADÉM et à l'annulation des campagnes côtières non prioritaires (dites «P2») à partir du milieu de l'année 2022. Ces restrictions se sont traduites par une activité scientifique des navires hauturiers de 388 jours au lieu des 448 jours initialement programmés. Plusieurs missions scientifiques phares ont toutefois rythmé l'année 2022, dont voici quelques exemples.

Focus X2 sur le *Pourquoi pas ?* visait à mettre en place un dispositif complémentaire et à maintenir le réseau sismologique passif temporaire qui avait été installé précédemment. Composé de trente et un sismomètres de fond de mer (OBS), celui-ci utilise une nouvelle technologie de détection par fibre optique. Il est dédié à la surveillance d'une faille active de type *strike-slip* située à vingt kilomètres au large de Catane, à la frontière entre les plaques africaine et eurasiennne. La mission comprenait aussi le prélèvement de seize carottes de sédiments à proximité du câble posé en 2020.

Toujours sur le *Pourquoi pas ?* la mission Arc-En-Sub avait pour objectif une meilleure compréhension des processus tectoniques, magmatiques et hydrothermaux du massif Rainbow, un champ hydrothermal de la ride médio-atlantique, au large des Açores. À l'aide des submersibles Idefix et Victor 6000, les scientifiques ont exploré deux types de systèmes, l'un actif, acide et à haute température (Rainbow), et les deux autres fossiles (Clamstone

et Ghost City). Les données recueillies permettront de construire de nouveaux modèles de circulation fluide et d'interaction fluides-roches.

La campagne Resiste, sur le *Thalysia*, portait sur l'étude de la résilience d'un ancien site d'extraction de granulats désaffecté, le Pilier, situé au large de l'estuaire de la Loire. En observant durant plusieurs années les mécanismes à l'œuvre, les scientifiques veulent déterminer les capacités de restauration d'un écosystème soumis à une forte pression anthropique.

Le *Marion Dufresne* a quant à lui accueilli la mission Résilience, constituée de l'agrégation des demandes Cyclops et Reaction. Son objectif était d'étudier les liens entre les fines échelles océaniques (fronts et tourbillons) et la vie marine dans son ensemble, du phytoplancton aux grands mammifères. La mission s'est déroulée entre le sud du canal du Mozambique et le courant des Aiguilles.

La Flotte océanographique française, acteur clé de deux événements exceptionnels

La Flotte océanographique française a activement participé à deux événements qui ont marqué l'année 2022 : une rencontre internationale de premier plan, organisée à Brest autour de l'océan, et une école flottante d'un genre nouveau.

Le 9 février 2022, la Flotte océanographique française a contribué au forum *Achieving Better Coordination of the European Research Fleets*, organisé par l'Ifremer dans le cadre du *One Ocean Summit* de Brest. Cette manifestation visait à présenter une proposition de modèle de gouvernance et de modèle économique pour une structure

pérenne de coordination des flottes européennes. Elle est l'aboutissement d'une réflexion menée au sein du workpackage 8 (coordonné par le CNR italien et l'Ifremer) du projet Eurofleets+. L'Infrastructure de recherche étoile (IR*) poursuit ainsi son travail d'inscription dans le paysage européen.

Du 28 juin au 22 juillet, la Flotte océanographique française a également hébergé, à bord du *Marion Dufresne*, une aventure inédite, l'École Bleu Outremer. L'initiative consistait à accueillir soixante-quinze étudiants (en sciences, sciences sociales, art et communication, ou futurs marins) pour

leur faire vivre une campagne océanographique de l'intérieur, aux côtés des chercheurs et d'un équipage chevronné, dans le sud-ouest de l'océan Indien. Imaginé par l'Ifremer et le ministère des Outre-mer, ce projet est né de l'envie de partager une campagne avec des jeunes d'origines diverses (métropole, outre-mer, pays du bassin de l'océan Indien), de les faire se rencontrer et de les sensibiliser à la richesse et à l'importance des océans

Cours pratique à l'École Bleu Outremer, les élèves embarqués assistent au déploiement d'une bathysonde pour acquérir des données physico-chimiques sur l'océan Indien. Photo © Ifremer/Louis Bouscary - CCBY



Protéger et restaurer les mers et l'océan

Un océan vivant,
sain, sûr
et résilient

En cherchant à comprendre le milieu marin, en le surveillant et en analysant les risques qui lui sont associés, l'Ifremer participe à la préservation de notre avenir commun pour un océan vivant, sain, sûr et résilient.

La riche biodiversité des fonds océaniques

En s'appuyant sur l'analyse génomique environnementale d'échantillons collectés en différents lieux de l'océan global un groupe de scientifiques montre que la biodiversité des sédiments du plancher océanique est au moins trois fois plus importante que celle de la colonne d'eau.

Difficile d'accès et nécessitant des moyens à la mer très lourds pour être étudiés, les écosystèmes des sédiments profonds comptent parmi les milieux biologiques les moins explorés de la planète alors qu'ils sont les plus vastes (50 % de la surface terrestre). Ils fournissent des habitats à diverses communautés qui soutiennent des processus et des services écologiques fondamentaux : recyclage des nutriments, séquestration du carbone à l'échelle géologique.

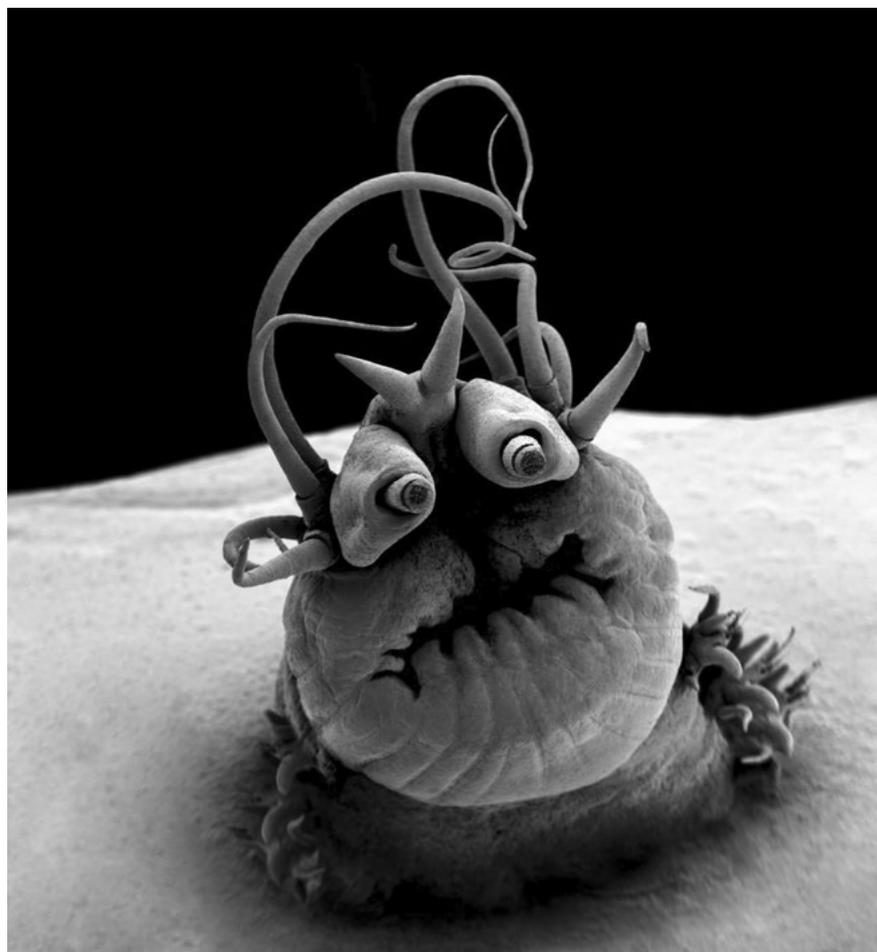
Depuis près de 50 ans, un effort considérable a été consacré à l'étude de ces milieux, mais il s'est plutôt concentré sur l'analyse morphologique de la macro et de la mégafaune, en délaissant l'étude des organismes microbiens et méiofauniques (inférieur à 1 mm). Grâce au récent développement de méthodes et de technologies d'évaluation génomique à haut débit, ces lacunes commencent à être comblées. L'ADN environnemental, issu d'un prélèvement dans l'environnement étudié et non pas directement sur un organisme, livre progressivement de précieuses informations.

Dans le cadre d'un travail collaboratif international (Norvège, Suisse, France, Royaume-Uni, Allemagne, Espagne, États-Unis) auquel ont participé des scientifiques de l'Ifremer, la richesse des écosystèmes des sédi-

ments profonds a été mise en lumière. Comparant des inventaires moléculaires issus d'échantillons prélevés en différents lieux et profondeurs de l'océan global cette étude a montré que les fonds sédimentaires offrent une biodiversité nettement supérieure à celle de la colonne d'eau. Elle a aussi révélé des espèces inconnues et permis de distinguer les organismes indigènes de ceux qui coulent à travers la colonne d'eau, éclairant ainsi les processus de circulation et de piégeage du carbone organique issu de la partie supérieure de l'océan.

Ces résultats sont issus des deux projets Merlin « Pourquoi pas les abysses ? », et France Génomique-eDNAbyss.

Cordier Tristan, Angeles Inès Barrenechea, Henry Nicolas, Lejzerowicz Franck, Berney Cédric, Morard Raphaël, Brandt Angelika, Cambon-Bonavita Marie-Anne, Guidi Lionel, Lombard Fabien, Arbizu Pedro Martinez, Massana Ramon, Orejas Covadonga, Poulain Julie, Smith Craig R., Wincker Patrick, Arnaud-Haond Sophie, Gooday Andrew J., de Vargas Colomban, Pawlowski Jan, "Patterns of eukaryotic diversity from the surface to the deep-ocean sediment", *Science Advances*, 2022. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00750/86191>



Un habitant des sédiments des abysses : ce vers polychète de la famille des *Nereididae*, reconnaissable à sa touffe de cils au sommet de la tête, vit aux abords de sources hydrothermales. © Gilles Martin

Un cadre d'évaluation opérationnel pour calculer la vulnérabilité de la biodiversité des écosystèmes marins

Alors que les États s'engagent à créer des zones protégées sur au moins 30 % de leurs territoires terrestres et maritimes, une équipe de recherche internationale s'emploie à mieux caractériser et quantifier la vulnérabilité de la biodiversité marine afin de rationaliser la gestion des écosystèmes et les actions de conservation.

Si l'attention se concentre aujourd'hui sur l'urgence climatique, de nombreuses autres menaces pèsent sur la biodiversité. Pollutions, espèces invasives, maladies, surexploitation des ressources représentent des dangers pressants dont il est difficile d'appréhender les impacts cumulés sur les écosystèmes. La complexité des réactions biologiques face à cette multiplicité de menaces et les ambitions actuelles en matière de préservation de la biodiversité exigent d'élargir l'approche habituelle, trop souvent segmentée pour considérer le fonctionnement des écosystèmes dans leur ensemble.

Une équipe associant une vingtaine de scientifiques du CNRS, de l'Ifremer, de l'IRD et d'organisations internationales a travaillé en ce sens dans le cadre de deux projets financés par la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB), avec le soutien d'Électricité de France (EDF) et de France Filière Pêche (FFP).

Au cœur de cette nouvelle méthode d'évaluation de la vulnérabilité se trouve la notion de diversité fonctionnelle des communautés. En s'intéressant au rôle joué par chaque espèce dans le fonctionnement de l'écosystème, à la distribution de ces traits fonctionnels dans la

communauté (abondance, redondance, rareté) et à la réaction des espèces vis-à-vis des différentes perturbations, il devient possible de mesurer la vulnérabilité d'un écosystème d'une manière plus standardisée, opérationnelle et rationnelle. Testé avec succès, notamment en mer du Nord, ce cadre constitue un outil prometteur pour simuler l'évolution de certaines communautés sous la pression de perturbations multiples et identifier les sites les plus fra-

giles. Il peut ainsi guider les efforts des décideurs en faveur de la protection de la biodiversité.

Arnaud Auber, Conor Waldoock, Anthony Maire, Eric Goberville, Camille Albouy, Adam C. Algar, Matthew McLean, Anik Brind'Amour, Alison L. Green, Mark Tupper, Laurent Vigliola, Kristin Kaschner, Kathleen Kesner-Reyes, Maria Beger, Jerry Tjiputra, Aurèle Toussaint, Cyrille Violle, Nicolas Mouquet, Wilfried Thuiller, David Mouillot, "A functional vulnerability framework for biodiversity conservation", *Nature Communications*, 2022.
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-32331-y/>



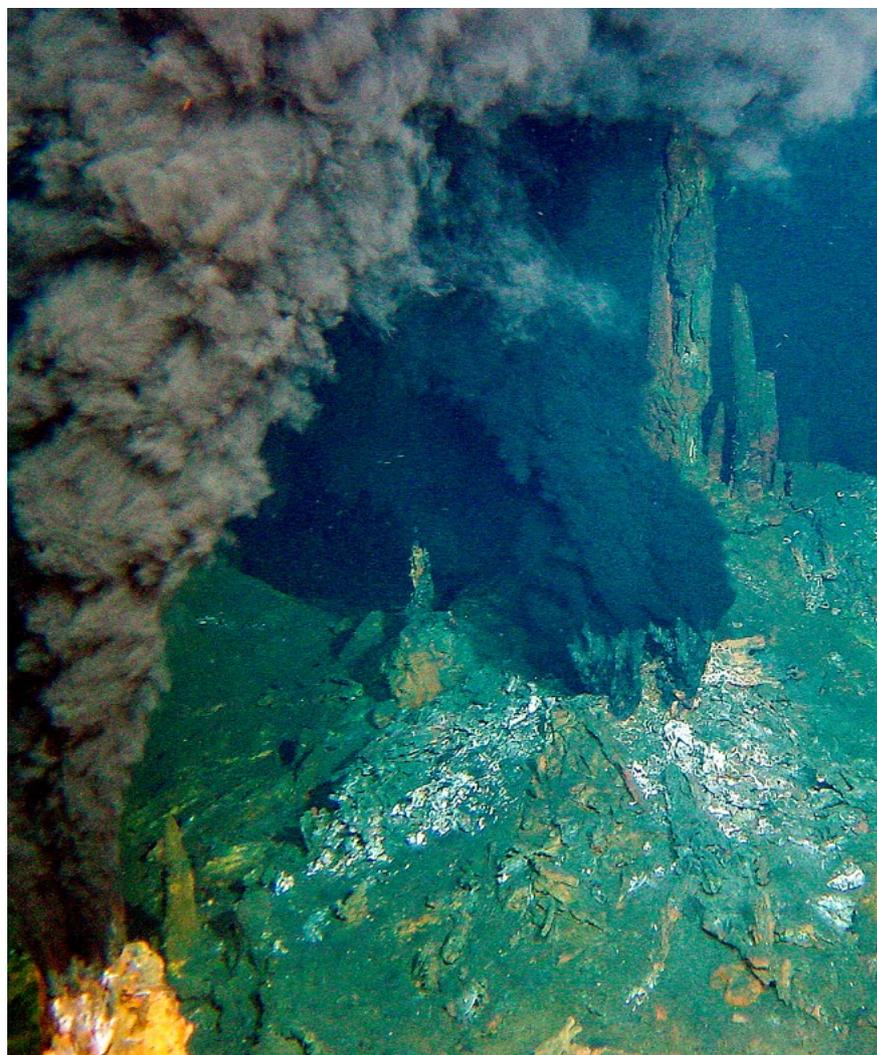
Le rôle mésestimé de l'océan profond dans la séquestration du carbone

Étonnantes cheminées hydrothermales : non seulement elles sont une oasis de vie mais elles jouent aussi un rôle méconnu dans la séquestration du carbone.
© Ifremer - C/O Momar 2008 - CCBY

De récents travaux portant sur l'étude des cheminées hydrothermales et des sédiments abyssaux révèlent que l'importante biodiversité de l'océan profond permet de capter plus de CO₂ que les scientifiques ne le supposaient.

On estime aujourd'hui que l'Océan absorbe 30 % des émissions de CO₂ dues aux activités humaines, ce qui en fait une « pompe à carbone » majeure et un régulateur essentiel du climat. La contribution de l'océan profond à ce processus est toutefois relativement mal connue ce qui rend d'autant plus intéressantes les récentes découvertes relatives à la biodiversité des abysses.

L'une d'elles concerne les cheminées hydrothermales qui jalonnent les milliers de kilomètres de rides médio-océaniques et plus particulièrement les panaches de gaz à haute température qui s'en échappent. Une équipe de l'Ifremer a montré qu'ils sont le siège d'une production de biomasse deux fois plus importante que celle généralement observée à ces profondeurs, ce qui en fait une oasis de vie et un réservoir de carbone largement sous-estimé dans les bilans. En effet, les microorganismes vivant dans ces



panaches transforment environ 3 % du carbone organique total dissous dans l'eau en carbone dit particulaire. Celui-ci peut ensuite soit être recyclé par d'autres microorganismes au sein du panache, soit couler au fond de l'océan pour y être séquestré.

Ces résultats publiés dans *Nature Communications*, associés à ceux montrant la riche biodiversité des sédiments abyssaux, attestent du rôle de

l'Océan profond dans l'assimilation du carbone et pourraient permettre d'améliorer les modèles climatiques tels que ceux utilisés par le GIEC (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat).

Cathalot, C., Roussel, E.G., Perhirin, A. et al., "Hydrothermal plumes as hotspots for deep-ocean heterotrophic microbial biomass production", *Nature Communications* 12, 2021

Évolution contrastée des récifs d'hermelles sous l'effet du changement climatique

S'étendant du Maroc à l'Écosse, les récifs d'hermelles pourraient progresser vers le nord de l'Europe avec le réchauffement du climat, tout en se fragmentant et en disparaissant dans les zones actuellement les plus colonisées.

Les hermelles sont des petits vers marins sédentaires vivant dans un tube de sédiments sableux qu'ils construisent en sécrétant leur propre colle. Agglomérés, ces tubes forment des récifs qui peuvent s'étendre sur plusieurs kilomètres carrés et jouent un rôle écologique majeur (abris pour de nombreuses autres espèces, protection du trait de côte contre l'érosion). Présents des estrans du Maroc aux côtes écossaises, ils affectionnent particulièrement la façade atlantique française.

Dans le cadre du projet Reef habitat, une équipe de l'Ifremer a étudié leur évolution probable à l'horizon 2050 en considérant une augmentation de la température de 2 °C. Les résultats montrent que sous l'effet d'un tel réchauffement les colonies d'hermelles gagneraient en superficie (+27,5 %) en étendant leur aire de distribution vers le nord de l'Écosse et en Manche orientale. En revanche, les scientifiques ont constaté que les zones de distribution actuellement privilégiées par cette espèce, comme les Pertuis charentais et la Vendée, pourraient se morceler, rendant les échanges entre récifs de plus en plus difficiles et entraînant à terme leur progressive disparition de ces zones.

En haut : Portrait en gros plan d'une tête d'hermelle surmontée de sa couronne de soies. © Stanislas Dubois - Ifremer

En bas : Pas de rochers sur cette plage mais des récifs d'hermelles agglomérées. Ces petits vers marins de 3 cm peuvent construire des colonies hautes de deux mètres de haut. © Stanislas Dubois - Ifremer

Le projet REEF HABITat est piloté par l'Ifremer et financé notamment par l'Office français pour la biodiversité. Il implique trois partenaires scientifiques étrangers : l'université de Porto (Portugal), l'université de Bangor (Pays de Galles) et l'université de Plymouth (Angleterre). Ses résultats permettront de prioriser les

zones d'importance pour l'espèce en Europe et pourraient ainsi orienter et aider les politiques de définition des aires marines protégées. En savoir plus : www.hermelles.fr (en français) / honeycombworms.org (en anglais) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.16496>



Le rôle des deltas et canyons sous-marins dans l'enfouissement du carbone organique, à des échelles de temps géologiques

Au sein de l'unité mixte de recherche Géo-Océan, la sédimentologue Sophie Hage décrypte le cycle du carbone dans les sédiments des canyons sous-marins.
© Olivier Dugornay - Ifremer



La sédimentologue Sophie Hage s'intéresse au carbone organique particulière charrié depuis les continents vers les fonds marins. Accueillie dans le laboratoire Geo-Ocean (Université de Brest et Ifremer) en tant que post-doctorante du programme européen MSCA-Bienvenue*, elle a contribué en 2022 à la publication, dans *Nature Geoscience* et *Nature Communications*, de trois études menées sur le canyon sous-marin du fleuve Congo et sur un delta émergé de Patagonie vieux de 70 millions d'années.

Sur quel processus de piégeage du carbone travaillez-vous et pourquoi cet intérêt particulier pour les deltas sous-marins ?

Le cycle du carbone régule la vie et le climat sur Terre, faisant intervenir l'atmosphère, la biosphère terrestre et marine, et la lithosphère. Personnellement, je m'intéresse au carbone organique charrié par les rivières jusque dans l'Océan pour être ensuite séquestré dans les sédiments des fonds marins. Ce mécanisme est important puisqu'il peut mener à des réductions de CO₂ de l'atmosphère au cours des temps géologiques. Les deltas et canyons sous-marins sont fondamentaux dans ce processus puisqu'ils font le lien entre les continents et les fonds marins, constituant ainsi des mégacentres de séquestration de carbone continental.

Pourquoi êtes-vous allée étudier cet ancien delta émergé en Patagonie ?

