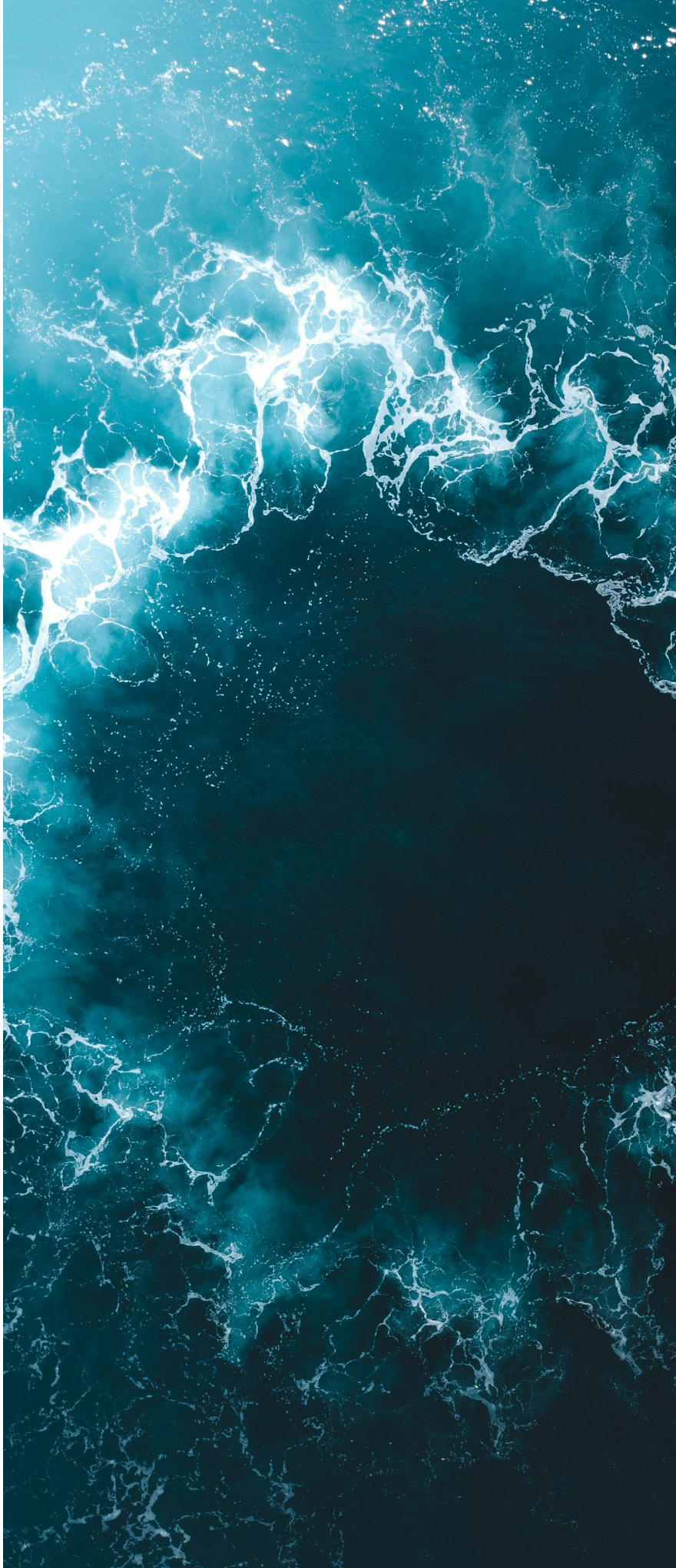


20 24

RAPPORT D'ACTIVITÉ

L'INSTITUT CARNOT MERS,
LA RENCONTRE
DE LA RECHERCHE
PUBLIQUE ET
DE L'ENTREPRISE
AU SERVICE
DES OCÉANS





Innover, la clé d'un avenir durable face aux défis industriels, climatiques et environnementaux

Depuis sa création en 2020, le Carnot MERS a accompagné une période de profondes transformations. La pandémie de Covid-19, la guerre en Ukraine et, plus largement, le contexte géopolitique ont mis en évidence la nécessité de renforcer la souveraineté industrielle et technologique, en s'appuyant sur des savoir-faire solides et des chaînes de production fiables.