Les carottes de sédiments prélevées dans les fonds marins actuels ne permettent pas de remonter très loin dans le temps et nous voulions savoir comment ce stockage de carbone évolue à l'échelle de millions d'années. Nous sommes donc partis à la recherche de deltas très anciens dont l'affleurement a été favorisé par des mouvements tectoniques et l'érosion. Mes collègues de l'Université de Calgary avaient identifié un site unique en Patagonie, un delta datant du Crétacé supérieur (70 millions d'années) parfaitement conservé, avec des dépôts géologiques exposés sur des centaines de kilomètres. Nous sommes restés cinq semaines et avons creusé une tranchée sur 525 m pour exposer les dépôts de deltas, les décrire tous les 10 cm et prélever des échantillons de roche tous les 5 m. Nous avons aussi utilisé un drone pour réaliser un modèle 3D du delta. De retour à Calgary, les échantillons ont été analysés pour déterminer les taux de carbone enfoui et identifier l'origine de ce carbone (continental ou marin). Nous avons constaté que le carbone enfoui dans le delta était d'origine continentale, avec des taux de séquestration proches de ceux observés dans les deltas actuels, confirmant que les deltas jouent un rôle majeur dans le cycle du carbone long.

Quelle voie explorez-vous aujourd'hui au sein de l'Ifremer et à travers l'étude du canyon sous-marin du fleuve Congo ?

Je cherche à comprendre comment le carbone organique est transféré depuis les continents jusque dans les fonds marins actuels afin de mieux appréhender le cycle du carbone court et long. Pour ce faire, je combine des données de carottage classiquement utilisées en sédimentologie et des mesures océanographiques (courantomètres Doppler, pièges à particules).

Mon site d'étude du moment, c'est le Congo. Ce fleuve achève sa course dans un estuaire qui débouche sur un long (>1000 km) canyon sous-marin dans lequel de grandes quantités de carbone organique sont charriées. Je travaille actuellement sur des données collectées lors d'une campagne en mer portée par l'Université de Durham (Royaume-Uni) en 2019 et dont l'Ifremer était partenaire. Une nouvelle campagne est programmée en 2024 lors de laquelle l'Ifremer devrait déployer un AUV (robot sous-marin) pour réaliser une cartographie précise du fond du canyon.

Quels sont les principaux éléments à retenir de ces trois études ?

Elles aident à quantifier l'apport des systèmes sous-marins dans les transferts particuliers terre-mer et le cycle du carbone, acteur majeur dans la régulation de notre climat. Par rapport à d'autres mécanismes beaucoup plus rapides comme la photosynthèse des plantes, les quantités de carbone piégées annuellement dans les sédiments marins peuvent paraître faibles (rapport de 1 à 1000). Cependant, l'étude de l'ancien delta en Patagonie a confirmé qu'il s'agissait d'un stockage efficace sur des échelles de temps particulièrement longues. Cela alimente la réflexion sur les différents services naturels que nous rend l'Océan dans la séquestration de carbone et leur temporalité.

* The Marie Skłodowska-Curie Actions (MSCA) fund excellent research and innovation and equip researchers at all stages of their career with new knowledge and skills, through mobility across borders and exposure to different sectors and disciplines.

Le programme « BIENVENÛE » de la région Bretagne fait partie de ces actions Marie Curie, il soutient financièrement l'accueil de 75 post-doctorants dans des laboratoires bretons

Hage Sophie, Romans Brian, Pelpoe Thomas, Poyatos-Moré Miquel, Haeri Ardakani Omid, Bell Daniel, Englert Rebecca, Kaempfe-Droguett Sebastian, Nesbit Paul, Sherstan Georgia, Synnott Dane, Hubbard Stephen, "High rates of organic carbon burial in submarine deltas maintained on geological timescales" *Nature Geoscience*, 2022.

<https://doi.org/10.1038/s41561-022-01048-4>

Pope E.L., Heijnen M.S., Talling P.J., Silva Jacinto R., Gaillot A., Baker M.L., Hage S., Hasenhündl M., Heerema C.J., McGhee C., Ruffel S.C., Simmons S.M., et al., "Landslide-dams affect sediment and carbon fluxes in deep-sea submarine canyons", *Nature Geoscience*, 2022.

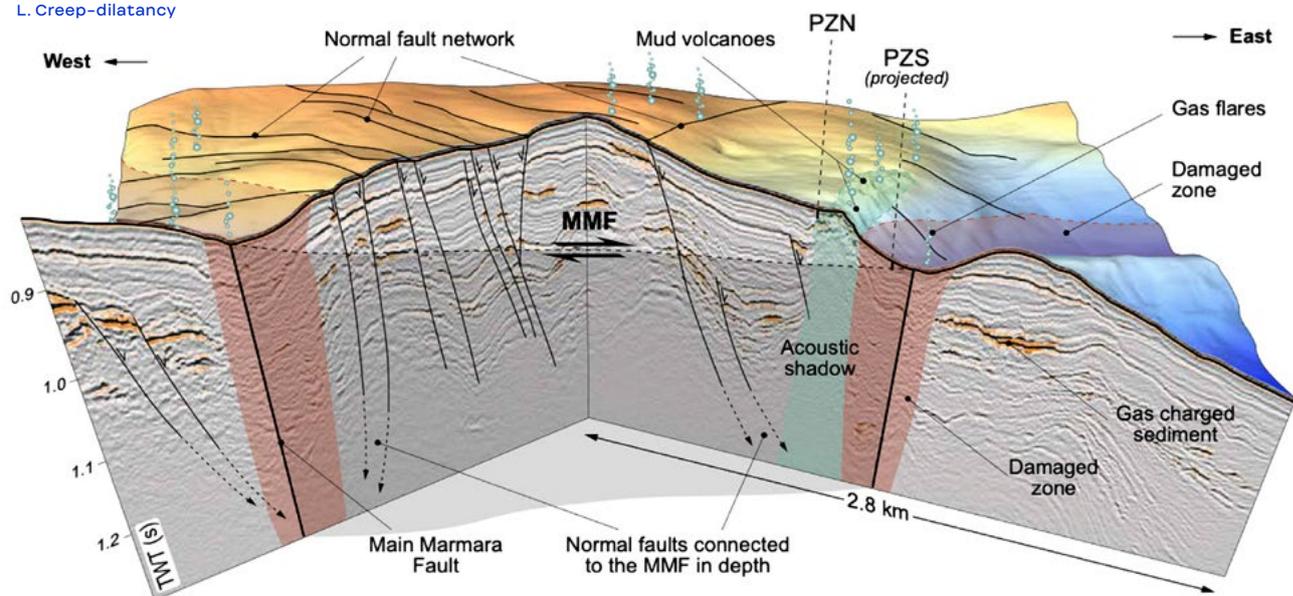
<https://doi.org/10.1038/s41561-022-01017-x>

Talling P.J., Baker M. L., Pope E.L., Ruffell S.C., Silva Jacinto R., Heijnen M.S., Hage S., Simmons S.M., Hasenhündl M., Heerema C. J., McGhee C., Apprioual R., et al. "Longest sediment flows yet measured show how major rivers connect efficiently to deep sea", *Nature Communications*, 2022.

<https://doi.org/10.1038/s41467-022-31689-3>

Une accélération des recherches sur les phénomènes de séismes lents de faible magnitude

Carte 3 D de la zone de failles sous la mer de Marmara. © N., Murphy, S., Riboulot, V. & Géli, L. Creep-dilatancy



Grâce à une étude approfondie de la pression de l'eau dans les sédiments marins, les scientifiques de l'Ifremer apportent des informations majeures sur les phénomènes de séismes lents, de faible magnitude, et sur leur rôle dans le déclenchement de secousses plus importantes dans certaines régions du monde.

Comme nous l'a rappelé le séisme qui s'est produit le long de la faille est-anatolienne le 6 février 2023, la Turquie se situe dans une région du monde soumise à une activité sismique importante. Durant l'année 2022, l'Ifremer a mené des études sur une autre faille de la région qui court sous la mer de Marmara, à moins de 50 kilomètres de la ville d'Istanbul.

Une faille qui a aussi dans le passé provoqué plusieurs séismes destructeurs, comme celui d'Izmit en 1999 (magnitude de 7.2 à 7.6).

Dans cette zone, des phénomènes particuliers, dits séismes lents de faible magnitude ou SSE (Slow Slip Event), se produisent à la frontière tectonique entre l'Anatolie et l'Europe. Pour expliquer l'origine et identifier les conséquences de ces glissements lents épisodiques, des chercheurs de l'Ifremer ont déployé dans cette région des piézomètres pour mesurer la pression d'eau dans les sédiments marins et utilisé des stations GPS terrestres pour détecter et mesurer les déformations tectoniques.

Publiée dans la revue *Nature Communications*, leur étude a mis en lumière une corrélation entre la fluctuation de pression dans les sédiments sous-marins et les déformations terrestres observées lors d'un événement de glissement lent de 10 mois. Le piézomètre pourrait ainsi devenir un outil de mesure et de surveillance intéressant de l'activité sismique. En analysant ces déformations lentes sur une durée relativement longue, l'étude a également apporté des informations précieuses sur le fonctionnement de la faille nord-anatolienne, en montrant notamment que sa progression fait peser sur la mégapole d'Istanbul des risques sismiques très sérieux.

Découvrir l'article dans *Nature Communications*
<https://www.nature.com/articles/s41467-022-29558-0>

Lancement du projet Marmor pour accroître la surveillance géophysique des fonds marins

Visant à mieux structurer et équiper la communauté scientifique française de sismologie et de géodésie sous-marine, Marmor mettra en œuvre un observatoire de fond de mer pour l'étude et la surveillance du volcanisme à Mayotte.

Le projet Equipex+ Marmor (*Marine Advanced geophysical Research equipment and Mayotte multidisciplinary Observatory for research and Response*) mettra à la disposition de la communauté scientifique française des équipements mobiles pour faire avancer l'étude de la déformation de la terre, de la sismicité, des tsunamis, du volcanisme et de plusieurs mécanismes environnementaux clés concernant les domaines océaniques et côtiers.

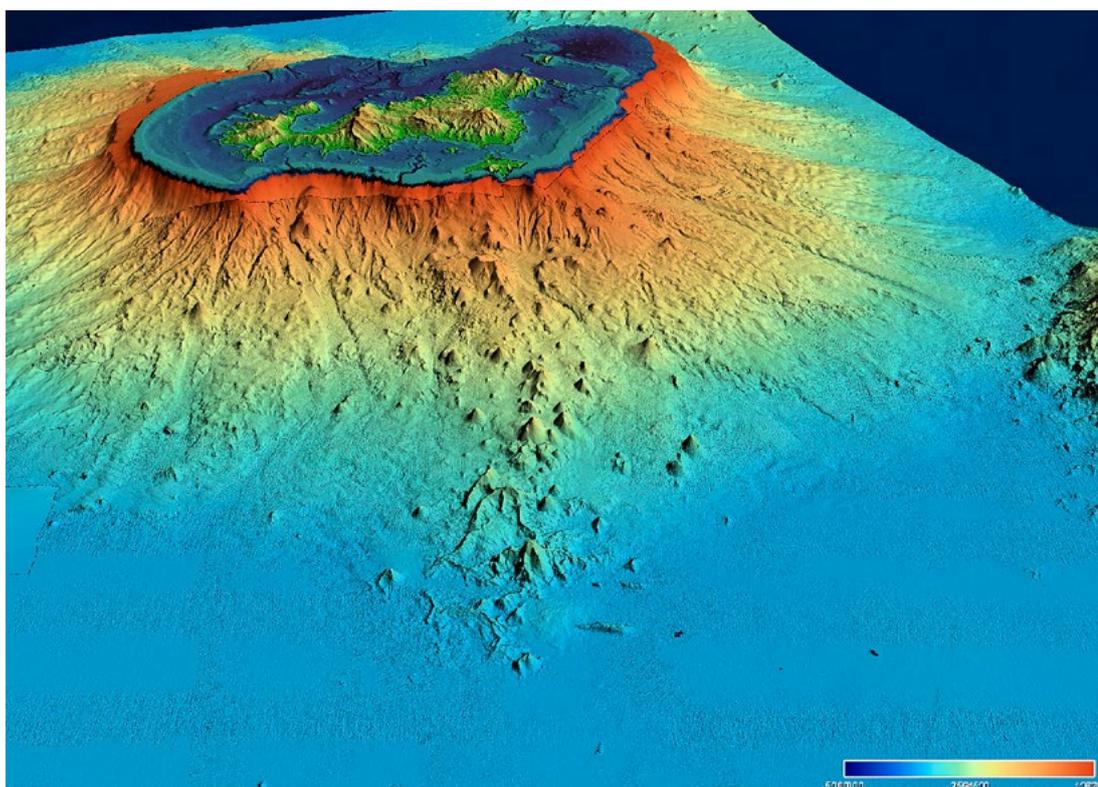
Ce projet rassemble 11 institutions et 3 infrastructures nationales de

recherche : le Réseau sismologique et géodésique français (Resif), le Réseau européen des observatoires sous-marins et de la colonne d'eau (Emso) et l'Infrastructure de recherche littorale et côtière (Illico).

Dans le cadre de Marmor, un observatoire multidisciplinaire des fonds marins et de la colonne d'eau sera construit et installé aux abords de Mayotte pour surveiller et analyser la crise sismo-volcanique sous-marine en cours depuis mai 2018. Cet observatoire viendra compléter le réseau de surveillance volcanologique et sismologique de Mayotte (Revosima) et servira la recherche dans des domaines variés : interactions entre les processus tectoniques et volcaniques, évolution des écosystèmes profonds en réponse au forçage volcanique, recherche sur l'ap-

parition de la vie et les processus de colonisation biologique en contexte volcanique, etc. D'un point de vue scientifique, grâce à des équipements innovants, il contribuera à la compréhension des aléas telluriques. D'un point de vue technologique, il complétera les développements réalisés dans le cadre du programme d'investissement scientifique exceptionnel de l'Ifremer (PIE ScInObs).

«Ce projet a bénéficié d'une aide de l'État à hauteur de 15,4 M€ sur 8 ans. Elle est gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme d'Investissements d'avenir intégré à France 2030 portant la référence ANR-21-ESRE-002.»



Vue sur le volcan sous-marin responsable de la crise sismo-volcanique que connaît Mayotte depuis 2018.
© Ipgp-Brgm-Ifremer-Cnrs

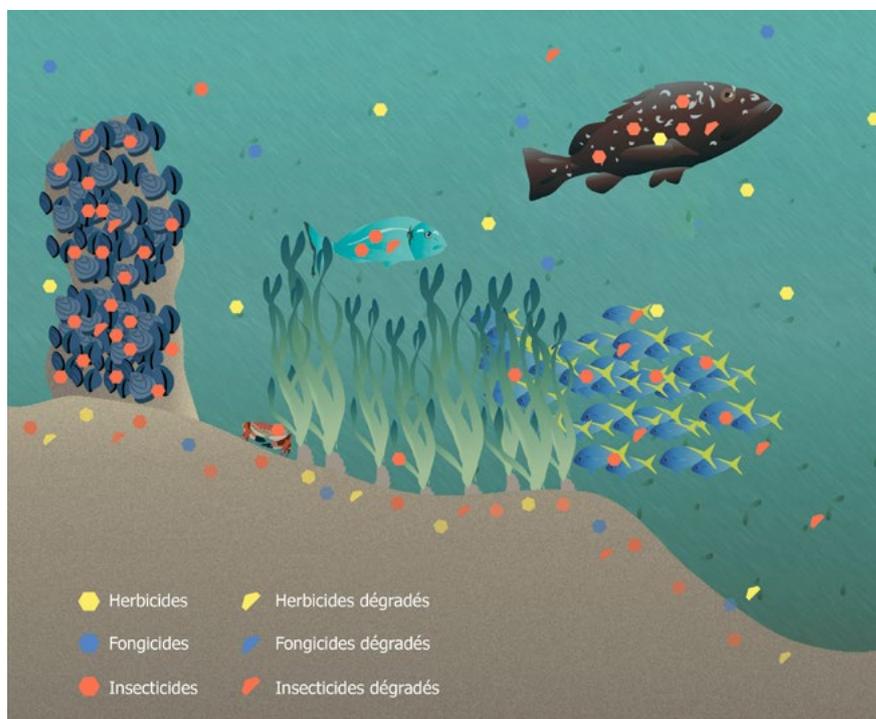


Un panorama actualisé des connaissances sur les impacts des produits phytopharmaceutiques

La présence de pesticides ou PPP (produits de protection des plantes) est attestée dans le milieu marin, y compris dans des zones reculées comme les pôles et les grands fonds marins. © Lucile Wagniez

Pilotée par l'Ifremer et l'Inrae*, l'analyse collective d'un large corpus de publications scientifiques mondiales confirme l'impact des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques terrestres et maritimes.

Pendant deux ans, 46 experts affiliés à 19 organismes différents ont étudié plus de 4 000 publications scientifiques mondiales afin de dresser un état des lieux de la contamination des milieux et des organismes vivants par les produits phytopharmaceutiques. Commandé par les ministères français en charge de la transition écologique, de l'agriculture et de la recherche, ce travail constitue une mise à jour essentielle des précédentes expertises (2005 et 2008), car ces produits ont beaucoup évolué en une quinzaine d'années. Toujours massivement utilisées pour protéger les cultures et les espaces verts contre les « ravageurs », ces substances sont devenues plus nombreuses, leur croisement engendrant un effet « cocktail » complexe à appréhender.



En raison de l'amélioration des capacités d'échantillonnage, d'analyse et de détection, nous disposons toutefois aujourd'hui d'une image plus précise de la situation.

Celle-ci montre une forte contamination des écosystèmes dans lesquels ces produits sont appliqués, mais aussi leur présence dans des milieux très reculés, comme les zones proches des pôles et les grands fonds marins, ce qui atteste d'une large diffusion de la terre vers la mer. L'exposition aux produits phytopharmaceutiques est également avérée pour un large panel d'organismes, confirmant la propagation de ces substances le long de la chaîne alimentaire (invertébrés, oiseaux, etc.). Certains travaux identifient des effets directs aigus, allant jusqu'à la mort d'individus, d'autres constatent des impacts indirects (réduction de ressources alimentaires, suppression d'ha-

bitats, impact sur la pollinisation). Ces produits agissent clairement comme un facteur aggravant de l'état de santé des écosystèmes terrestres et marins.

Cette expertise s'est aussi intéressée au sujet du biocontrôle (utilisation d'organismes et substances naturelles), mais les travaux scientifiques restent lacunaires sur leurs impacts. Elle apporte également un éclairage sur les méthodes de suivi et d'évaluation réglementaires, les leviers disponibles pour limiter les impacts des produits phytopharmaceutiques et les besoins d'études complémentaires.

* Inrae (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement).

Sophie Leenhardt, Laure Mamy, Stéphane Pesce, Wilfried Sanchez, *Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques*, Synthèse du rapport d'Esco, Inrae-Ifremer, 2022.

Surveillance écologique de l'eau de mer aux abords des centrales nucléaires

Michel Ropert est en charge à
l'Ifremer de la surveillance écologique
et halieutique aux abords des cinq
centrales nucléaires françaises
implantées en bord de mer.
© Benjamin Simon - Ifremer



Membre du laboratoire Environnement
Ressources de Normandie, Michel Ropert
gère depuis 2016 la surveillance écologique
et halieutique de l'eau de mer aux abords
des centres nucléaires producteurs d'électricité
(CNPE). L'Ifremer assure cette mission pour
EDF depuis près de 40 ans dans le cadre
du programme Impact des grands
aménagement (IGA).

Quelle est l'histoire de cette mission IGA qui remonte à l'origine de l'Ifremer ?

Dans les années 1970, lorsque le gouvernement français a lancé le programme de construction de centrales nucléaires, une quinzaine de sites littoraux potentiels avaient été identifiés. Finalement, cinq ont été retenus et progressivement aménagés : quatre sur la façade Manche/mer du Nord (Gravelines, Flamerville, Penly, Paluel) et un dans l'estuaire de la Gironde (Blayais). Ces centres utilisant l'eau de mer pour leur refroidissement, EDF est tenue réglementairement, en tant qu'exploitant, d'organiser une surveillance des rejets et de leurs incidences éventuelles sur le milieu marin.

Le volet écologique de cette surveillance a été confié à deux organismes nationaux dédiés à la connaissance de l'Océan (CNEXO) et au suivi scientifique de la pêche (ISTPM) qui ont fusionné en 1984 pour donner naissance à l'Ifremer. Notre Institut a poursuivi cette mission de surveillance pour EDF dans le cadre de contrats pluriannuels qui ont été renouvelés encore aujourd'hui. Il s'agit d'une mission structurante qui a conduit au recrutement de nombreuses personnes. Plus d'une centaine d'agents sont encore sollicités de nos jours pour assurer cette surveillance.

Sur quoi porte exactement cette surveillance et comment a-t-elle évolué ?

La stratégie initiale n'a pas fondamentalement changé, même si elle s'est adaptée aux évolutions des prescriptions réglementaires de chaque site. L'objectif est toujours d'observer les milieux marins environnant les CNPE, en s'intéressant à leurs évolutions. Nous avons plusieurs points de mesure : en amont des prises d'eau, dans la zone d'influence des ouvrages de rejet, et hors de cette zone pour disposer d'un point de référence.

Les observations portent sur trois domaines : la colonne d'eau (paramètres physico-chimiques, planctons, microbiologie), les fonds marins (macro faune, macroalgues) et les ressources halieutiques (crustacés et poissons). Nous effectuons des mesures et des prélèvements à des fréquences prédéterminées. Elles sont généralement saisonnières, mais peuvent aussi être mensuelles, comme pour le CNPE du Blayais en Gironde, où nous travaillons avec l'Université de Bordeaux.

Quels rendus devez-vous fournir à EDF et que nous apprend cette surveillance écologique ?

Pour chacun des cinq sites, nous devons fournir un rapport de surveillance annuel qui présente nos observations et une analyse des données. Nous nous intéressons en particulier aux influences thermiques et chimiques, mais pas à la radioactivité qui est hors du champ de compétences de l'Ifremer. D'une manière générale, sur tous les sites que nous avons observés pendant 40 ans, nous pouvons dire que l'influence thermique des centrales se disperse très vite (sur 100 m) et qu'il n'y a donc pas d'effets perceptibles par rapport à d'autres facteurs globaux comme le réchauffement climatique.

Entre 2016 et 2018, nous avons reconstitué et «banca-risé» l'ensemble des données historiques de surveillance au sein de la banque de données Quadrige, ouvrant ainsi des perspectives de valorisation au-delà de la seule mission de surveillance initiale.

Est-ce qu'il y a d'autres partenariats avec EDF concernant notamment la valorisation scientifique de ces 40 ans de données ?

Nous réfléchissons avec EDF, propriétaire des données de surveillance, à l'exploitation scientifique de ce fond exceptionnel. Nous avons ainsi participé à la table ronde organisée par leur groupe Thermie-Hydrobiologie qui s'intéresse à l'effet des rejets thermiques en mer en rapport avec le changement climatique. Cette initiative visait à identifier de nouveaux axes de recherche et deux thèses Ifremer ont finalement été retenues, dont l'une s'appuiera sur le fond des données issues de la surveillance. Ces thèses s'inscrivent dans un accord de partenariat. D'autres discussions sont en cours avec la filiale EDF Renouvelables. Elles concernent des sujets comme les apports de l'ADN environnemental pour suivre le milieu marin ou l'évaluation des seuils de résilience en lien avec les énergies marines renouvelables.

Gérer durablement les ressources marines pour le bien-être des sociétés humaines et la santé des écosystèmes marins

Un océan de solutions

L'Ifremer mène des recherches, innove et conduit des expertises pour proposer des solutions durables afin de nourrir, soigner ou produire de l'énergie et des matériaux pour bientôt 9 milliards d'êtres humains sur Terre tout en préservant la biodiversité marine et en protégeant les écosystèmes.

État des populations de poissons pêchées en Europe en 2022

Réalisé par l’Ifremer en partenariat avec trois autres instituts, cet état des lieux présenté à la presse montre que si la surpêche recule en Europe, la situation demeure contrastée selon les régions. L’objectif européen d’une pêche issue à 100 % de populations exploitées durablement n’est pas encore atteint.

L’Ifremer a dressé un état des lieux 2022 des populations de poissons pêchées en Europe, en collaboration avec le Pôle halieutique, mer et littoral de l’Institut Agro, l’Institut flamand de recherche pour l’agriculture, la pêche et l’alimentation (Ilvo) et l’organisme de recherche irlandais Marine Institute. Une synthèse a été présentée lors d’une conférence de presse, couverte par une quarantaine de journalistes et visionnée en ligne par plusieurs milliers d’Européens.

Ce tour d’horizon, allant de la Méditerranée à la Baltique, confirme la tendance générale observée depuis près de 20 ans, à savoir une réduction du nombre de populations surexploitées et une augmentation globale de la biomasse des espèces recensées. Ainsi sur la façade atlantique, seuls 28 % des populations évaluées étaient surexploitées en 2020, alors que cette proportion atteignait 80 % au milieu des années 2000. Un progrès notable, mais insuffisant si l’on considère que l’Union européenne visait à cette date et dans cette zone une pêche intégralement issue de populations exploitées durablement.

Plusieurs tensions subsistent en mer du Nord et en mer Baltique, mais c’est surtout en Méditerranée que la pression de pêche reste élevée et l’abondance de poissons faible. Par ailleurs, l’impact du changement climatique est bien visible sur les poissons : leur répartition est modifiée, leur alimentation diminuée et leur croissance freinée.

De plus en plus précis, les outils de modélisation conduisent à des projections inquiétantes de baisse significative des populations d’animaux marins. Face aux défis que représente cette évolution pour la gestion et la préservation des ressources, les scientifiques de l’Institut sont pleinement mobilisés dans la recherche de solutions.

Accéder au bilan : <https://www.ifremer.fr/fr/comment-vont-les-poissons-en-europe>



Opération de tri d’espèces halieutiques dans le cadre du programme d’observation de captures en mer Obsmer
© Olivier Dugornay - Ifremer

ObsMer fête ses 20 ans avec un tour de France

Dispositif d'observation des captures en mer, qui participe activement à l'évaluation des populations de poissons et de l'activité de pêche, ObsMer a célébré ses 20 années d'existence en allant à la rencontre des pêcheurs et en mettant en lumière tous ses contributeurs.

Complémentaire des campagnes halieutiques scientifiques et de l'analyse des données issues des criées, ObsMer est un dispositif essentiel qui permet d'observer les captures réalisées en mer dans leur ensemble, c'est-à-dire en considérant à la fois les poissons débarqués et ceux rejetés en mer par les navires de pêche. Ce programme collaboratif associe - sous l'égide de la direction générale des affaires maritimes, de la pêche et de l'aquaculture - des scientifiques de l'Institut qui interviennent en assistance à maîtrise d'ouvrage, des bureaux d'études employant des observateurs et des pêcheurs volontaires qui accueillent ceux-ci à leur bord. En 2022, 410 navires ont ainsi embarqué 50 observateurs qui ont échantillonné 4 000 t de poissons et mesuré près de 400 000 individus.

À l'occasion des 20 ans d'ObsMer, l'Ifremer a voulu remercier tous les participants et faire mieux connaître ce dispositif à la profession. Des photos et des interviews vidéo ont été réalisées pour mettre à l'honneur la collaboration entre pêcheurs et observateurs.



” Je suis fier d'être partisan d'un travail main dans la main avec les scientifiques qui veulent COMPRENDRE NOTRE MÉTIER et l'évolution des ressources.

Vincent Scotto / pêcheur de Sète

Accessibles via le site internet de l'Ifremer et les réseaux sociaux, elles ont également été mises en valeur dans le cadre de quatre temps forts organisés aux Sables-d'Olonne, à Boulogne-sur-Mer, au Guilvinec et à Sète.

Ces rencontres conviviales ouvertes aux pêcheurs, observateurs, représentants du métier et partenaires du projet ont été l'occasion de faire connaissance et d'échanger sur le programme ObsMer.

Témoignages en vidéo : https://www.youtube.com/results?search_query=obsmer

La pêche de loisir aux Antilles analysée par Recreafish

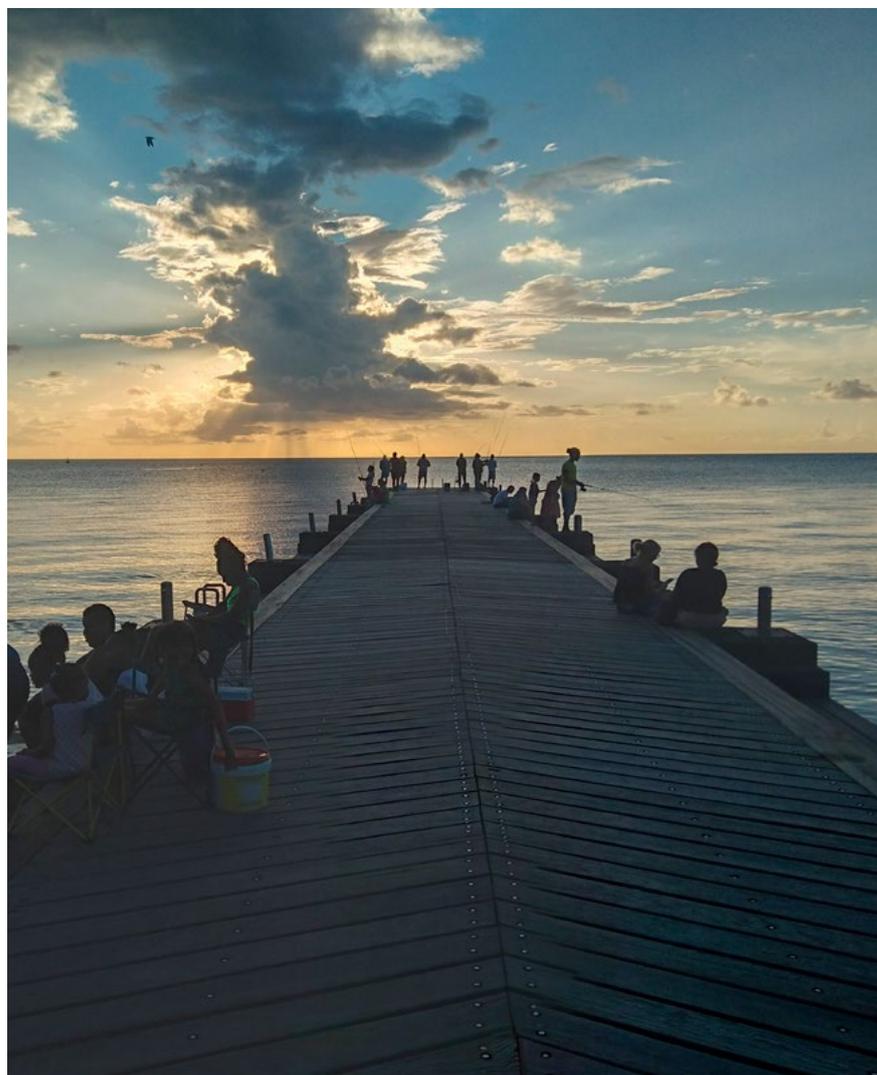
Lancé en 2020 pour mieux connaître les pratiques de la pêche récréative en mer dans les Antilles françaises, le projet Recreafish publie ses résultats finaux qui montrent l'importance économique de ce loisir et son incidence notable sur les ressources halieutiques.

Cofinancé par l'Office français de la biodiversité et l'Ifremer, le projet Recreafish a été initié par l'Ifremer pour compléter les données disponibles, assez parcellaires, sur la pêche de loisir dans les Antilles françaises (Guadeloupe, Martinique, Saint-Barthélemy, Saint-Martin). Une enquête a été diligentée pour mieux connaître le nombre de pratiquants et leurs profils, et collecter des informations économiques sur cette activité. Lors d'une première étape, près de 100 000 contacts téléphoniques ont été effectués pour obtenir un panel d'étude de 3 500 ménages repartis dans les quatre îles. Un « carnet de pêche » a ensuite été confié aux volontaires qui ont accepté de consigner différentes informations relatives à leurs sorties en mer et à leurs prises. Un rapport final a été élaboré et les résultats de l'étude présentés lors du colloque annuel du *Gulf and Caribbean Fisheries Institute* qui s'est déroulé à *Fort Walton Beach* aux États-Unis du 6 au 11 novembre 2022.

L'analyse des données a confirmé l'importance prise par la pêche récréative tant par les retombées économiques qu'elle génère qu'au niveau des prélèvements exercés sur la ressource. Ceux-ci doivent clairement être pris en considération dans le cadre de la mise en œuvre d'une gestion écosystémique et durable des pêches aux Antilles. Ces informations seront prochainement

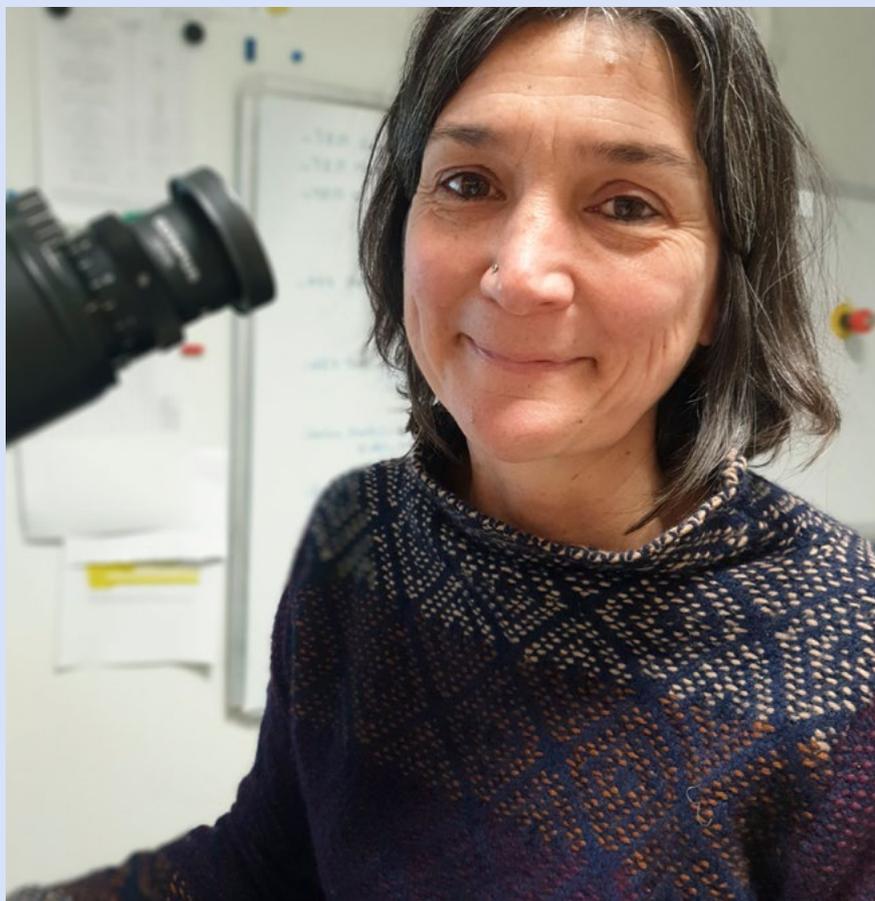
utilisées pour améliorer les premiers diagnostics sur les ressources halieutiques. L'étude contribuera aussi à la réflexion nationale inhérente à la mise en œuvre d'un dispositif de collecte de données pertinent dans les territoires ultra-marins.

Accéder au rapport final Recreafish
<https://archimer.ifremer.fr/doc/00804/91574/>



Édition d'un manuel de biosécurité et de gestion des maladies des mollusques marins

Isabelle Arzul, coordinatrice du projet
européen Vivaldi, a œuvré à la
publication d'un guide des bonnes
pratiques pour la gestion des maladies
des mollusques marins.
© Faustine Verger - Ifremer



Rattachée à l'unité Adaptation et Santé des Invertébrés marins de l'Ifremer, Isabelle Arzul a coordonné le projet Vivaldi au sein duquel 21 partenaires européens ont développé des outils et des stratégies visant à mieux prévenir et atténuer l'impact des maladies chez les mollusques bivalves.

Dans quel contexte s'inscrivent vos travaux sur les maladies des mollusques ?

On constate une augmentation de la fréquence des morts de mollusques bivalves associés aux maladies. Cela touche à la fois les populations d'élevage, qui présentent un intérêt économique, et les populations sauvages, qui présentent un intérêt écologique. Les deux occupent généralement un même espace côtier et peuvent être affectées par des maladies dues à des virus, des bactéries ou des parasites. Notre but est de mieux comprendre comment apparaissent ces maladies, comment elles se développent et, finalement, comment nous pouvons limiter leur émergence et leur expansion.

Nous ciblons en priorité les maladies qui ont le plus d'impact et que nous connaissons bien. Nous nous intéressons ainsi au virus OsHV-1 qui est associé à des mortalités importantes chez les jeunes huîtres creuses. Nous travaillons aussi sur la bactérie *Vibrio aestuarianus* qui affecte les individus plus âgés, et aux parasites protozoaires *Bonamia ostreae* et *Marattia refringens* qui ont fortement réduit, dans les années 1960-1970, les populations d'huîtres plates, une espèce européenne endémique qui fait l'objet de projets de restauration.

En quoi consiste le projet Vivaldi ?

Il apporte une approche européenne sur ces questions. Elle est essentielle, car il existe beaucoup de transferts de bivalves entre la France, l'Irlande, le Portugal, les Pays-Bas, etc. Par exemple, de jeunes huîtres produites en France sont exportées vers d'autres pays pour être grossies et peuvent revenir en France à la fin de leur cycle d'élevage. C'est notamment pour prendre en compte cette dimension que nous avons proposé le projet européen Vivaldi.

De 2016 à 2020, il a rassemblé 21 partenaires européens et offert l'opportunité à de nombreux scientifiques, mais aussi à des producteurs et des autorités compétentes, d'échanger et de travailler sur ces sujets. J'ai assuré la coordination de ce programme au nom de l'Ifremer. Nous avons obtenu des résultats intéressants et variés sur les organismes pathogènes eux-mêmes, la manière dont ils se dispersent dans l'environnement, comment les coquillages arrivent ou pas à se défendre, les interactions avec les facteurs environnementaux.

Ce manuel de gestion des maladies est donc venu clore le projet ?

En quelque sorte. C'est l'un des derniers « produits » réalisés. Nous avons largement publié nos résultats scientifiques, mais nous voulions aller plus loin, proposer des recommandations pratiques. Avec quelques collègues scientifiques particulièrement sensibles aux notions de gestion et de bio-sécurité, nous avons invité des producteurs et des autorités compétentes (sur les questions de transfert et de contrôle) à nous rejoindre pour élaborer ce manuel.

Cette coconstruction, une pratique alors peu fréquente, a vraiment été une force. Elle a permis de croiser des points de vue parfois très différents, à la fois entre catégories d'acteurs, mais aussi entre pays dont l'Espagne, la France, l'Irlande et l'Italie. Nous avons vraiment pris conscience des différences qui existaient d'un pays à l'autre en matière d'application de la réglementation, d'organisation des filières, de culture. Nous avons travaillé ensemble avec beaucoup d'enthousiasme pour identifier les sujets clés et hiérarchiser les recommandations.

Quelles sont les principales recommandations formulées ?

Certaines sont plutôt générales. Nous avons insisté sur le besoin d'avoir une meilleure communication entre scientifiques, producteurs et régulateurs au niveau européen pour faire circuler les connaissances et les bonnes pratiques sur la gestion des risques. D'autres concernent la gouvernance afin d'améliorer la surveillance et la coordination internationale lors des phases de crise. Et bien entendu, il y a des recommandations d'ordre technique sur le traitement de l'eau, la sélection des animaux, les pratiques d'élevages.

Est-ce que la diffusion du guide a commencé ?

Oui. Courant 2022. Nous avons fait appel à un professionnel pour avoir une mise en page qualitative et nous avons assuré la traduction du document anglais original en français et en espagnol pour faciliter sa lecture. Les différents participants au projet Vivaldi l'ont diffusé à leur réseau de scientifiques, de producteurs et d'autorités compétentes. Une version électronique est facilement accessible et nous continuons à distribuer la version imprimée aux personnes intéressées.

Découvrir le manuel :

<https://www.vivaldi-project.eu/fr/Activites2/VIVALDI-Manual-for-disease-management-and-biosecurity>

Une alternative écologique aux antibiotiques pour protéger les huîtres creuses des infections bactériennes ?

Phages contre bactéries :
un futur remède développé
à l'Ifremer contre les maladies
infectieuses des huîtres creuses
(et sans antibiotiques!).
© Stéphane Pouvreau - Ifremer

Une équipe de l'Ifremer étudie des mécanismes clés permettant d'envisager l'utilisation de virus, les phages, contre certaines bactéries responsables d'une forte mortalité chez les huîtres creuses.

L'Organisation mondiale de la santé considère la résistance aux antibiotiques comme l'une des menaces les plus graves pesant sur la santé mondiale et la sécurité alimentaire. En effet, de plus en plus de bactéries s'adaptent en développant des mécanismes de défense qui rendent inopérantes les solutions médicamenteuses jusqu'ici employées. Parallèlement, il s'avère extrêmement difficile de produire de nouvelles molécules efficaces pour renouveler notre panel d'antibiotiques. Trouver des alternatives écoresponsables, notamment pour protéger les élevages, devient donc un objectif de premier plan.

Dans le cadre d'une ERC advanced¹ (*A mechanistic approach to understanding microbiome-viriome dynamics in nature*), la chercheuse de l'Ifremer Frédérique Le Roux et son équipe ont entrepris d'étudier les phages du milieu marin, des virus prédateurs qui s'attaquent à certaines bactéries en laissant les autres organismes indemnes. Ils ont ainsi constaté que les phages associés à des bactéries



pathogènes d'huîtres creuses du genre *Vibrio* étaient capables, en récupérant certains gènes, d'inhiber les défenses bactériennes, contrairement aux antibiotiques. Ces résultats ont été publiés en 2022 dans *Nature Microbiology*.

Les scientifiques de l'Ifremer poursuivent désormais leurs recherches sur cette intéressante capacité des phages dans l'espoir de mettre au point des traitements plus efficaces et durables

contre les maladies infectieuses des huîtres creuses.