Dans le même temps, la science alerte avec constance sur l'accélération du changement climatique et l'érosion de la biodiversité, dont les conséquences, déjà visibles, vont s'intensifier.

Répondre à ces défis suppose d'innover pour conjuguer deux impératifs : consolider notre autonomie industrielle et technologique, tout en intégrant pleinement les enjeux environnementaux. La mer est au cœur de cette dynamique : régulateur du climat, source d'énergies renouvelables, espace logistique vital, mais aussi écosystème fragile à protéger.

Le Carnot MERS a pour rôle de fédérer et d'articuler des compétences diversifiées – scientifiques, technologiques et environnementales – afin d'accompagner l'industrie maritime dans la création de solutions à la fois durables et compétitives. Notre mission est de co-développer avec les entreprises des innovations centrées sur l'océan, qui permettent de croître durablement tout en

respectant les limites planétaires, et de renforcer ainsi l'autonomie et la résilience de l'Europe. Dans un contexte de transitions rapides et profondes, ces collaborations sont essentielles. Les entreprises attendent de nous des expertises solides et réactives, qu'il s'agisse d'intelligence artificielle, de dronisation ou de connaissance du milieu marin. Après une période ralentie par la pandémie, nous retrouvons aujourd'hui une dynamique forte, matérialisée par des programmes structurants et des accords de long terme avec les acteurs industriels du maritime.

Dans les années à venir, nous poursuivrons notre mission au service de l'innovation en mer. Nous continuerons pour cela à ressourcer scientifiquement nos unités de recherche, à renforcer nos coopérations entre laboratoires et à élargir notre offre de R&D, pour anticiper les besoins des entreprises et des marchés. Notre objectif est clair : mettre l'innovation scientifique et technologique au service de la transition écologique et de la préservation de l'océan, tout en contribuant à la compétitivité et à la résilience de l'Europe.

Car c'est ensemble – chercheurs, entreprises, partenaires publics et privés – que nous pourrions relever les défis climatiques, économiques et stratégiques et faire de l'innovation un levier durable pour notre avenir et celui de la planète.

Frédéric MESLIN

Directeur de l'Institut Carnot MERS

Romain CHARRAUDEAU

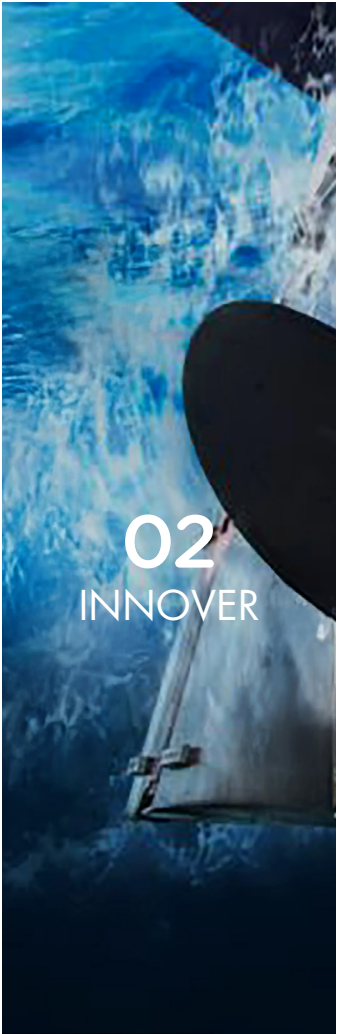
Directeur délégué de l'Institut Carnot MERS

LABORATOIRES PUBLICS ET INDUSTRIE MARITIME : UN TANDEM INDISPENSABLE POUR NAVIGUER VERS L'INNOVATION.