1. La bourse européenne Advanced Grants (montant maximum 2,5 millions €) s'adresse à des chercheurs confirmés souhaitant développer un sujet de recherche exploratoire innovant

Piel D., Bruto M., Labreuche Y. et al., «Phage-host coevolution in natural populations», *Nature Microbiology* 7, 2022.
<https://www.nature.com/articles/s41564-022-01157-1>

Diffusion des nanoplastiques dans les organes des poissons

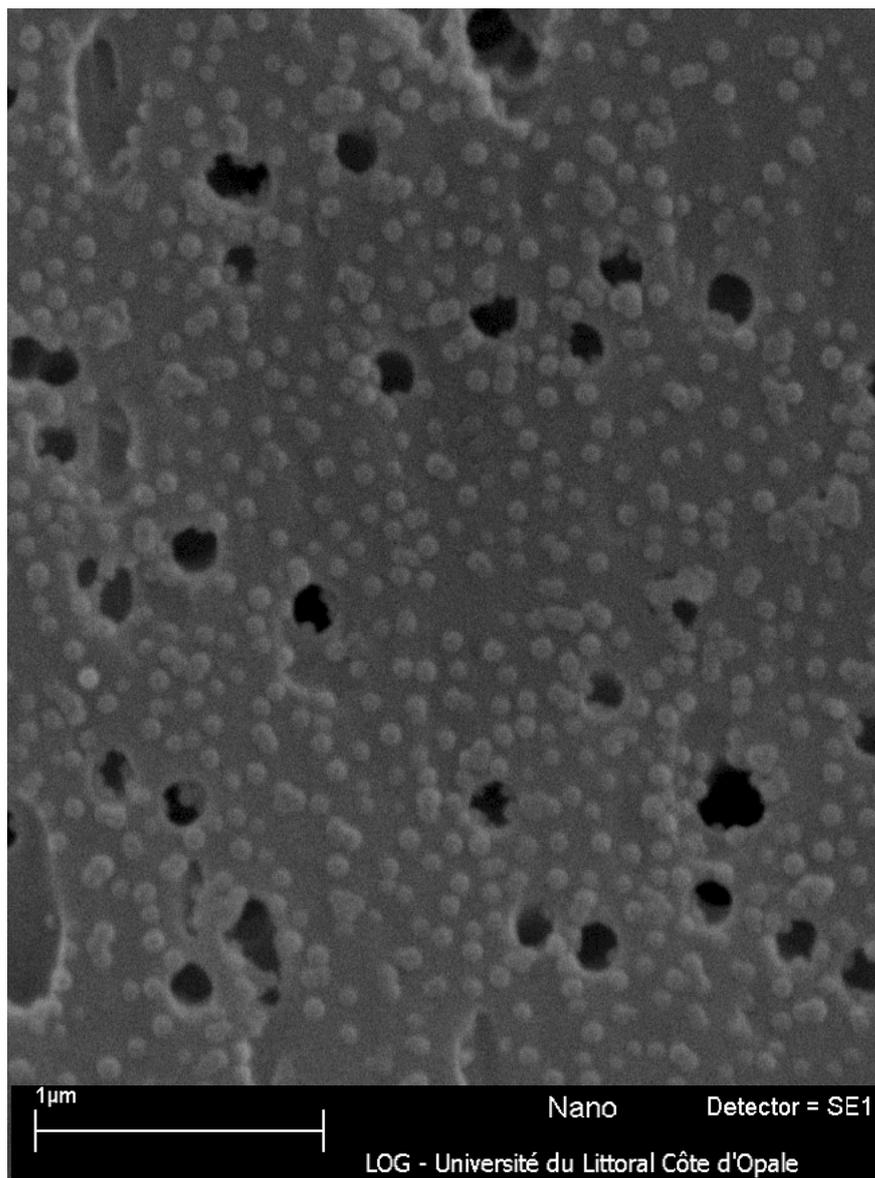
Des scientifiques de l’Ifremer démontrent expérimentalement que les particules de plastique traversent les parois intestinales des poissons et peuvent ainsi entrer dans le système sanguin et atteindre les organes.

La pollution plastique est un problème désormais bien identifié qui inquiète les autorités et a récemment conduit à quelques évolutions réglementaires (interdiction des plastiques à usage unique dans l’Union européenne par exemple). Pour les scientifiques, confrontés à l’omniprésence du plastique dans les écosystèmes marins, de nombreuses questions subsistent, notamment sur l’assimilation des nano (inférieurs au millième de millimètre) et micro plastiques par les organismes vivants. L’une d’elles, qui fait l’objet de nombreuses controverses, est de savoir si ces particules, délivrées par la chaîne alimentaire, entrent dans la circulation sanguine et atteignent les organes des poissons en traversant la barrière intestinale.

Publiée dans la revue *Environment International*, l’étude expérimentale que l’Ifremer a menée apporte des éléments de réponses en démontrant le passage de nanoparticules de polystyrène à travers l’épithélium intestinal de bars européens. Basée sur une approche *ex vivo*, qui consiste à prélever et monter un intestin de poisson dans un dispositif expérimental, cette étude met en œuvre trois techniques complémentaires : la mesure de la fluorescence, l’inspection visuelle par microscopie électronique à balayage et l’analyse chimique par spectrométrie de masse à haute résolution (Py-GC-HRMS).

Cette combinaison a permis de lever les doutes subsistants quant à cette translocation intestinale et de proposer ainsi un mécanisme expliquant, via la circulation sanguine, l’apparition de particules plastiques dans les organes internes des poissons.

Vagner, M.; Boudry, G.; Courcot, L.; Vincent, D.; Dehaut, A.; Duflos, G.; Huvet, A.; Tallec, K.; Zambonino-Infante, J. -I. "Experimental Evidence That Polystyrene Nanoplastics Cross the Intestinal Barrier of European Seabass", *Environment International*, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107340>



La preuve est faite que les nanoplastiques (ici en vue microscopique) arrivent à s’insinuer dans le système sanguin et les organes des poissons. Une nouvelle préoccupante mise en évidence dans une étude de l’Ifremer. © Lucie Courcot/ULCO (Université du Littoral-Côte d’Opale)

Des amas sulfurés de fond de mer pas si inactifs

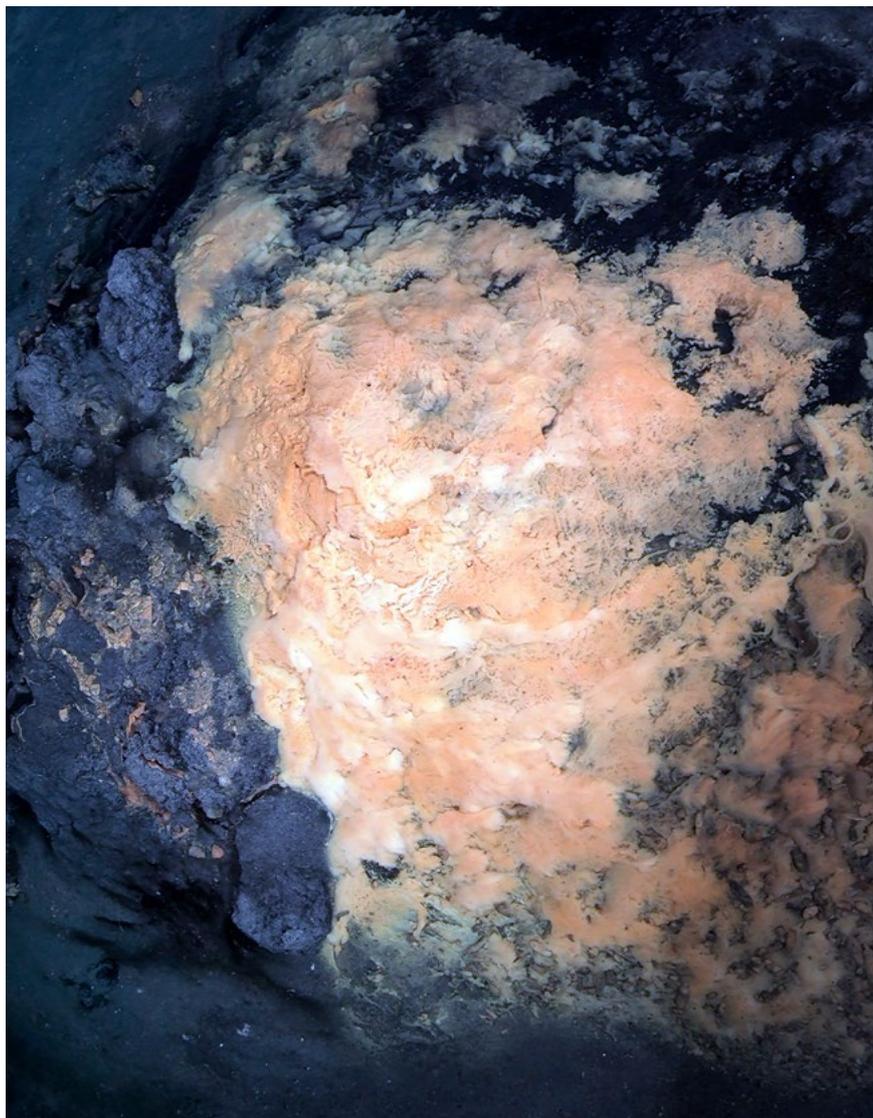
La campagne Hermine 2 révèle que les anciennes sources hydrothermales considérées « éteintes » génèrent encore une activité suffisante pour entretenir une vie microbienne et des vestiges de biodiversité.

Accordé par l'Autorité internationale des fonds marins (AIFM), le contrat d'exploration des monts de sulfures polymétalliques de la dorsale médio-atlantique est opéré pour la France par l'Ifremer. Parfois riches en métaux tels que le fer, le cuivre ou le zinc, ces amas constituent des cibles prioritaires pour les entreprises qui envisagent l'exploitation des ressources minérales sous-marines. La première campagne Hermine avait conduit en 2017 à l'identification de six nouveaux champs hydrothermaux. Réalisée du 9 juillet au 24 août 2022, grâce au financement France 2030 pour les grands fonds marins, la seconde a poursuivi ce travail exploratoire, en étudiant particulièrement les systèmes hydrothermaux réputés « inactifs » ou « éteints ».

Embarquée sur le *Pourquoi pas ?* l'équipe d'Hermine2 s'est rendue sur le site Trans-Atlantic Geotraverse (TAG), un champ hydrothermal situé à environ 3 645 m de profondeur et étudié depuis plus de 40 ans. L'exploration des amas considérés comme éteints a été menée avec le sous-marin habité de grande profondeur *Nautilus* et le nouveau robot autonome *Ulyx*, engagé pour la première fois dans une campagne scientifique.

L'observation a montré qu'il subsistait sur certains amas une activité hydrothermale générant des fluides d'une température comprise entre 3.2 °C et 30 °C, suffisamment élevée pour autoriser le développement de colonies bactériennes et la survie de certaines espèces.

Cette découverte amène les scientifiques à reconsidérer les dépôts sulfurés éteints. La notion d'inactivité demande à être réexaminée à la lumière d'une compréhension plus fine des processus géologiques, chimiques, biologiques et microbiologiques dans ces sites et de leur expansion spatio-temporelle.



Financement:
France 2030

Qui dit source hydrothermale éteinte ne dit pas pour autant absence de vie comme l'atteste cette colonie de bactéries prospérant à moins 3645 m sur le site de TAG au niveau de la ride médio-atlantique.

© Ifremer - Hermine 2 (2022)

Le PEPR Grands Fonds Marins

Jean-Marc Daniel, directeur du département Ressources physiques et Écosystèmes de fond de mer et pilote du PEPR Grands Fonds Marins à l'Ifremer.
© Olivier Dugornay - Ifremer (2022)



Directeur du département Ressources physiques et Écosystèmes de fond de mer, Jean-Marc Daniel pilote pour l'Ifremer l'élaboration d'un programme de recherche dédié aux grands fonds marins, un sujet au croisement de multiples enjeux.

Dans quel contexte s'inscrit ce PEPR et quelles sont ses ambitions ?

Dans le cadre du plan France 2030, l'État a initié beaucoup d'actions pour accélérer l'exploration des grands fonds marins et ce PEPR (programmes et équipements prioritaires de recherche exploratoires) s'inscrit dans ce contexte. Les grands fonds posent en effet de nombreuses questions à la fois écologiques, industrielles, géostratégiques, diplomatiques et législatives. Pour les traiter de manière rationnelle, nous manquons encore de connaissances.

C'est un espace dans lequel se déroulent des phénomènes géologiques fondamentaux, qui abrite des écosystèmes très riches et d'importantes ressources minérales, et qui accueille aussi des installations stratégiques pour le transport d'énergie et d'information. Par le biais de ce PEPR, l'État souhaite donc stimuler la recherche scientifique sur les grands fonds marins.

Sur quelles thématiques particulières est-il centré ?

Comme dans tous les projets de recherche, l'objectif central est bien sûr de produire des connaissances nouvelles, mais nous avons voulu inscrire ce projet dans une perspective très inclusive afin d'être vraiment multidisciplinaires et d'apporter un regard nouveau sur le sujet. Nous abordons ainsi les grands fonds marins de façon large, du plancher océanique à l'ensemble de la colonne d'eau, en considérant ces espaces comme lieux d'échanges d'énergie et de matière, et comme habitats pour les organismes marins. Il s'agit d'évaluer l'état et de comprendre la dynamique des grands fonds et des écosystèmes associés, ainsi que leur rôle dans les équilibres de la planète, notamment en ce qui concerne la biodiversité et le climat.

Nous souhaitons aussi examiner les représentations que nos sociétés se font de ces espaces. Partagées par le grand public, les chercheurs eux-mêmes et les décideurs, elles influencent les mesures prises dans le cadre de la loi et des accords internationaux. Elles affectent aussi les pratiques scientifiques, artistiques et commerciales. Nous nous intéresserons donc aux processus physiques, biogéochimiques et biologiques à l'œuvre dans les grands fonds, mais en invitant des représentants d'autres disciplines à contribuer à la réflexion (droit de la mer, économie maritime, risques industriels...).

Combien de partenaires regroupe-t-il ?

Le programme scientifique sera piloté par le CNRS, l'Ifremer et l'IRD. Toutefois, parallèlement au traditionnel conseil scientifique, nous souhaitons mettre en œuvre un comité des parties prenantes. À ce niveau aussi, notre volonté est d'être inclusifs, de faire participer à la réflexion différents représentants de la société, à commencer par les acteurs des territoires d'outre-mer qui sont très directement concernés par ces sujets. Nous espérons aussi inclure des ONG et des entreprises. L'avantage du PEPR est d'offrir une visibilité sur une période de temps relativement longue (9 ans). Nous avons aussi prévu de nous coordonner dès que possible avec les autres initiatives lancées dans le cadre du plan France 2030 afin d'exploiter au mieux les ressources disponibles.

Où en est le déploiement du projet ?

Le dossier a été soumis au ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et au Secrétariat général pour l'investissement au mois de décembre 2022. Nous espérons avoir très bientôt le retour de son évaluation.

La maturation de projets innovants dans le cadre d'InOcéan

Utiliser la maintenance prédictive pour diminuer les coûts de l'éolien en mer, stimuler le système immunitaire des huîtres creuses vis-à-vis d'un virus ou encore s'inspirer des nageoires de baleine pour favoriser la propulsion bas carbone des navires, trois exemples de démarches innovantes qui se sont déployées en 2022.

La maturation de projet est une démarche en plusieurs étapes qui consiste à transformer une idée en produit ou en service à destination du monde socio-économique. Au sein de l'Ifremer, ce processus d'innovation, baptisé InOcéan, s'appuie sur trois dispositifs complémentaires. En amont, le challenge InO'idées finance et accompagne la pré-maturation de projets internes afin de vérifier leur potentiel. Ensuite, sur décision du comité de pilotage InOcéan, les plus prometteurs accèdent à la maturation, un soutien qui vise à démontrer leur caractère opérationnel et à faire breveter les procédés innovants s'y rapportant. En complément, le concours Octo'pousse encourage la création de start-ups capables d'apporter des solutions durables pour le développement de l'économie bleue.

Parmi les différents projets dont l'Ifremer soutient la maturation, certains ont connu des avancées notables en 2022. Longus (système sous-marin pour la mesure de l'allongement de lignes de mouillages textiles), issu de la promotion InO'idées 2020, entre désormais dans la phase de dépôt de brevet et de recherche de partenaires industriels. Ce système de capteur applicable à la maintenance prédictive rencontre un très bon accueil dans le monde des énergies marines, car il permet de réduire les coûts associés à l'ancrage des plateformes supportant les éoliennes en mer.

De même, la start-up Bluefins, après un parcours de maturation exemplaire, compte désormais 6 salariés et a conclu un partenariat avec TotalEnergies. Son système houlomoteur, inspiré des nageoires de baleine, peut réduire de 20 % la consommation énergétique des navires. Enfin, le projet Star, pour « Stimulation antivirale chez l'huître *Crassostrea gigas* », qui propose une méthode pour protéger les jeunes huîtres d'épisodes de mortalité massive due à l'herpèsvirus OsHV-1, a été retenu par InOcéan pour bénéficier du protocole de maturation.

Un essaim de micro-drones sous-marins lauréat du concours Octo'pousse

OCTO' POUSSE

CONCOURS INNOVATION

JANVIER > JUIN 2022

Crée ta start-up avec l'Ifremer

Développe une solution
basée sur l'océan pour répondre
aux enjeux de demain!

18 mois
de CDD

60 k€
de financement

Collab'
avec une équipe Ifremer

Accès aux
moyens d'essais
& labos

innovation@ifremer.fr

Ifremer

Pour sa deuxième édition, le concours d'innovation de l'Ifremer a retenu le projet DEESS qui vise à mettre en œuvre un essaim de drones capable de photographier les fonds marins en haute résolution sur de larges zones.

Aujourd'hui, l'image occupe une place croissante dans l'étude des fonds marins et différents équipements permettent d'en acquérir. Toutefois, les engins et robots submersibles existants, généralement dotés d'une instrumentation multiple et très performante, sont coûteux et contraignants à mettre en œuvre.

Frédéric Mittaine, porteur du projet DEESS, envisage une solution complémentaire pour acquérir à des coûts moins élevés des données détaillées, sans plongeur ni navire spécialisé.

L'idée consiste à déployer, à quelques mètres du fond et à quatre mètres d'intervalle, une centaine de micro-drones de conception assez simple. Coordonnés par des drones de surface, ils pourront photographier en haute résolution plus d'un kilomètre carré par heure. Grâce à un traitement d'images performant, ces photos pourront être combinées puis exploitées dans des applications cartographiques

(photogrammétrie) ou contribuer à la surveillance des écosystèmes et au repérage de points d'intérêt.

L'Ifremer accompagnera la start-up niçoise afin de développer le système d'acquisition de données, la chaîne de traitement et de valorisation des images. Pendant 18 mois, Yannick Penneçot, ingénieur sur le projet DEESS, sera recruté au centre Ifremer de La Seyne-sur-Mer afin de bénéficier des compétences des équipes sur place en matière d'engins sous-marins.

Contribution à la stratégie nationale « Technologies avancées pour les systèmes énergétiques »

L’Ifremer intervient dans deux projets de développement en faveur de l’éolien flottant au sein de consortiums regroupant acteurs industriels et recherche académique.

Composante du programme France 2030, la stratégie nationale « Technologies avancées pour les systèmes énergétiques » (Tase) entend favoriser le développement d’une industrie française des nouvelles technologies de l’énergie en ciblant trois secteurs prioritaires : le photovoltaïque, l’éolien flottant et les réseaux énergétiques. Dans le cadre d’un appel à projets de l’Ademe (Demo-Tase), l’Ifremer a été retenu pour participer à deux projets pilotés par les industriels BW-Ideol et Eolink.

L’opération HT20MW Eolink a pour objectif de déployer un hub de connexion mécanique et électrique haute tension qui sera immergé à 30 m de profondeur et devra fonctionner sans maintenance durant dix ans. Cet équipement est principalement destiné à l’amarrage des éoliennes flottantes (une application à des machines de 20 MW est programmée) et à l’export du courant électrique vers la terre. Il pourra aussi servir à l’ancrage des navires en mer. Eolink s’est entouré de plusieurs partenaires (Everaxis Industries, France Énergies Marines, Ifremer, Université Gustave Eiffel, Windgalz). La contribution de l’Ifremer sera centrée sur la modélisation des lignes d’ancrage et l’analyse de leur durée de vie.

France 2030 soutient les actions de l’Ifremer dans les projets Eolink 20 MW et Vellela2 (modélisation des lignes d’ancrage et analyse de leur durée de vie, solutions d’ancrage innovantes et essai en traction et fatigue, suivi de l’impact de l’éolienne flottante FLOATGEN sur l’environnement pélagique, les habitats et les communautés benthiques).



Cordages d’éoliennes au banc d’essais dans les laboratoires de l’Ifremer © Peter Davies - Ifremer

Le projet Vellela2 Ideol s’appuie, quant à lui, sur le démonstrateur d’éolien flottant Floatgen, en opération depuis 2018 sur le site de l’École centrale de Nantes (ECN). L’objectif du projet est de réduire l’impact environnemental et les coûts d’investissement et de fonctionnement de ce système sans remettre en question sa fiabilité. L’Ifremer s’intéressera plus particulièrement au comportement et à la durabilité des matériaux alternatifs (moyens d’es-

sais de traction et fatigue sur câbles jusqu’à 100 tonnes) proposés pour les lignes d’ancrage (maillons de chaîne synthétiques, fibres innovantes) et à l’impact environnemental de Floatgen sur le milieu pélagique, les habitats et les communautés des fonds marins. Le consortium du projet regroupe lui aussi plusieurs acteurs (Ideol, IVM, Ifremer, ENSTA Bretagne, École centrale de Nantes).



Le fonds Blue Ocean lève 170 M€ en faveur de start- ups dédiées à la régénération de l'Océan

Jérôme Delmas,
directeur général de
SWEN Capital Partners.
© Swen CP



Cofondateur et directeur général de SWEN Capital Partners, une société d'investissement spécialisée dans les investissements durables et à impact positif, en non cotés¹, Jérôme Delmas se félicite du partenariat construit avec l'Ifremer dans le cadre du fonds SWEN Blue Ocean.

Qu'est-ce qui distingue SWEN Capital Partners d'autres sociétés d'investissement ?

La quintessence de SWEN, c'est d'accorder une place centrale aux critères environnementaux, sociétaux et de gouvernance (ESG) dans l'orientation de ses investissements, afin d'avoir un impact positif sur le monde. Parmi les 100 collaborateurs que compte aujourd'hui l'entreprise, dix personnes se consacrent exclusivement à cette analyse extra-financière. Nous utilisons des outils comme l'indicateur NEC (Net Environmental Contribution) pour mesurer l'impact environnemental des activités économiques sur l'ensemble du cycle de vie des actifs. Nous possédons l'une des bases de données extra-financières les plus importantes en Europe. Pour nous, l'humain est une valeur fondamentale. Nous avons une équipe dynamique, très engagée, à l'image de ce que l'on fait. C'est pour cette raison que le courant est si bien passé avec l'Ifremer.

En quoi consiste exactement l'opération Blue Ocean et quel bilan peut-on en faire ?

La stratégie SWEN Blue Ocean vise la protection et la régénération de l'Océan et répond à trois importants défis : la surpêche, la pollution marine et le changement climatique. Au moment du lancement, nous avons l'ambition de lever 120 millions d'euros et à la clôture de l'opération, nous avons réussi à atteindre 170 millions d'euros, ce qui en fait le plus gros fonds au monde à destination des start-ups de l'Ocean-Tech. Issus d'acteurs financiers et institutionnels, ces fonds ont été investis à date dans neuf jeunes entreprises. C'est donc clairement un succès.

Je suis extrêmement fier de ce projet qui est une réussite exemplaire en matière de partenariat public-privé. Il repose sur un trio gagnant composé de l'équipe Blue Ocean, spécialisée dans la Blue Economy, de l'Ifremer, en tant que conseil scientifique de haut niveau, et de la plateforme SWEN, à la fois robuste par son actionariat mutualiste (Ofi Invest, Crédit Mutuel Arkéa) et experte en investissement durable.

Je tiens particulièrement à souligner le partenariat avec l'Ifremer, une première en France, car il a apporté une très forte crédibilité au fonds. L'Institut a investi dans Blue Ocean (5 M€) et est également membre de l'Impact Governance Committee (Comité de gouvernance de l'impact) qui valide annuellement les indicateurs clés et les objectifs d'impact de chaque investissement. Il peut aussi intervenir en appui au processus d'investissement, dans un rôle de conseil scientifique, d'évaluation stratégique et de diligence. Pour ce dernier point, l'équipe Blue Ocean n'est pas obligée de faire appel à l'Ifremer, mais nous le faisons volontiers depuis le lancement du fonds, dans le cadre de réunions mensuelles vraiment constructives. Étant donné la complexité de ces sujets océaniques, l'Ifremer a apporté une valeur ajoutée unique dans le choix des critères pertinents et l'évaluation scientifique et technologique des dossiers. Je suis profondément convaincu que nous devons développer ce type de partenariat qui combine la science et la finance. C'est la clé pour atteindre cet impact positif systémique que nous recherchons, pour crédibiliser la démarche auprès d'investisseurs institutionnels et l'inscrire dans la durée.

Pouvez-vous présenter quelques-unes des sociétés soutenues par Blue Ocean ?

Parmi les premiers investissements, la société Spingerie (France), une entreprise dont l'activité consiste à évaluer et optimiser les performances des navires pour limiter leur empreinte environnementale. C'est un sujet qui intéresse directement l'Ifremer pour la Flotte océanographique française qu'elle opère. Nous avons aussi investi dans Nature Metrics (Royaume-Uni) qui travaille sur une nouvelle méthode d'analyse de l'ADN environnemental, une technologie devenue stratégique pour étudier la biodiversité à partir d'échantillons d'eau ou de sédiment. Il pourrait y avoir des opportunités pour Nature Metrics de contribuer aux travaux de l'Ifremer. Noray Seafood (Espagne-Norvège) illustre aussi très bien le type d'activité à impact positif que nous voulons soutenir. Cette société produit des crevettes en circuit fermé à l'intérieur des terres, avec des procédés de recyclage d'eau qui économise la ressource et évite le rejet en mer d'éléments polluants. Sa localisation en Europe offre de plus une alternative intéressante aux imports d'Asie ou d'Amérique du Sud, limitant ainsi les transports maritimes associés. L'expertise technique de l'Ifremer a été essentielle pour effectuer une évaluation préalable à cet investissement.

Envisagez-vous un Blue Ocean 2 ?

Oui c'est prévu en 2024 avec pour objectif une levée de fonds plus importante. Il y a tellement à faire dans le domaine de l'océan, avec un impact positif très fort.

1. Une société non cotée émet des actions qui ne peuvent être ni achetées ni vendues sur le marché boursier. Les actions non cotées émanent en général de petites et moyennes entreprises qui recherchent des financements directement auprès des investisseurs (Source Autorité des Marchés Financiers - AMF)

Innovafeed : une alternative durable pour nourrir les crevettes d'élevage

Les données de la FAO (2022) indiquent que près de 14 millions de tonnes de farine de poissons issus de la pêche ont été utilisés pour nourrir les poissons et crustacés d'origine aquacole, dont la production s'élevait à 68,7 millions de tonnes en 2020.

Dans ce contexte et afin d'améliorer la durabilité de l'aquaculture, la direction de l'innovation a mis en contact une équipe de chercheurs de l'Ifremer appartenant au LEAD NC (Unité de recherche Lagons écosystèmes et aquaculture durable — Ifremer Nouvelle Calédonie) et travaillant sur la crevetticulture avec Innovafeed, une entreprise biotechnologique spécialisée dans l'élevage d'insectes à destination de l'alimentation animale et végétale. Cette société propose la farine d'*Hermetia illucens*, plus connue sous le nom de « Black Soldier Fly » (BSF). Outre le fait que la farine de BSF pourrait remplacer en grande partie la farine de poisson utilisée dans l'alimentation de la crevette, sa production répond à des objectifs de durabilité avec notamment zéro-déchets et une filière circulaire. Les différentes réunions ont permis de faire converger les attentes de la société et celles des chercheurs, et ont abouti à la proposition d'un stage de Master 2 de janvier à juin 2022 sur le sujet « Incorporation de la farine d'insecte *Hermetia illucens* dans l'alimentation de la crevette bleue *Litopenaeus stylirostris* : étude de la digestibilité et influence sur la santé ».

Des chercheurs du LEMAR (Laboratoire des sciences de l'environnement marin) – PHYTFNESS (Unité écoPHYsiologie et Traits d'histoire de vie des orgaNismeES marinS) de Brest ont été associés à ce projet pour leur expertise en nutrition et en physiologie des animaux aquatiques. Les objectifs du stage consistaient à évaluer le contenu énergétique des aliments contenant de la farine d'insecte, la digestibilité *in vivo* de la farine BSF chez la crevette bleue, les bénéfices zootechniques selon différents taux d'incorporation de la farine de BSF et enfin, l'évolution de bioindicateurs du statut digestif, immunitaire et oxydatif en présence de la farine d'insecte dans l'alimentation de la crevette. Les premières données démontrent que l'on peut envisager de substituer environ 40 % de la farine de poisson par de la farine BSF dans les aliments pour crevettes.

Ces résultats ont incité Innovafeed à continuer la collaboration avec l'Ifremer dans le cadre d'une thèse CIFRE qui devrait démarrer en 2023. L'étude permettra non seulement d'affiner les résultats sur la valeur nutritionnelle de la farine BSF comparativement à la farine de poisson, mais également de déterminer ses effets sur la santé, la physiologie et le microbiote de la crevette bleue *L. stylirostris*, notamment l'effet protecteur vis-à-vis des vibrioses.

Les résultats obtenus devraient permettre la formulation d'aliments avec une empreinte environnementale moindre, adaptés aux phases juvéniles et subadultes de la crevette tout en maintenant la performance des élevages.



Avec l'objectif de lutter contre la surpêche, l'aquaculture pourrait remplacer la farine de poisson par de la farine d'insecte comme *Hermetia illucens* ou Black Soldier Fly (BSF) pour alimenter les élevages

Construire et partager un océan numérique

Un océan de données et de services

Comme dans tous les domaines, la transition numérique est au cœur des activités marines et maritimes aussi bien que de nos pratiques professionnelles. Gérer les masses croissantes de données et permettre leur transformation en services pour les citoyens, les entreprises et la communauté scientifique est désormais indispensable pour partager les connaissances sur l'univers aquatique comme pour favoriser une croissance économique respectueuse du milieu marin. Cette masse de données disponibles est aussi à la base de modélisations qui permettent de tester des hypothèses, de remonter dans le passé ou de se projeter dans le futur.

Extension et modernisation de la plateforme expérimentale de La Tremblade

Christophe Stavrakakis, responsable
de l'Unité EMMA (Expérimentation
Mollusques Marins Atlantique), qui
gère les plateformes de la Tremblade
et de Bouin



En étroite collaboration avec les responsables des plateformes de la Tremblade (Charente-Maritime, bassin de Marennes-Oléron) et de Bouin (Vendée, baie de Bourgneuf), Christophe Stavrakakis assure la coordination, l'animation et le management de l'unité expérimentale Mollusques Marins Atlantique (EMMA).

Quelles sont les spécialités respectives de ces deux plateformes ?

Les deux ont une implication forte dans la fourniture aux scientifiques de lots de mollusques dédiés aux travaux de recherche. Ces lots sont principalement utilisés pour étudier les maladies qui affectent les élevages ou encore pour évaluer l'effet de contaminations chimiques, par exemple dues aux pesticides. Les scientifiques recourent notamment à ces moyens expérimentaux pour identifier et produire des animaux plus résistants aux maladies. Ils disposent d'espaces sécurisés pour les exposer ensuite à des microorganismes pathogènes.

Les deux plateformes sont complémentaires. La plateforme de La Tremblade est équipée pour travailler au stade larvaire alors que celle de Bouin est performante pour le grossissement des animaux en raison de la présence d'une nappe d'eau salée souterraine naturellement riche en nutriments et permettant la production de microalgues fourrage en grande quantité. Les moyens expérimentaux suivent cette répartition des rôles, certaines recherches nécessitant des larves là où d'autres ont besoin d'individus plus grands, voire les deux.

Est-ce que vous avez aussi vos propres activités de recherche et développement ?

Oui, avec les ingénieurs et techniciens des deux plateformes, nous travaillons à l'amélioration des techniques d'élevage et de la sécurité en termes de santé animale. Nous sommes engagés sur les sujets relatifs à la qualité et au traitement de l'eau. Ce sont des aspects essentiels pour nous, car l'objectif de protection est double : traiter l'eau qui entre dans les installations pour protéger les élevages vis-à-vis des pollutions biologiques et chimiques présentes dans l'eau littorale et protéger l'environnement par le traitement des effluents. Les travaux que nous menons dans ce domaine nous permettent de rester à la pointe, de consolider nos expertises et de proposer à l'Ifremer des pistes d'optimisation de ses installations.

Justement, en quoi consiste le programme de rénovation réalisé à La Tremblade ?

Il y a eu une extension importante des surfaces et des moyens de production. Le nombre de salles disponibles dans la zone de pathologie expérimentale a triplé et nous pouvons désormais produire jusqu'à 140 lots expérimentaux de larves de mollusques en simultané, ce qui est très utile pour des travaux en lien avec les maladies étudiées. De nombreuses améliorations techniques ont été apportées. Chaque salle est alimentée en fluides utiles (air et/ou CO₂ notamment) et en eau à trois températures différentes (chaude, tempérée, froide). Un quatrième réseau d'eau de mer plus chaud équipe les salles d'élevages au stade larvaire afin de répondre à une plus grande variété d'expérimentations. Les dispositifs sanitaires ont aussi été mis à niveau. En réorganisant les espaces, nous avons mis en œuvre le principe bien connu de « marche en avant » pour réduire encore les risques de contamination. Nous avons d'ailleurs obtenu l'agrément zoosanitaire qui atteste de notre rigueur et de la performance de nos installations.

Accueillez-vous uniquement des personnels de l'Ifremer ou bien d'autres scientifiques du monde académique ou du milieu industriel ?

Pour l'instant, nous répondons très majoritairement aux besoins de l'Ifremer, mais l'ouverture de nos installations à d'autres acteurs publics ou privés fait partie de nos objectifs de développement. Nous avons rejoint le réseau européen AquaExcel 3.0 qui était à l'origine plutôt dédié à la pisciculture, mais qui a intégré les activités conchylicoles. Nous avons pu constater à cette occasion que les plateformes comme celles de La Tremblade et de Bouin sont rares en Europe. Nous avons déjà accueilli un technicien venu d'une installation expérimentale danoise, et nous avons des demandes d'accueil en cours de la part de chercheurs, via ce réseau européen, mais aussi venant de l'université de La Rochelle qui s'intéresse à nos moyens expérimentaux du fait de la proximité de la plateforme.

Chiffres-clés de la station expérimentale de La Tremblade :

- **2,5 millions** d'euros de travaux de rénovation, dont **380 000 €** financés par la Région Nouvelle-Aquitaine et **820 000 €** par le Fonds européen de développement régional (FEDER) ;
- **1500 m²** d'infrastructures d'élevage et d'expérimentation ;
- **3 parcs** expérimentaux sur estran ;
- **Pompage d'eau de mer de 50 m³/h** pour les élevages expérimentaux.

Gaïa Data, pour rapprocher et harmoniser les données environnementales

L'Equipex Gaïa Data veut faciliter la connaissance du système Terre en intégrant dans un système commun des données environnementales multidisciplinaires et multisources, actuellement gérées en silos.

La production croissante et massive de données numériques engendre de nouvelles problématiques de gestion et d'accessibilité. La politique générale française « données ouvertes pour une science ouverte » préconise ainsi de mettre en œuvre les principes FAIR (Facile à trouver, Accessible, Interopérable, Réutilisable). L'Equipex (équipement d'excellence) Gaïa Data s'inscrit dans cette démarche. Financé par le 3^e Programme d'investissement d'avenir – France 2030, le projet est porté par trois infrastructures de recherche spécialisées dans la gestion de données (Data Terra, Climeri-France, Pôle national de données de biodiversité) et accueille 21 partenaires scientifiques et institutionnels, eux-

mêmes producteurs et gestionnaires de données, dont l'Ifremer.

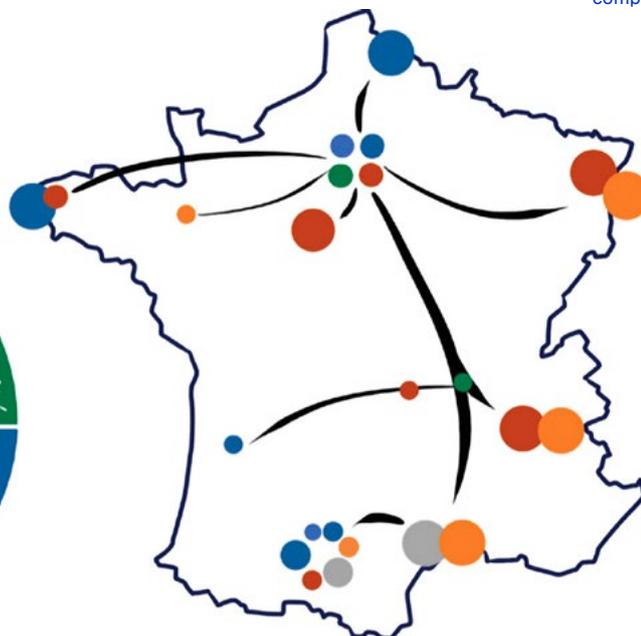
L'objectif de Gaïa Data est de développer et de mettre en œuvre une plateforme distribuée intégrant données, services d'accès et nouvelles capacités d'analyse et de traitement. Cela nécessitera de dépasser certains verrous techniques liés au volume et à la diversité des données à traiter. Harmoniser ces données environnementales très diversifiées, par la variété de leurs modes d'acquisition, les approches disciplinaires adoptées et les processus environnementaux abordés, constitue un réel défi. Gaïa Data devra aussi s'accommoder de l'hétérogénéité des infrastructures informatiques opérées par chacun des acteurs, et veiller au partage des algorithmes.

En collaboration avec les infrastructures existantes (centres nationaux, centres régionaux, centres thématiques tels que Datarmor à l'Ifremer), et en accord avec la politique « Infranam » du ministère de la Recherche et de l'Enseignement supérieur, le projet Gaïa Data contribue à l'évolution du modèle des infrastructures informatiques, en rapprochant calcul haute performance et « big data ».

Les fonds alloués par France 2030 à l'Equipex Gaïa Data sont dédiés à la mise en place d'environnements virtuels de recherche qui complètent les fonctionnalités de Datarmor, le supercalculateur du Pôle de calcul et de données pour la mer de l'Ifremer. Ce soutien s'ajoute à ceux du CPER (Contrat Plan Etat-Région) Bretagne Aida, du plan d'investissement exceptionnel de l'Ifremer et aux apports financiers des partenaires.

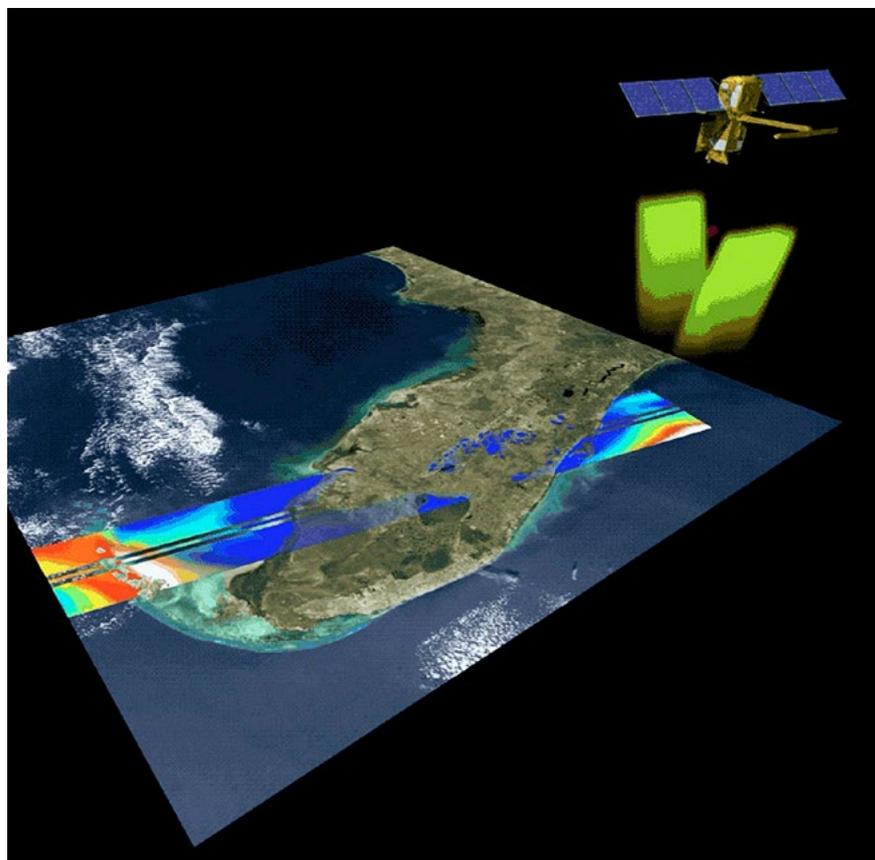


Le projet Gaïa Data a l'ambition de concentrer sur une plateforme unique tous les services et données liées à l'observation, la modélisation et la compréhension du système Terre



Lancement du satellite SWOT, la « vigie des eaux »

Le satellite SWOT permet aux scientifiques d'avoir un œil plus acéré sur les variations du niveau de la mer avec une précision dix fois supérieure aux moyens actuels.
© NASA/JPL CalTech



Plusieurs scientifiques de l'Ifremer ont participé à la mission internationale SWOT, co-pilotée par le Cnes et la Nasa, qui a conduit à la mise en orbite d'un équipement de pointe pour l'observation des eaux de surface de la planète.

En raison du changement climatique en cours, la surveillance mondiale des eaux est une préoccupation de premier plan. Contribuant depuis longtemps à cette veille, l'hydrologie spatiale était toutefois confrontée à certaines limites technologiques que le lancement du satellite SWOT vient de repousser. Doté de capteurs d'une résolution 10 fois supérieure à ses prédécesseurs, il peut analyser des surfaces à petite échelle de manière bien plus détaillée et collecter ainsi des données inédites. Le nouveau radar embarqué, baptisé KaRIn, offre ainsi des possibilités accrues en matière d'altimétrie spatiale.

Grâce à lui, les scientifiques pourront mesurer plus précisément le niveau de l'océan en détectant des structures nettement plus petites, formées à la surface par des tourbillons ou encore par des veines de courant océaniques. Ces informations aideront à comprendre comment ces structures évoluent et contribuent à l'équilibre climatique de l'Océan en transportant les masses d'eau et en participant aux échanges de chaleur, de carbone et de nutriments entre les couches de surface et celles plus profondes.

Membre de l'équipe scientifique de SWOT, l'Ifremer participe depuis plus d'une dizaine d'années à la mise

au point de KaRIn, en recherchant les meilleures solutions en termes d'inclinaison orbitale, de fréquence d'échantillonnage et de traitement du signal. Le lancement du satellite ayant été effectué avec succès le 15 décembre 2022, il s'agit désormais de le calibrer. Pour franchir cette étape, l'Ifremer et le Shom mèneront conjointement, au printemps 2023, la campagne océanographique C-SWOT à bord des navires *L'Atalante* et *Téthys*. Ces mesures *in situ* sont indispensables pour valider celles effectuées depuis l'espace par KaRIn.