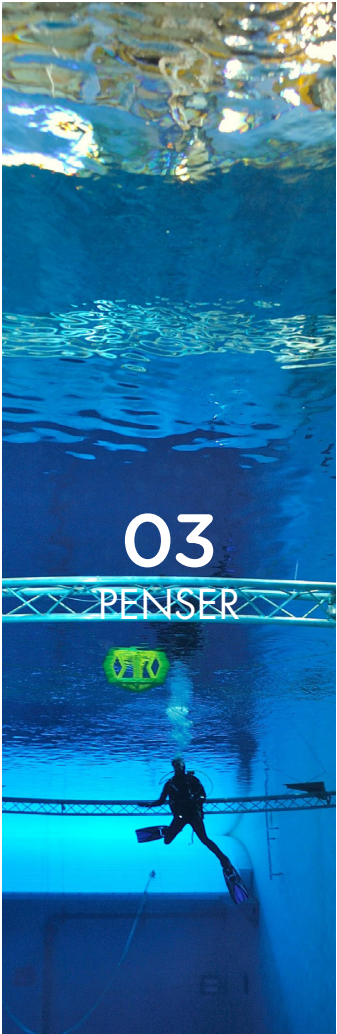
01
AGIR

- 08 ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT ET L'INNOVATION DANS LE SECTEUR MARITIME
- 10 DES ÉQUIPEMENTS DE POINTE
- 12 DES ÉQUIPES COMPLÉMENTAIRES POUR RÉPONDRE AUX MULTIPLES ENJEUX
- 13 CHIFFRES CLÉS
- 14 LES ACTEURS DU CARNOT MERS
- 16 TEMPS FORTS



02
INNOVER

- 20 UN LABORATOIRE COMMUN AVEC NAVAL GROUP POUR RÉPONDRE AUX DÉFIS DE L'INDUSTRIE MARITIME
- 24 UNE NAGEOIRE DE BALEINE POUR RÉDUIRE LA CONSOMMATION DE CARBURANT DES NAVIRES
- 25 OPTIMISER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES MOTEURS INDUSTRIELS
- 26 L'IA AU SERVICE DU ROUTAGE MARITIME
- 27 UN PLANEUR SOUS-MARIN POUR EXPLORER LES PROFONDEURS DE MAYOTTE



03
PENSER

- 30 LAURÉATS APPEL À PROJETS 2024
- 31 PROJETS ECOGECO, ECOSYSTÈMES BENTHIQUES PROFONDS, SCANCAD, AMARSMER, SAWASP, CHIMIATA, CIRC_ALU
- 32 PROJETS DOSMAR, PERCOMA, PILOTE, STÉRÉONUM, TCHACADO, VELIK, EDNACLOCK, OVULOTAG

RESEAUX

01

EN RÉUNISSANT
AU SEIN D'UN MÊME
RÉSEAU LES ACTEURS
DE LA RECHERCHE
ET LES ENTREPRISES
DANS LES ACTIVITÉS
MARITIMES, L'INSTITUT
CARNOT MERS
IMPULSE UNE RÉELLE
DYNAMIQUE.

ACCOMPAGNER LE DÉVELOPPEMENT ET L'INNOVATION DANS LE SECTEUR MARITIME

LES ENJEUX D'UN SECTEUR EN PLEINE TRANSITION

En 2024, le secteur maritime français comptabilisait 188 426 emplois directs hors tourisme*. Les filières traditionnelles, regroupant la pêche, l'industrie navale et nautique et le transport maritime, représentent encore aujourd'hui la majorité de l'activité et de l'emploi de l'économie maritime (hors tourisme), et sont soumises à une forte concurrence internationale. Les filières émergentes, où l'on retrouve notamment l'aquaculture, la biotechnologie et les énergies renouvelables, se développent en réponse aux besoins nouveaux liés aux changements des économies modernes, en particulier la transition écologique. Du côté des filières transverses (infrastructures portuaires et restauration des écosystèmes), elles sont appelées à jouer un rôle pivot dans les grands défis de demain.