Fish Intel et Popstar, deux programmes de surveillance électronique des poissons

Marine Gonse a travaillé sur le déploiement d'un réseau de télémétrie acoustique pour percer les mystères de 5 espèces cibles dans le cadre du projet européen *Fish Intel*.
© Stéphane Lesbats - Ifremer



Le biologiste Tristan Rouyer suit la piste des thons grâce aux techniques de marquage par satellite développées dans le projet Popstar.
© Ifremer



Tristan Rouyer et Marine Gonse, respectivement chercheur et post doctorante à l'Ifremer*, participent chacun à un projet de *fish tracking* pour mieux comprendre le déplacement des poissons et leurs comportements en matière d'utilisation des habitats, d'alimentation et de reproduction. Popstar fait appel aux technologies de marquage par satellite et Fish Intel à la télémétrie acoustique combinée aux marques archives.

Quelles sont les spécificités de ces deux programmes de marquage et de traçage des poissons ?

Marine Gonse

Fish Intel est un projet européen INTERREG entre la France, l'Angleterre et la Belgique qui vise à déployer un réseau de télémétrie acoustique en Manche pour mieux connaître l'utilisation des habitats et les mouvements de cinq espèces cibles (thon rouge, dorade grise, bar européen, lieu jaune, langouste rouge). Nous équipons les individus de marques acoustiques qui les identifient de manière unique et émettent un signal environ toutes les 3 minutes. En parallèle, nous installons des récepteurs acoustiques qui captent ces signaux le long du littoral pour identifier la position des poissons et mieux comprendre le lien entre les habitats et la présence de ces espèces.

En France, nous avons également équipé les poissons de marques archives, DST (Data Storage Tag), qui enregistrent en continu la température et la pression environnante. Le couplage de ces données de température et de pression avec les détections acoustiques nous permet de corriger et affiner nos modèles de géolocalisation des poissons, et ainsi mieux comprendre leurs mouvements.

Tristan Rouyer

Popstar, qui vient de se terminer, était un projet technologique de développement de marques électroniques avec transmission satellite, dites Pop-Up. Les marques existantes sont très utiles, car elles permettent de suivre les grands poissons pélagiques dans l'océan ouvert, mais elles coûtent très cher (4 000 €) et ne fournissent pas toutes les informations dont nous avons besoin. Donc, l'idée était de mettre au point une marque plus économique, plus petite et intégrant un capteur de bio impédance (NDLR : mesure de la résistance des différents tissus biologiques) pour suivre l'évolution de la physiologie de l'animal et mieux comprendre ainsi le sens de ses déplacements (alimentation, reproduction).

Nous avions à relever des défis purement technologiques. L'unité Recherche et Développements technologiques de l'Ifremer et le laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier nous ont accompagnés sur toute cette partie. Mais nous avons aussi des problématiques de marquage des poissons. Il fallait pêcher de gros thons reproducteurs en les maintenant en vie, les marquer et de leur permettre de poursuivre leur route. Nous avons pu intervenir dans des zones de reproduction à Malte, observer ensuite les individus marqués se déplacer en Atlantique jusqu'en Islande, et les voir rentrer un an plus tard en Méditerranée.

Ce sont donc deux technologies complémentaires ?

Tristan Rouyer

Avec les marques Pop-Up Satellite, nous pouvons suivre les grands poissons en océan ouvert où ils passent l'essentiel de leur vie alors que la télémétrie acoustique permet des observations plus fines sur des zones géographiques contraintes, mais potentiellement sur des périodes de temps plus longues (4-5 ans). Il y a aussi la question du poids des capteurs. Les marques Pop-Up sont plus lourdes et encombrantes (60 g) et peuvent difficilement être installées à long terme sur des poissons qui font moins d'un mètre. Les réseaux acoustiques échappent à ces limitations.

Où en sont aujourd'hui Fish Intel et Popstar ?

Marine Gonse

Fish Intel est en phase de décollage. Un important travail de déploiement du réseau et de marquage des poissons a été réalisé. Pour l'ensemble du projet, toutes espèces confondues, 729 poissons ont été marqués, dont environ 350 du côté français. Plus de 200 récepteurs ont aussi été activés. Les premières observations sont encourageantes, car environ un poisson sur deux a déjà été repéré par l'un des récepteurs en seulement 6 mois. Comme les marques acoustiques ont une autonomie de 5 ou 6 ans, nous devons maintenant prendre le temps de collecter des informations pour pouvoir réaliser des analyses de mouvements et d'utilisation des habitats. Il faudra également assurer la maintenance et l'entretien de ce réseau, une première dans La Manche, en effectuant des campagnes dédiées ou mutualisées.

Tristan Rouyer

Popstar a en partie atteint ses objectifs. Nous avons réalisé des prototypes capables de collecter plus d'informations et de les transmettre. Nous avons aussi réussi à faire des balises pour un coût moins élevé. Mais nous ne sommes pas encore arrivés au produit final que nous aimerions vraiment avoir. Nous devons encore travailler sur la transmission et d'autres aspects comme la réduction de la taille. Par contre, *Popstar*, qui a été lancé en 2016 et s'est officiellement achevé en 2022, a donné naissance à plusieurs autres projets sur la même thématique (*FishnChip*, *Flopped*, *Pompt*, *Release*). Nous poursuivons les développements technologiques dans ce cadre. Comme il est très difficile d'obtenir dans le commerce du matériel de qualité, ce type de travaux a un grand rôle à jouer à l'avenir.

Il faut aussi préciser, pour *Popstar* comme pour *Fish Intel*, que ces projets se construisent avec les pêcheurs et les professionnels du secteur, tant au niveau des questionnements, que du marquage. Ils sont ainsi l'occasion d'échanges très enrichissants, car élucider le mystère du mouvement des poissons intéresse également les deux parties.

* Tristan Rouyer est membre du laboratoire Halieutique Méditerranée – UMR Marine Biodiversity, Exploitation and Conservation (MARBEC) – et Marine Gonse rattachée au laboratoire Biologie Halieutique – UMR Dynamique et durabilité des écosystèmes : de la source à l'océan (DECOD) –.

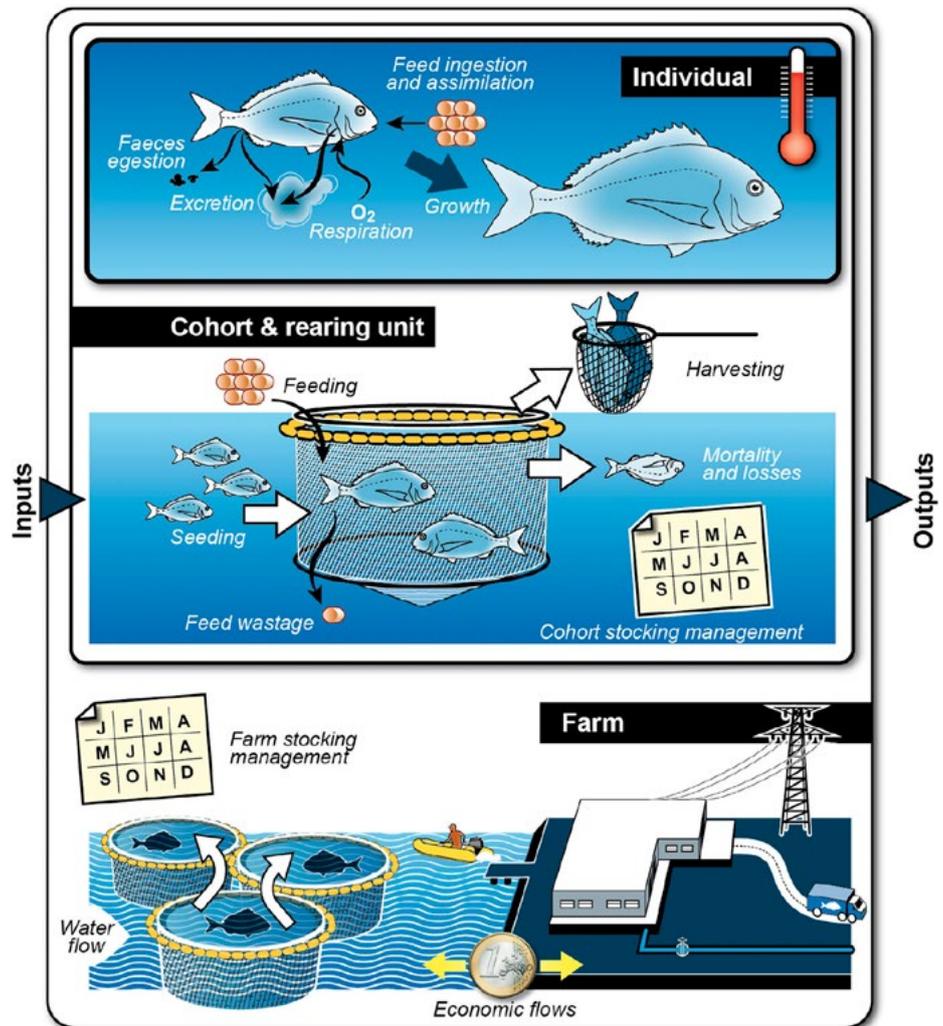
État de l'art des modèles numériques de fermes aquacoles

Modèle d'une ferme piscicole marine simulé à trois échelles d'organisation: individu, cohorte et ferme.
© Chary Killian, Brigolin Daniele, Callier Myriam (2022)

Dans le cadre d'une approche écosystémique et durable de l'aquaculture, un groupe de scientifiques a réalisé une analyse critique des principaux modèles utilisés pour simuler les processus d'une ferme piscicole.

Au regard de l'augmentation de la consommation des produits de la mer et du déclin des ressources sauvages, l'aquaculture pourrait être amenée à fournir une proportion croissante et significative des apports en protéines animales au niveau mondial. Considérant cette évolution, l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), aidée de plusieurs experts internationaux, a élaboré une stratégie, dite « approche écosystémique de l'aquaculture », qui vise à assurer à la fois le bien-être humain et la santé des écosystèmes. Pour mettre en œuvre cette politique, la modélisation est un outil précieux qui aide à traduire les principes en actions. Plusieurs modèles, reflétant la diversité des élevages, ont déjà été créés.

Dans le cadre du projet Mocaa (Modélisation de la capacité d'assimilation de l'environnement pour une aquaculture durable), des scientifiques de l'Ifremer et d'autres institutions, de l'Università IUAV di Venezia, (Daniele Brigolin) et de la Wageningen University and Research (Killian Chary), ont dressé un état de l'art du sujet en analysant 36 modèles de fermes aquacoles édités entre 1985 et 2021.



Publié dans *Reviews In Aquaculture*, leur étude met en lumière les principales caractéristiques de ces modèles, recense les techniques de modélisation utilisées et s'interroge sur leur capacité à relever les défis de la durabilité de l'aquaculture marine. Des avis sont également formulés quant aux avancées, limites et perspectives de recherche sur ces outils, et aux opportunités d'application à différents domaines : aquaculture de précision, aquaculture

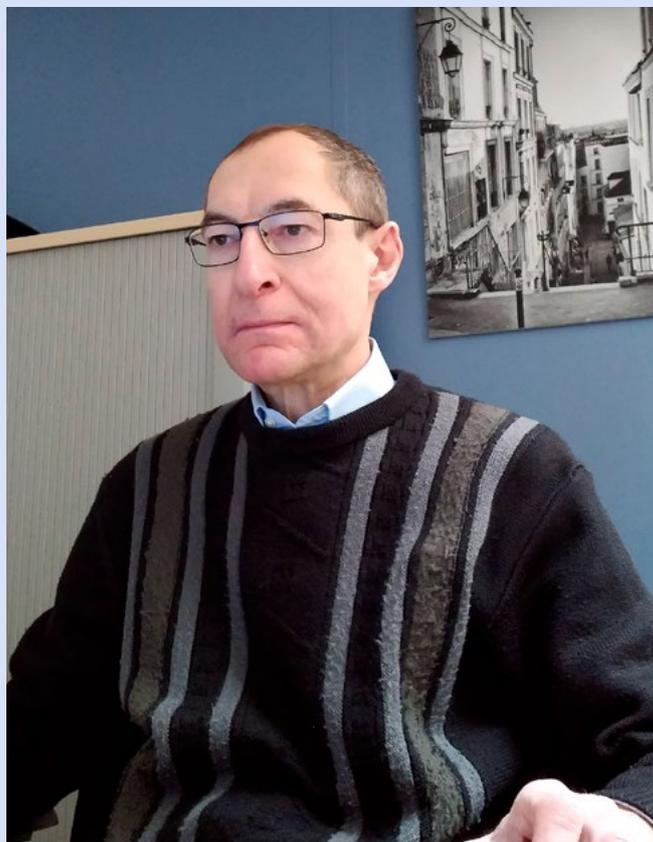
multi-trophique intégrée, planification spatiale et analyse du cycle de vie.

Cette étude a été honorée du titre *The Sena De Silva Paper* que *Reviews In Aquaculture* réserve aux articles de haute qualité.

Chary Killian, Brigolin Daniele, Callier Myriam, *Farm <scale models in fish aquaculture – An overview of methods and applications*, *Reviews In Aquaculture*, 14(4), 2022. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12695>

Une nouvelle édition des *Données économiques maritimes françaises* (DEMF 2021)

Régis Kalaydjian © Ifremer



Membre de l'unité d'Économie maritime de l'Ifremer – UMR Aménagement des Usages des Ressources et des Espaces marins et littoraux (AMURE), Régis Kalaydjian pilote depuis 1997 la réalisation de ce document de référence sur l'évaluation économique des activités maritimes, utilisé par de nombreux acteurs institutionnels, académiques et économiques.

Quelle est la raison d'être de ce rapport ?

L'une des missions de l'Ifremer est de contribuer au développement du monde maritime et pour cela il est nécessaire d'évaluer son poids économique. Les premières initiatives datent des années 1992-1994 et finalement, en 1997, Pierre David, président de l'Ifremer, m'a passé commande d'un rapport formel visant à évaluer l'économie maritime française, en la positionnant dans le contexte mondial.

Dans les DEMF, il s'agit donc de cerner les différentes activités du monde maritime, d'en faire une analyse secteur par secteur et de mesurer leur poids économique respectif à l'aide d'un ensemble d'indicateurs (chiffre d'affaires, valeur ajoutée, emploi, etc.).

N'est-ce pas difficile de définir le périmètre de l'économie maritime ?

Si, cela pose des problèmes méthodologiques, car ce périmètre peut beaucoup varier en fonction de l'approche choisie. Vous pouvez ne considérer que les activités à caractère strictement maritime (pêche, aquaculture, transport, plaisance) ou intégrer beaucoup d'autres activités qui leur sont liées. Dans les DEMF, nous avons choisi une approche assez large qui prend en compte les « fournisseurs et clients stratégiques » des activités maritimes, par exemple la construction navale, l'industrie de transformation des produits de la mer, l'hôtellerie et autres services en zones littorales.

Trouvez-vous facilement des données pour cerner ces différents secteurs ?

Là aussi, ce n'est pas simple, car si la comptabilité nationale est stricte, le découpage de l'économie française ne prend pas en compte le critère marin. Nous sommes donc souvent confrontés à des questions de disponibilité et fiabilité des données. Pour les secteurs strictement maritimes, comme la pêche et le transport, c'est assez cadré, mais pour d'autres, comme le tourisme ou l'industrie parapétrolière offshore, c'est nettement plus complexe, car le caractère littoral n'est pas considéré dans les comptes. De plus, nous dépendons de sources externes et sommes donc confrontés à d'éventuelles ruptures statistiques ou changements de méthode dans leur production.

Notre expertise s'exprime à ce niveau de la recherche, de l'évaluation et de l'exploitation des données économiques. Pour bâtir les DEMF, nous sollicitons plusieurs acteurs (Insee, Marine nationale, instituts de recherche, organisations professionnelles...).

Que nous apprennent ces DEMF 2021 en matière d'évolutions économiques ?

Nous pouvons dire que le secteur maritime est globalement en croissance et qu'il a sensiblement suivi l'évolution de l'économie mondiale entre 2013 et 2019. Pour l'instant, nous n'avons pas toutes les données pour évaluer l'effet Covid-19 à partir de 2020.

L'analyse par secteur nous montre que le tourisme a un poids gigantesque, un peu plus de la moitié de la valeur ajoutée et pas loin des deux tiers de l'emploi du secteur. Viennent ensuite trois groupes qui comptent chacun pour 6 à 8 % de l'emploi et de la valeur ajoutée : le transport maritime (incluant les activités portuaires et fluviales), la construction navale, qui est assez dynamique dans le domaine des paquebots, de la plaisance et de la réparation des navires, et un groupe relatif aux « produits de la mer » qui intègre la pêche, l'aquaculture et les industries de transformation. Il y a aussi quelques activités singulières, comme le parapétrolier offshore qui est relativement faible par rapport à l'ensemble en termes d'emploi, mais reste très significatif en valeur ajoutée. Et il faut aussi signaler l'importance du secteur public (Marine nationale, recherche, protection de l'environnement) qui compte près de 9 % de l'emploi.

À l'avenir, il faudra surveiller certains secteurs en déclin comme les énergies marines renouvelables (éolien offshore), mais aussi l'évolution du transport maritime au regard du renchérissement des carburants fossiles.

Ouverture au public de 10 millions de données acquises par l'Ifremer sur le milieu marin

En conformité avec ses engagements en faveur de la science ouverte, l'Ifremer a rendu accessibles les données issues de ses réseaux de surveillance et met en service Surval, un système d'information conçu pour faciliter leur consultation et leur exploitation.

Rendre accessibles d'ici 2030 toutes les données, publications et codes sources issus de la recherche scientifique publique est un engagement pris par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation le 6 juillet 2021, à l'occasion du lancement du 2^e plan national pour la science ouverte. Souhaitant être exemplaire en la matière, l'Ifremer a publié sur le site internet « data.gouv.fr » plus de 10 millions de données d'observation et de surveillance du milieu marin et littoral. Celles-ci portent sur

différents paramètres physiques, chimiques et biologiques (température, pH, phytoplancton, virus et bactéries, poissons, déchets).

Issues des réseaux de surveillance Rephy (phytoplancton), Remi (virus et bactéries), Rocch (contaminants chimiques) et Ecoscopa (observations conchylicoles), ces données intéressent les scientifiques, mais sont également très utiles aux collectivités, aux professionnels du secteur conchylicole, aux bureaux d'études et à tous les acteurs concernés par la qualité des eaux marines.

Afin de faciliter leur consultation et leur exploitation, les équipes de l'Ifremer ont mis au point un outil informatique baptisé Surval qui est doté de fonctionnalités conviviales en matière de sélection et de visualisation (cartes). Consultables par lieu géographique, les données peuvent être récupérées sous forme de représentations graphiques et téléchargées pour être valorisées avec différents outils logiciels.

Visiter Surval :
<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/surval-donnees-par-parametre/>



Accom- pagnement et soutien

Réduire l'empreinte carbone de l'Institut

En réalisant annuellement le bilan de ses émissions de gaz à effet de serre, l'Ifremer identifie plus clairement les améliorations à apporter et peut initier des actions pertinentes en faveur de la réduction de son empreinte carbone.

Lutter contre le changement climatique en cours impose à tous, entreprises, institutions, individus, de réaliser des efforts inédits en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre. La première étape consiste naturellement à les mesurer. L'Ifremer élabore ainsi un bilan des émissions de gaz à effet de serre (Beges) et un plan de transition aligné sur la Stratégie nationale bas carbone française. Le premier bilan de l'Institut, réalisé en 2010, sert de référence pour mesurer les évolutions.

Le Beges répartit les émissions en trois groupes, dits « scopes ». Le scope 1 concerne les émissions directes générées par l'activité (chaudières par exemple). Le scope 2 tient compte des émissions indirectes liées aux consommations énergétiques (électricité, chaleur collective...). Le scope 3 regroupe les autres émissions indirectes (relatives aux achats, transports, etc.). Le Beges est devenu un outil de gouvernance indispensable pour orienter les futurs axes stratégiques de l'Institut en matière de décarbonation des activités actuelles et futures.

Dès 2020, l'Ifremer a inclus dans ses bilans certains postes du scope 3 (alors non obligatoire), afin de mieux refléter ses impacts et d'anticiper la réglementation. Il a utilisé la base carbone de l'Ademe (Agence française de la transition écologique) qui permet de convertir des flux physiques (consommations, achats...) en tonnes équivalent CO₂ (tCO₂e). Les bilans 2019 et 2021 ont confirmé la primauté du scope 3 qui engendre 94 % du total des émissions de l'Institut (estimées à 56 ktCO₂e en 2019). Cette répartition reflète les spécificités de l'Ifremer liées à ses infrastructures de recherche, notamment à la Flotte océanographique française et à EuroArgo) et atteste de l'intérêt de développer une politique RSE (responsabilité sociétale de l'entreprise) globale et ambitieuse.

Plusieurs opérations ont ainsi été lancées ces dernières années : raccordement des locaux à des réseaux de chaleur urbains, ajustement de la politique des missions afin d'inciter à l'usage de modes de transports décarbonés (trains, transports en commun), initialisation d'une démarche d'achats responsables en lien avec les objectifs fixés par les ministères et les services publics écoresponsables (SPE). L'Ifremer a également introduit le principe d'écoconception dans ses projets techniques et scientifiques afin de limiter les impacts environnementaux en amont, dès les phases initiales de réflexion.

Management de la qualité : un maillon fort de la performance globale de l'Institut

L'équipe qualité au grand complet :
De gauche à droite :
Jean-Marc Sinquin, délégué qualité du Centre Bretagne ;
Corinne Floch, déléguée qualité du Centre Manche Mer du Nord ;
Marie-Laure Chao, coordinatrice nationale qualité et sécurité ;
José Herlin, délégué qualité du Centre Pacifique ;
Audrey Fournier, délégué qualité du Centre Méditerranée ;
Cédric Kergaravat, délégué qualité du Centre Atlantique
© Ifremer - Marie-Helene Bazin



La qualité est au cœur des préoccupations de l'Ifremer et de ses équipes qui se mobilisent chaque jour pour mettre en œuvre la démarche qualité : respect de leurs engagements, réponse aux attentes et accroissement de la satisfaction de leurs interlocuteurs. En 2022, cette démarche qualité a fait l'objet de plusieurs évaluations positives.

Par ses évaluations et ses recommandations, le Haut Conseil d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres) accompagne et soutient la démarche d'amélioration de la qualité. Lors de son évaluation de l'Ifremer en 2022, cette instance a mis en avant, parmi les points forts, le déploiement réussi de la démarche qualité et le rôle de cette dernière dans le management de l'Insti-

tut. Le rapport d'évaluation indique que la démarche qualité de l'Ifremer, totalement intégrée au fonctionnement opérationnel et certifiée depuis plusieurs années, assure la fiabilité et la traçabilité des activités, aide à clarifier l'engagement de chacun dans les processus et permet de progresser sans alourdir le fonctionnement. Le comité d'évaluation a également souligné la contribution du système qualité au dispositif de maîtrise des risques de l'Institut.

Un audit de suivi de la certification ISO 9001 a également été réalisé au cours de l'année. Il a mobilisé pendant plus de cinq jours les équipes de sept sites de l'Ifremer : Arcachon, La Réunion, Nouvelle-Calédonie, Plouzané, Sète, La Seyne-sur-Mer et Tahiti. Les auditeurs ont observé un bon niveau de maturité du système qualité. Ils ont également

constaté que son approche structurée contribue de manière significative au pilotage de l'Institut et constitue un vrai relais entre les décisions stratégiques et les activités opérationnelles. Des besoins d'optimisation ont également été mis en exergue. Dans le cadre de l'amélioration continue, ces besoins feront l'objet d'une attention et d'actions particulières en 2023.

L'année 2022 a par ailleurs vu le maintien des accréditations ISO 17025 et ISO 17043 de l'Ifremer et la poursuite de son projet de centralisation du pilotage du système qualité pour ses sept laboratoires accrédités.

Des systèmes d'information renforcés

S'adaptant à l'intensification des usages numériques, l'Ifremer poursuit l'amélioration de ses outils de travail collaboratif et à distance, de ses systèmes de gestion de données administratives et de ses procédures de cyber sécurité.

Plusieurs facteurs tels que le télétravail et la généralisation du travail collaboratif à distance ont entraîné une profonde mutation des besoins et des pratiques quotidiennes en informatique et en communication. Ainsi, un investissement important a été consacré à l'évolution des postes de travail : généralisation des PC portables, dotation en écrans larges, en casques audio... Chaque salarié peut ainsi communiquer dans de meilleures conditions visuelles et sonores par visioconférence. Afin de faciliter les échanges et le partage de documents, en interne ou avec des partenaires identifiés, il est désormais proposé un service de type « cloud propriétaire » donnant accès aux informations à partir de différents terminaux. À ce cloud est associé une suite bureautique d'édition partagée en ligne qui permet la rédaction et la révision interactives à plusieurs. Ces solutions collaboratives viennent compléter l'agenda électronique, le webmail et les solutions de visioconférence.

L'Ifremer a également poursuivi ses efforts dans la dématérialisation et l'amélioration de ses procédures de gestion. Le système SIGMA, qui gère déjà de nombreuses dimensions (comptabilité, finance, achats, déplacements professionnels, ressources humaines, procédures dématériali-

sées associées), a été complété par une composante de programmation pluriannuelle des activités de l'Institut. Les nouvelles fonctionnalités déployées en 2022 répondent à l'une des actions du contrat d'objectifs et de performance. Elles permettent le suivi des activités, en particulier des projets, sur l'intégralité de leur cycle de vie, depuis l'idée initiale jusqu'à sa clôture, en intégrant la tenue à jour des prévisions budgétaires et des demandes de plan de charge relatives à chaque action menée.

Les services informatiques étant devenus essentiels à la vie de l'Institut, il est impératif d'assurer leur disponibilité et leur sécurité, en particulier dans le contexte actuel d'augmentation des cyberattaques.

Plusieurs actions ont donc été entreprises concernant les dispositifs de sécurisation et de contrôle des postes de travail et des serveurs qui supportent les applications.

Par exemple, afin de débarrasser autant que possible les utilisateurs des messages électroniques indésirables, voire nocifs, qui envahissent les boîtes aux lettres, plusieurs dispositifs de filtrage ont été mis en œuvre. Ces filtres sont configurables par l'utilisateur (mécanismes de listes noires et listes blanches) afin de les adapter à ses besoins personnels et à ses interlocuteurs. Une nouvelle solution antivirale est également déployée sur l'ensemble des postes et serveurs de l'Institut pour faire face aux nouvelles menaces.



Le supercalculateur DATARMOR (localisé au Centre Ifremer Bretagne), doté d'une capacité de stockage de données et d'une puissance de calcul impressionnante.
© Olivier Dugornay - Ifremer

Ressources humaines et dialogue social

Au 31 décembre 2022, l'Ifremer comptait 1549 salariés dont 700 chercheurs et ingénieurs. La proportion de femmes s'établit à 46 % de l'effectif total. 57 recrutements externes ont été réalisés en 2022.

Le déploiement du plan d'action en matière de développement RH s'est traduit en 2022 par le lancement de deux projets majeurs. Le premier concerne l'identification des métiers, des compétences et de leur évolution. L'objectif de la démarche est de réaliser un état des lieux des métiers et compétences actuels au sein de notre Institut, qui sera mis en perspective des activités stratégiques à venir. L'identification des éventuels écarts permettra de définir les priorités en matière de gestion des emplois et parcours professionnels et de construire un plan d'action ajusté.

Le second projet porte sur la construction du modèle managérial de l'Ifremer. Il s'agit de définir les compétences attendues des managers, afin de clarifier leurs missions et ainsi faciliter la projection de carrière de nos salariés sur des postes de managers. Ce modèle managérial permettra également d'harmoniser nos pratiques et de mettre en place un accompagnement plus spécifique de la fonction managériale. Différents groupes de travail ont été constitués en ateliers d'intelligence

collective afin d'éclairer la réflexion du comité de direction auquel il reviendra de définir ce modèle managérial. Ces deux projets s'achèveront en 2023.

Le développement des compétences à travers la formation est demeuré un axe fort pour l'Institut. En 2022, 824 salariés ont suivi une action de formation dans le cadre du plan de développement des compétences. L'accompagnement managérial s'est poursuivi en proposant un module de formation sur le management inter-générationnel. Enfin, l'Ifremer a poursuivi le développement de sa politique d'accueil en matière d'alternance en recrutant 72 nouveaux collaborateurs en contrat d'apprentissage ou de professionnalisation.

En matière de dialogue social, l'année 2022 aura notamment été marquée par la signature d'un accord sur l'égalité professionnelle entre les femmes et les hommes et la qualité de vie au travail. Ont par ailleurs été signés en 2022 un accord relatif aux instances de représentation du personnel dans le cadre du comité social et économique, un accord relatif au nombre et à la composition des collèges électoraux et un accord sur l'élection des représentants du personnel au comité scientifique.

Il convient aussi de relever que les négociations relatives à l'actualisation

de la convention d'entreprise se sont poursuivies. Une dizaine de réunions entre la direction et les organisations syndicales se sont tenues sur ce thème.

En 2022, dans l'objectif de renforcer son dispositif de lutte contre le harcèlement sexuel et les agissements sexistes, l'Ifremer a déployé une session de sensibilisation auprès de l'ensemble du personnel et une action de formation destinée aux managers. En ce domaine, il a aussi été proposé à l'ensemble des collaborateurs, à l'occasion de la journée internationale de lutte contre les violences faites aux femmes le 25 novembre 2022, une conférence « *On ne peut plus rien dire* », pour comprendre et déconstruire les principales objections à la lutte contre le sexisme, réalisée par une intervenante extérieure spécialiste de ces sujets.

L'Ifremer a souhaité instaurer une enquête périodique, reconductible, visant à mesurer l'évolution de la qualité de vie au travail du personnel de l'Institut. La première enquête de ce baromètre « qualité de vie au travail » s'est déroulée du 20 au 27 juin 2022 à l'occasion de la semaine nationale de la Qualité de Vie au Travail. Les résultats de cette enquête à laquelle 50 % des salariés ont répondu ont été publiés dans l'intranet de l'Institut

Données budgétaires et financières

Cf. point 3 du Conseil d'administration : Clôture des comptes

BILAN ACTIF	2022 Brut	Amortissements et dépréciations	2022 Net	2021 Net
ACTIF IMMOBILISÉ				
Immobilisation incorporelles	59 374 156,52	44 200 993,87	15 173 162,65	15 226 004,50
Immobilisations corporelles	645 228 414,44	447 163 939,41	198 064 475,03	198 224 623,93
Terrains	6 776 232,47	2 072 800,41	4 703 432,06	6 767 609,06
Constructions	119 404 800,79	79 106 611,79	40 298 189,00	39 032 801,00
Installations techniques, matériels, et outillage	418 758 357,29	331 078 034,29	87 680 323,00	92 836 683,00
Collections	861 392,32	0,00	861 392,32	872 856,49
Biens historiques et culturels	0,00	0,00	0,00	0,00
Autres immobilisations corporelles	44 104 942,92	34 906 492,92	9 198 450,00	8 528 096,58
Immobilisations mises en concession	0,00	0,00	0,00	0,00
Immobilisations corporelles en cours	630 956,92	0,00	630 956,92	622 426,08
Avances et acomptes sur commandes	54 691 731,73	0,00	54 691 731,73	49 564 151,72
Immobilisations grevées de droits	0,00	0,00	0,00	0,00
Immobilisations corporelles (biens vivants)	0,00	0,00	0,00	0,00
Immobilisations financières	20 750 034,16	356 365,73	20 393 668,43	20 554 228,97
TOTAL ACTIF IMMOBILISÉ	725 352 605,12	491 721 299,01	233 631 306,11	234 004 857,40
ACTIF CIRCULANT				
Stocks	0,00	0,00	0,00	0,00
Créances	72 392 400,32	378 797,17	72 013 603,15	63 752 965,28
Créances sur des entités publiques (État, autres entités publiques) des organismes internationaux et la Commission européenne	51 088 508,65	0,00	51 088 508,65	49 312 726,80
Créances clients et comptes rattachés	7 132 359,41	378 797,17	6 753 562,24	6 756 704,63
Créances sur les redevables (produits de la fiscalité affectée)	0,00	0,00	0,00	0,00
Avances et acomptes versés sur commandes	2 085 519,70	0,00	2 085 519,70	953 064,34
Créances correspondant à des opérations pour comptes de tiers (dispositifs d'intervention)	0,00	0,00	0,00	0,00
Créances sur les autres débiteurs	12 086 012,56	0,00	12 086 012,56	6 730 469,51
Charges constatées d'avance	0,00	0,00	0,00	20 745,82
TOTAL ACTIF CIRCULANT	72 392 400,32	378 797,17	72 013 603,15	63 773 711,10
TRÉSORERIE				
Valeurs mobilières de placement	0,00	0,00	0,00	0,00
Disponibilités	153 915 058,91	0,00	153 915 058,91	107 517 483,93
Autres	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL TRÉSORERIE	153 915 058,91	0,00	153 915 058,91	107 517 483,93
Comptes de régularisation	0,00	0,00	0,00	0,00
Écarts de conversion Actif	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL GÉNÉRAL	951 660 064,35	492 100 096,18	459 559 968,17	405 296 052,43

BILAN PASSIF	2022	2021
FONDS PROPRES		
Financements reçus	142 344 675,51	155 186 148,78
Financement de l'actif par l'État	97 358 065,30	104 534 680,49
Financement de l'actif par des tiers	37 141 736,21	36 496 033,31
Fonds propres des fondations	0,00	0,00
Écarts de réévaluation	7 844 874,00	14 155 434,98
Réserves	131 587 380,57	125 276 819,59
Report à nouveau	14 602 098,69	18 688 977,64
Résultat de l'exercice	14 819 017,81	-2 809 281,72
Provisions réglementées	0,00	0,00
TOTAL FONDS PROPRES	303 353 172,58	296 342 664,29
PROVISIONS POUR RISQUES ET CHARGES		
Provisions pour risques	2 635 902,03	3 170 194,53
Provisions pour charges	37 683 384,00	35 443 240,45
TOTAL PROVISIONS POUR RISQUES ET CHARGES	40 319 286,03	38 613 434,98
DETTES FINANCIÈRES		
Emprunts obligataires	0,00	0,00
Emprunts souscrits auprès des établissements financiers	0,00	0,00
Dettes financières et autres emprunts	0,00	0,00
TOTAL DETTES FINANCIÈRES	0,00	0,00
DETTES NON FINANCIÈRES		
Dettes fournisseurs et comptes rattachés	18 405 761,55	12 462 534,66
Dettes fiscales et sociales	36 751 314,51	28 115 568,45
Avances et acomptes reçus	56 189 353,60	28 198 166,79
Dettes correspondant à des opérations pour comptes de tiers (dispositifs d'intervention)	0,00	0,00
Autres dettes non financières	3 468 006,61	906 868,92
Produits constatés d'avance	992 094,16	656 390,00
TOTAL DETTES NON FINANCIÈRES	115 806 530,43	70 339 528,82
TRÉSORERIE		
Autres éléments de trésorerie passive	80 979,13	424,34
TOTAL TRÉSORERIE	80 979,13	424,34
Comptes de régularisation	0,00	0,00
Écarts de conversion Passif	0,00	0,00
TOTAL GÉNÉRAL	459 559 968,17	405 296 052,43

Compte de résultat

CHARGES	2022	2021
CHARGES DE FONCTIONNEMENT		
Achats	0,00	0,00
Consommation de marchandises et approvisionnements, réalisation de travaux et consommation directe de service par l'organisme au titre de son activité ainsi que les charges liées à la variation des stocks	112 042 385,99	104 230 398,80
Charges de personnel	102 317 923,17	100 009 398,29
Salaires, traitements et rémunérations diverses	69 985 802,91	68 112 108,06
Charges sociales	26 686 071,47	26 701 117,65
Intéressement et participation	0,00	0,00
Autres charges de personnel	5 646 048,79	5 196 172,58
Autres charges de fonctionnement	12 945 038,37	12 761 136,62
Dotation aux amortissements, dépréciations, provisions et valeurs nettes comptables des actifs cédés	33 198 715,50	23 202 583,11
TOTAL CHARGES DE FONCTIONNEMENT	260 504 063,03	240 203 516,82
CHARGES D'INTERVENTION		
Dispositif d'intervention pour compte propre	38 036,43	24 500,00
Transferts aux ménages	0,00	0,00
Transferts aux entreprises	0,00	0,00
Transferts aux collectivités territoriales	0,00	0,00
Transferts aux autres entités	38 036,43	24 500,00
Charges résultant de la mise en jeu de la garantie de l'organisme	0,00	0,00
Dotations aux provisions et dépréciations	0,00	0,00
TOTAL CHARGES D'INTERVENTION	38 036,43	24 500,00
TOTAL CHARGES DE FONCTIONNEMENT ET D'INTERVENTION	260 542 099,46	240 228 016,82
CHARGES FINANCIÈRES		
Charges d'intérêt	0,00	645,00
Charges nettes sur cessions de valeurs mobilières de placement	0,00	0,00
Pertes de change	11 271,11	22 939,85
Autres charges financières	0,00	0,00
Dotations aux amortissements, dépréciations et aux provisions financières	2 422,00	353 037,11
TOTAL CHARGES FINANCIÈRES	13 693,11	376 621,96
Impôt sur les sociétés	626 200,00	-162 937,00
RESULTAT DE L'ACTIVITÉ (BÉNÉFICE)	14 819 017,81	0,00
TOTAL CHARGES	276 001 010,38	240 441 701,78

PRODUITS	2022	2021
PRODUITS DE FONCTIONNEMENT		
Produits sans contrepartie directe (ou subventions et produits assimilés)	221 264 699,39	209 365 138,72
Subventions pour charges de service public	181 040 100,00	175 639 074,00
Subventions de fonctionnement en provenance de l'État et des autres entités publiques	40 224 599,39	33 726 064,72
Subventions spécifiquement affectées au financement de certaines charges d'intervention en provenance de l'État et des autres entités publiques	0,00	0,00
Dons et legs	0,00	0,00
Produits de la fiscalité affectée	0,00	0,00
Produits avec contrepartie directe (ou produits directs d'activité)	37 391 328,17	14 049 889,37
Ventes de biens ou prestations de services	14 547 484,68	12 297 968,27
Produits de cessions d'éléments d'actif	21 586 452,59	23 006,61
Autres produits de gestion	1 257 390,90	1 728 914,49
Production stockée et immobilisée	0,00	0,00
Autres produits	16 964 281,22	14 194 031,03
Reprises sur amortissements, dépréciations et provisions (produits de fonctionnement)	1 409 847,52	1 617 929,56
Reprises du financement rattaché à un actif	15 554 433,70	12 576 101,47
TOTAL PRODUITS DE FONCTIONNEMENT	275 620 308,78	237 609 059,12
PRODUITS FINANCIERS		
Produits des participations et des prêts	20 795,88	15 733,08
Intérêts sur créances non immobilisées	0,00	0,00
Produits des valeurs mobilières de placement et de la trésorerie	0,00	0,00
Produits nets sur cessions de valeurs mobilières de placement	0,00	0,00
Gains de change	16 195,73	7 627,86
Autres produits financiers	0,00	0,00
Reprises sur amortissements, dépréciations et provisions financières	343 709,99	0,00
TOTAL PRODUITS FINANCIERS	380 701,60	23 360,94
RÉSULTAT DE L'ACTIVITÉ (PERTE)	0,00	2 809 281,72
TOTAL PRODUITS	276 001 010,38	240 441 701,78

Gouvernance et organisation

Conseil d'administration

Président

M. François HOULLIER, Président – Directeur général

Représentants de l'État

Ministère de l'Enseignement supérieur,
de la Recherche et de l'Innovation

Mme Lise FECHNER, titulaire
M. Didier MARQUER, suppléant

Ministère chargé de la mer

M. Thierry COURTINE, titulaire
Mme Marie FEUCHER, suppléante

Ministère chargé des pêches maritimes
et des cultures marines

M. Laurent BOUVIER, titulaire
Mme Laureline GAUTHIER, suppléante

Ministère de l'Europe et des Affaires étrangères

M. Jérémie FORRAT-JAIME, titulaire
M. Baptiste BONDU, suppléant

Ministère des Armées

M. Gilles BOIDEVEZI, titulaire
M. Bertrand DRESCHER, suppléant

Ministère chargé de l'industrie

Mme Laurence MEGARD, titulaire
M. Hugues de FRANCLIEU, suppléant

Ministère de l'Économie, des Finances et de la Relance

Mme Isabelle THIRION, titulaire
M. Colin THOMAS, suppléant

Ministère de la Transition écologique

Mme Fabienne RICARD, titulaire
Mme Isabelle TERRIER, suppléante

En raison de leur compétence dans
les domaines d'intervention de l'Institut

Mme Françoise GAILL
M. Julien LAMOTHE
M. Frédéric MONCANY DE SAINT-AIGNAN.

Au titre des ressources vivantes

Mme Elsa CORTIJO
Mme Valérie VERDIER

Représentants élus du personnel de l'Ifremer

CFDT

Mme Catherine TREGUIER
M. Loïc LE DEAN
Mme Marie-Anne CAMBON BONAVITA
M. Abdellah BENABDELMOUNA

CGT

M. Eric ABADIE
Mme Carla SCALABRIN
M. Jean-Michel SCHRAMM

Membres avec voix consultative

Commissaire du gouvernement
Vincent MOTYKA

Secrétaire général de la mer

Denis ROBIN
Patrick AUGIER, suppléant

Contrôle général économique et financier

Philippe DEBET

Ministère des Outre-mer

Camille SERVETTO

Président du comité scientifique de l'Ifremer

Patrick LANDAIS

Agent comptable principal de l'Ifremer

Didier JAOUEN

Comité scientifique

Sollicité sur les programmes scientifiques et technologiques de l'Institut, le comité scientifique s'est concentré en 2022 sur l'évaluation par le Hcéres, le lancement de la chaire bleue à Nantes et la préparation de l'élaboration du prochain contrat d'objectifs, de moyens et de performance.

En conformité avec sa mission, le comité scientifique a accompagné l'Ifremer tout au long de l'année 2022, dans le cadre de trois séances ordinaires (mars, juin, novembre) et de groupes de travail qui ont émis des avis et recommandations sur un certain nombre de thématiques.

Le comité est ainsi intervenu à plusieurs étapes du bilan d'auto-évaluation de l'Ifremer qui a été remis au Haut Conseil d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres). Il a semblé essentiel que le comité soit sollicité pour accompagner ce regard quinquennal (2016-2020) dédié à l'évaluation des réalisations et à l'identification des pistes d'amélioration.

L'année 2022 a également été marquée par la mise en place de la première chaire bleue basée à Nantes qui portera, sur une durée de cinq ans, un projet de recherche autour de la thématique « Contaminants, Mer et Santé ». Le comité scientifique a suivi l'ensemble du processus de mise en œuvre de la chaire, de la construction du sujet jusqu'au recrutement du candidat. Un retour d'expérience a été formulé et analysé conjointement avec l'ensemble du comité.

D'autre part, pour assister au mieux l'Institut dans la mise en œuvre du prochain contrat d'objectifs, de moyens et de performance (COMP), le comité scientifique a apporté son expertise sur des thématiques à forts enjeux, comme le Carnot MERS, le Programme prioritaire de recherche Océan-Climat ou le Programme et équipement prioritaires de recherche sur les grands fonds marins, en veillant à formuler des recommandations constructives.

De manière générale, le comité reste enclin à écouter les candidates et candidats à des projets européens (ERC) et à transmettre toute remarque qui pourrait être enrichissante tant pour le porteur du projet que pour l'Ifremer.

Composition du Comité scientifique

Président

Patrick LANDAIS

Membres nommés par arrêté

Denis ALLEMAND
Anne BEAUVAL
Gérard BLANCHARD
Chris BOWLER
Pascale BRACONNOT
Annie CUDENNEC
Jean-François GHIGLIONE
Anne-Marie GUE
Gonéri LE COZANNET
Edwige QUILLET
Hervé ROQUET
Frédérique VIARD

Membres représentants du personnel de l'Ifremer

Jean-François PEPIN ;
suppléante Marie-Anne CAMBON BONAVITA

Caroline MONTAGNANI ;
suppléant Christophe DESBOIS

Julien NORMAND ;
suppléant Ricardo DA SILVA JACINTO

Invités permanents

Nicolas ARNAUD
Didier GASCUEL
François LALLIER
Frédéric MENARD
Sylvie REBUFFAT

Comité Éthique en Commun

Rebaptisé « Éthique en commun », le comité s'est doté d'un site web dédié, a organisé une journée d'échanges en hommage à Axel Kahn, et a poursuivi son travail de réflexion sur plusieurs sujets relatifs aux besoins humains, aux ressources naturelles et à la préservation de la biosphère.

L'Ifremer a rejoint en 2016 le Comité d'éthique commun à l'Institut national de recherche pour l'agriculture (Inra, devenu Inrae) et au centre de coopération internationale en recherche agronomique (Cirad), qui est devenu fin 2019, avec l'intégration de l'Institut de recherche pour le développement (IRD), le comité consultatif commun Inrae-Cirad-Ifremer-IRD.

Ce comité offre aux quatre organismes un cadre indépendant de réflexion portant sur les conséquences éthiques et sociétales que peuvent avoir leurs activités de recherche.

Après la disparition brutale en juillet 2021 d'Axel Kahn, qui avait entamé quelques mois plus tôt son second mandat à la présidence du comité, Michel Badré et Bernadette Bensaude-Vincent ont été nommés en novembre 2021 respectivement président et vice-présidente du comité d'éthique. Tous deux se sont employés à poursuivre l'impulsion qu'Axel Kahn avait souhaité donner au comité : être davantage à l'écoute des attentes et interrogations éthiques des personnels des quatre organismes de recherche et partager plus largement les avis du comité auprès du grand public pour nourrir les réflexions sur des sujets majeurs pour la société. C'est ainsi qu'en 2022, le comité, rebaptisé Éthique en Commun Inrae-Cirad-Ifremer-IRD, s'est doté d'un nouveau site web dédié, par lequel les personnels des organismes peuvent échanger avec ses membres et sa présidence, et consulter les différents avis rendus. En plus de ces échanges par internet dorénavant facilités, les membres du comité Éthique en Commun ont participé le 23 septembre 2022, avec les présidentes et présidents des quatre organismes de recherche et des personnalités scientifiques invitées, à une journée organisée à Paris en hommage à Axel Kahn. Rassemblant environ 140 participants en présentiel ou à distance, cet événement a été l'occasion d'animer les réflexions sur les dimensions éthiques des activités scientifiques au service de la société, et de faire vivre les échanges entre membres du comité et scientifiques des organismes.

En 2022, le comité Éthique en Commun a rendu deux nouveaux avis, en lien avec les besoins humains, les ressources naturelles et la préservation de la biosphère : l'un porte sur la pollution et les usages concurrentiels de l'eau, l'autre sur les pratiques agricoles et la qualité des sols. Le comité a également démarré une réflexion autour d'un nouveau sujet de saisine portant sur l'exploration, l'exploitation et la préservation des milieux inconnus et très faiblement anthropisés. Les grands fonds marins vont être au cœur de cette saisine.

Enfin, l'Ifremer a fait une réponse aux avis n°11 et 12 sur l'édition des génomes animal et végétal, qui est accessible sur le site intranet de l'Institut.

Composition du comité d'éthique commun

Michel BADRÉ, président du Comité.
Bernadette BENSAUDE-VINCENT, vice-présidente du Comité.
Madeleine AKRICH
Catherine BOYEN
Bernard BRET
Denis COUVET
Mireille DOSSO
Mark HUNYADI
Paula MARTINHO DA SILVA
Marie-Geneviève PINSART
Pere PUIGDOMENECH
Ricardo SERRÃO SANTOS
Youba SOKONA
Laurent THÉVENOT



Comité des parties prenantes

Pour sa première année d'activité, le comité s'est interrogé sur les possibilités de développer la recherche participative et d'associer plus étroitement certaines parties prenantes au processus de recherche.

La création du comité des parties prenantes (CPP) s'inscrit dans un mouvement global de rapprochement entre le monde de la recherche et la société. Cette priorité stratégique de l'Institut a été formalisée par la signature, en 2020, d'une « charte d'ouverture à la société » engageant 7 autres établissements de recherche et d'expertise. Le CPP constitue un outil au service d'un dialogue régulier et approfondi avec la société civile, au-delà des parties prenantes déjà impliquées.

Pour une meilleure appréhension des enjeux sociétaux et des activités de l'Ifremer, les 23 membres de cette nouvelle instance sont partis à la rencontre des parties prenantes et des collaborateurs de l'Institut. En 2022, pour leurs premières séances de travail, ils ont organisé leurs réunions plénières dans différents sites Ifremer et dans le cadre du salon de la conchyliculture à Vannes.

À l'occasion de la première rencontre, le comité a initié une discussion sur les résultats de l'enquête *Starfish 2030* (consultation des citoyens européens sur l'avenir de l'océan et du système aquatique). L'objectif était d'évaluer la pertinence de ce type de dialogue avec la société et la possibilité de traduire les attentes citoyennes exprimées dans les activités de l'Ifremer. Le fort taux de réponse, attestant de la capacité de mobilisation du public sur ces sujets, en fait une expérimentation très intéressante. Pouvons-nous inscrire ce type d'enquête dans le temps ? Peut-elle servir à la fois de baromètre et de vecteur de communication, pour suivre l'évolution des connaissances des populations et l'efficacité de certaines actions ? Le comité a émis plusieurs recommandations. Il conseille de définir des populations cibles avec lesquelles organiser le dialogue, en s'appuyant sur des réseaux non uniquement socioprofessionnels. Il recommande également de travailler, en lien avec les chercheurs, au déploiement d'une méthodologie de mise en œuvre de la recherche participative et de mener une réflexion sur l'opportunité d'associer les parties prenantes à chacune des étapes du processus de recherche.

Dans le cadre d'une saisine, le comité s'est également interrogé sur la position attendue d'un organisme scientifique et technique tel que l'Ifremer dans la mise en œuvre des directives marines européennes, notamment la directive-cadre « stratégie pour le milieu marin ». Un groupe de travail a été constitué et a procédé à une série d'auditions auprès des parties prenantes impliquées dans la mise en œuvre de cette directive. Une délibération collective a été rendue en juillet, éclairant l'Ifremer sur les implications générales de cette directive et formulant des recommandations : appropriation par les parties prenantes des travaux découlant de la directive, pratiques en matière d'expertise, besoin de conforter les démarches de transfert de connaissances, d'accès et de valorisation des données. Le comité a enfin souligné le besoin de renforcer l'organisation de l'Institut concernant l'évaluation et la surveillance en appui aux politiques publiques.

En septembre, répondant à une autre saisine, un nouveau groupe de travail s'est constitué pour traiter la question : « Quelle recherche attendue pour le développement d'une aquaculture marine durable et innovante : enjeux et attentes des parties prenantes ». Le comité transmettra sa réponse à la fin du premier semestre 2023.

Composition du CPP

Co-présidents

Geneviève PONS
Sébastien TREYER

Collège des associations et ONG

Laurent DEBAS
Raphaëla LE GOUVELLO
Céline LIRET
Jean-Yves PIRIOU
Christophe SIRUGUE

Collège des entreprises et artisans du monde maritime

Laurent CASTAING
Anne GUILLAUMIN GAUTHIER
Sarah LELONG
Alexandre LUCZKIEWICZ
Stéphane Alain RIOU

Collège des travailleurs du maritime

Thierry LE GUEVEL
Marie-Noëlle TINE DYEYRE

Collège des élus et représentants des territoires

Gil BERNARDI
François GATEL
Michel GOURTAY
Stéphane HAUSSOULIER
Gaël LE MEUR
Patricia TELLE

Collège des citoyens engagés

Marion BOURHIS
David GUILLERME
Simon RONDEAU

Comité social et économique central (CSE-C)

Anne Boisseaux, secrétaire élue du Comité Social et Economique Central (CSE-C). © Ifremer



Le CSE-C est une instance de représentation du personnel qui examine le fonctionnement et l'évolution générale de l'Ifremer et de Genavir en émettant des avis sur sa gestion et ses orientations. Anne Boisseaux, sa secrétaire élue, rappelle l'organisation et les missions de cette instance, son rôle en matière d'échange avec la direction, et les avis formulés en 2022.

Pourriez-vous présenter le CSE-C, son rôle et son organisation ?

Le CSE Central, comme son nom l'indique, s'occupe de l'unité économique et sociale (UES) Ifremer-Genavir, c'est à dire des sujets globaux qui concernent l'ensemble des établissements. Il est composé d'élus issus de chacun des CSE d'établissement et du comité d'entreprise (CE) Pacifique. Il comporte 20 sièges titulaires et 20 sièges suppléants répartis au prorata des effectifs des établissements.

Le PDG de l'Ifremer préside le CSE-C qui se réunit de manière statutaire trois fois par an, mais peut être amené à siéger de manière extraordinaire à la demande de la direction ou des élus. Son rôle est d'émettre des avis sur la marche de l'UES Ifremer-Genavir, reflétant les préoccupations du personnel.

Quels sont les sujets traités par le CSE-C ?

Le CSE-C examine la situation économique et financière, les orientations stratégiques et différents sujets intéressant les salariés. Des commissions spécialisées (économique, formation, égalité professionnelle, logement, santé et prévoyance) s'occupent de préparer les délibérations du CSE-C sur la politique sociale de l'entreprise, les actions en matière de formation et d'emploi, les choix de prestataires en santé-prévoyance, la gestion du 1 % logement, etc. Une commission centrale « santé, sécurité et conditions de travail » (CSSCT-C), émanation des CSSCT propres à chaque établissement, intervient pour sa part sur des sujets transverses.

Pour rédiger ses avis sur la situation économique et financière, le CSE-C se fait accompagner par un cabinet d'expert-comptable qui analyse les comptes Ifremer-Genavir. Le CSE-C emploie trois salariés qui gèrent en particulier le dispositif de bourses vacances. En 2022, 839 dossiers ont été traités au bénéfice de 1 600 enfants, l'ensemble représentant un montant de 465 000 €. La totalité des dotations (tous CSE confondus) s'élevait à 1,3 M€ en 2022.

S'il permet de faire remonter les préoccupations des salariés auprès de la direction, le CSE-C a également pour mission d'informer l'ensemble du personnel. Chaque réunion fait l'objet d'un procès-verbal qui est validé par l'ensemble de ses membres. Les délais de rédaction et de validation de celui-ci étant longs, une brève est rédigée à l'issue de chaque réunion, puis communiquée à l'ensemble du personnel.

Quels sont les principaux avis émis en 2022 ?

Les élus ont reconnu que la situation financière était saine et que le pilotage budgétaire se renforçait d'année en année. Malgré cela, ils ont exprimé leur inquiétude vis-à-vis du résultat déficitaire de 2021 (-2,8 M€) et du budget 2022 (voté à -5,1 M€). L'insuffisance des financements risque de contrarier la croissance de l'emploi. Ils estiment l'avenir très incertain quant au financement de la masse salariale et au maintien des effectifs. Ils considèrent en outre que le fort recours à l'emploi temporaire (21,2 % de l'emploi total) a atteint ses limites. Ils ont toutefois signalé certains points positifs, comme l'amélioration des processus de recrutement à l'Ifremer et l'augmentation des embauches au sein de Genavir.

Dans le domaine des orientations stratégiques, les élus rejoignent certaines des conclusions du rapport d'évaluation publié par le Haut Conseil d'évaluation de la recherche et de l'enseignement supérieur (Hcéres). Ils retiennent ainsi la reconnaissance des compétences et la bonne image de l'Ifremer, à l'international comme dans le monde maritime français, mais soulignent le décalage entre ses ambitions et ses moyens. Le CSE-C a exprimé différentes recommandations visant à équilibrer ressources et dépenses. Il invite également à mieux définir la stratégie de partenariat et le rôle de l'Ifremer-Genavir dans le système national de Recherche et d'Innovation, idéalement dans une démarche de coconstruction.

Le bureau du CSE-C

Secrétaire	Anne BOISSEAUX
Trésorière	Marine SALAÛN
Secrétaire-adjoint	Fabrice GUÉGAN
Trésorière-adjointe	Sandrine BONNETOT

Les élus du CSE-C

Centres

Titulaires	Michel BOUTBIEN	CFDT
	Jean-Bernard DONOU	CFDT
	Fabrice GUÉGAN	CFDT
Suppléants	Christine DUBREUIL	CFDT
	Sylvie LE GUEN	CFDT
	Stéphane GUIOMAR	CFDT

Bretagne

Titulaires	Yannick PÉRON	CGT
	Emmanuel RINNERT	CFDT
	Marine SALAÛN-GRALL	CFDT
	Sylvie VAN ISEGHEM	CFDT
Suppléants	Anne BOISSEAUX	CFDT
	Laure QUINTRIC	CFDT
	Gilles CAVAREC	CFDT
	Lucile DURAND	CFDT
	Rémi MONGRUEL	CGT
	Anne BOIRON-LEROY	CFDT

Atlantique

Titulaires	Sandrine BONNETOT	CFDT
	Morgan LE MOIGNE	CGT
	Audrey FOURNIER	CFDT
Suppléants	Erwann MANAC'H	CFDT
	Véronique VERREZ-BAGNIS	CFDT
	Patrick CHEILAN	CFDT

Méditerranée

Titulaires	Jibril DIFALLAH	CFDT
	Patrice LUBIN	CFDT
Suppléants	Rémi SUDA	CFDT
	Élodie TORNATO	CFDT

Manche Mer-du-Nord

Titulaires	Frank JACQUELINE	CGT
	Julien NORMAND	CGT
Suppléants	Vincent DUQUESNE	CGT
	Wilfried LOUIS	CGT

Tahiti / Nouvelle-Calédonie

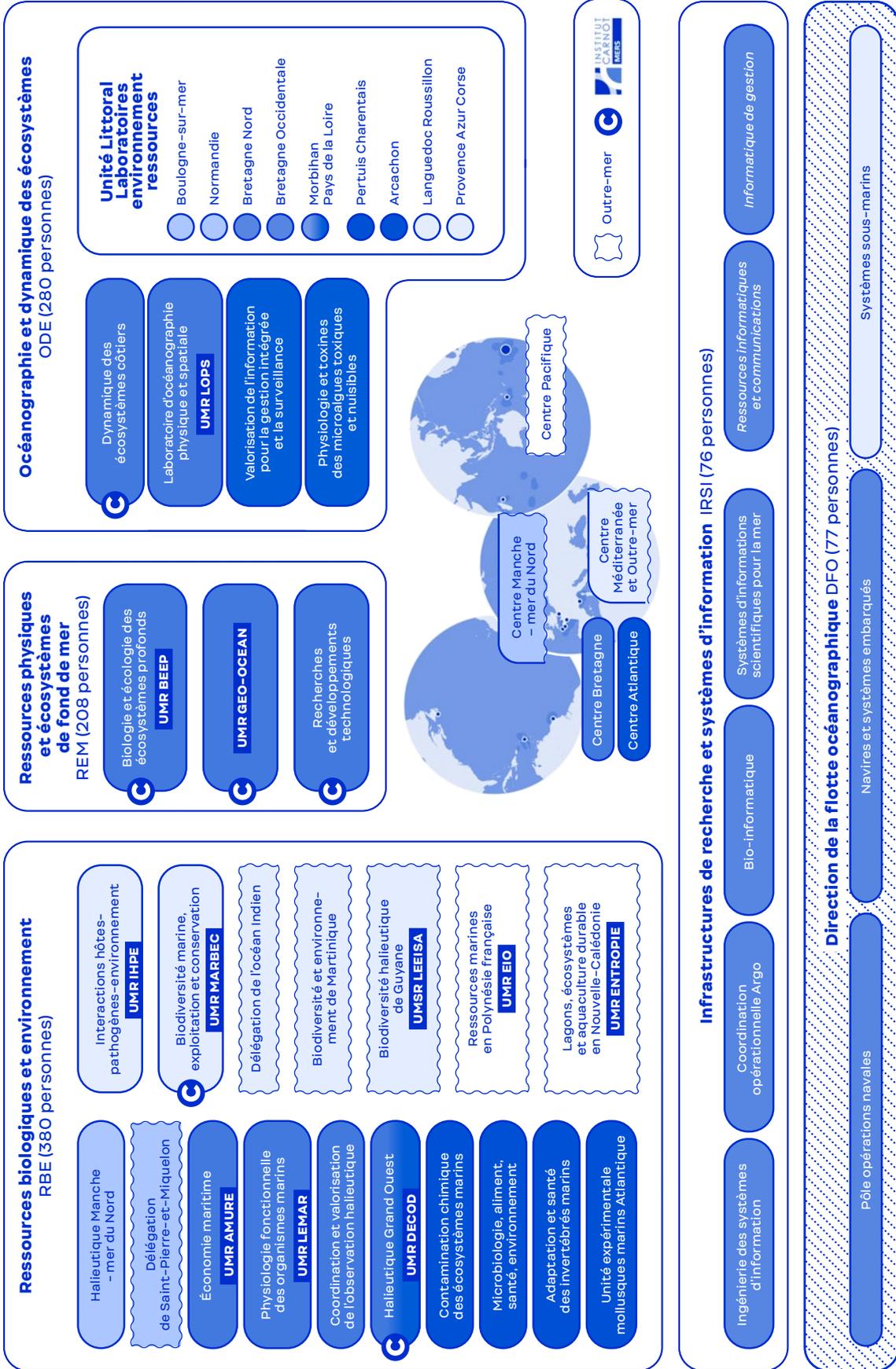
Titulaires	Dominique PHAM	Usoenc/CFDT
	Loïc PRIEUR	ATia Mua/CFDT
	Philippe SCHNEIDER	CGT
Suppléants	Hermann AURENTZ	ATia Mua/CFDT
	José HERLIN	Usoenc/CFDT
	Pascal DELPIERRE	CGT

Genavir Marins Navigants

Titulaires	José REBELO	CGT
	Brice CELERIER	CGT
Suppléants	Madjid BOUAYAD-AGHA	CGT
	Pierre SAMUEL	CGT

Organisation des unités de recherche et d'appui à la recherche

Organisation des services et unités de recherche scientifiques et technologiques de l'Ifremer au sein des quatre départements scientifiques – Au 2 juin 2023



Organisation générale au 1^{er} juillet 2023

Fonctionnaire sécurité & défense
Vincent Rigaud

**Déléguée à la déontologie
et à l'intégrité scientifique**
Marianne Alunno-Bruscia

**Délégué à la protection des données
(RGPD) Mission DD & RSE**
Jean-Marc Siquin

**Coordinatrice nationale
qualité-sécurité**
Marie-Laure Chao

François Houllier
**Président directeur
général**

Patrick Vincent
**Directeur général
délégué**

Agence comptable
Didier Jaouen



Éric Derrien
(directeur général)



Jean-Marc Daniel
(directeur)

**5 centres
dans les trois
grands océans**

**Manche –
Mer du Nord**
Benoist Hitier
(par interim)

Bretagne
Valérie
Mazauric

Atlantique
Yvan
Guiton

Méditerranée
Vincent
Rigaud

Pacifique
Philippe
Moal

Direction scientifique
Chantal Compère

**Coordination
de l'expertise en appui
aux politiques publiques**
Olivier Le Pivert

**Direction du partenariat
et du transfert pour
l'innovation**
Romain Charraudeau

**Département
ressources
biologiques
et environnement**
Tristan Renault
• 16 unités

**Département
ressources
physiques
et écosystèmes
de fond de mer**
Jean-Marc Daniel
• 3 unités

**Département
océanographie
et dynamique
des écosystèmes**
Philippe Riou
• 3 unités & 1 service

Département Infrastructures de recherche et systèmes d'information
Gilbert Maudire • 6 unités & services

Direction de la Flotte océanographique
Olivier Lefort • 2 unités & 1 service

**Direction
des affaires
européennes et
internationales**
Natalia Martin
Palenzuela

**Direction de
la communication
et des relations
institutionnelles**
Géraldine
Guillevic

**Direction
des ressources
humaines**
Elisabeth Etcheverry
(par interim)

**Direction
administrative,
juridique
et financière**
Laurent Couret

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.

Écriture Éric Robert
— Dire l'Entreprise

Maquette graphique
Jérémy Barrault

Impression
Media Graphic