Avec un monde en pleine transition (ressources énergétiques, surpêche, urbanisme côtier, contexte géopolitique, etc.) et des normes internationales, européennes et nationales toujours plus strictes, notamment en matière de sécurité et d'environnement, ces filières n'ont d'autre choix que de se réinventer pour rester compétitives. La stratégie bas-carbone, instaurée par la France par exemple, a pour objectif de réduire de 40 % l'intensité carbone des navires d'ici 2030**. Un défi majeur pour le secteur de la décarbonation maritime, qui amène les industriels à investir toujours plus dans l'innovation.

*Chiffres clés de la mer et du littoral, édition 2024, ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.
** Conformément à la Stratégie de l'OMI de 2023 concernant les gaz à effet de serre.

SOUTENIR LE DÉVELOPPEMENT DE LA RECHERCHE

DANS CE CONTEXTE, L'INSTITUT CARNOT MERS VIENT APPORTER DES SOLUTIONS AUX ACTEURS ÉCONOMIQUES DE CES FILIÈRES, À TRAVERS LE DÉVELOPPEMENT ET LE SOUTIEN DE LA RECHERCHE PARTENARIALE.

C'est-à-dire la conduite de travaux de recherche menés par des laboratoires publics, en partenariat avec des industriels, des entreprises. S'appuyant sur un socle de compétences fortes, il déploie son offre d'accompagnement en réponse aux trois défis majeurs auxquels sont confrontées les activités maritimes :

AXE « SAFE »

Rendre les activités maritimes plus résilientes

Les activités en mer sont exposées à des contraintes sévères. Le Carnot MERS a vocation à évaluer et à limiter les risques spécifiques auxquels sont exposés les équipements et les infrastructures en milieu marin, afin de réduire leur vulnérabilité et fiabiliser leur exploitation.

AXE « SMART »

Accompagner la transformation numérique pour des filières plus efficaces

Comme l'ensemble des secteurs, l'économie maritime s'appuie de façon croissante sur les outils numériques de recueil, de transmission et d'analyse des données, afin de renforcer sa compétitivité. Le Carnot MERS dispose dans ce domaine d'un vaste panel de compétences, mobilisables tout au long de la chaîne de valeur.

AXE « SUSTAINABLE »

Engager les activités en mer vers un modèle plus soutenable et responsable

L'impératif écologique et climatique s'impose aujourd'hui comme un défi majeur pour l'ensemble de l'économie maritime. Le Carnot MERS est en capacité d'intervenir à chaque étape du cycle de vie des activités maritimes, depuis l'exploration de ressources alternatives jusqu'à la gestion de fin de vie des structures, par exemple, contribuant ainsi à la décarbonation des filières.

LE LABEL CARNOT

Le label Carnot est attribué par le ministère chargé de l'Enseignement supérieur et de la Recherche à des structures de recherche publique sélectionnées. L'objectif est de développer une relation partenariale garante d'excellence scientifique et de qualité pour mener des travaux de recherche qui répondent au mieux aux besoins des acteurs socio-économiques et à ceux de la société.

LE RÉSEAU DES CARNOT

Une structure de coordination opérationnelle au service des 39 instituts Carnot. L'Association des Instituts Carnot, en contact permanent avec ses 39 instituts membres, facilite le travail en réseau et les échanges entre instituts Carnot, en particulier en favorisant le partage de bonnes pratiques pour toujours plus de professionnalisme dans la recherche partenariale.

DES ÉQUIPEMENTS DE POINTE

LES UNITÉS DE RECHERCHE LABELISÉES CARNOT MERS DISPOSENT DE PLATEFORMES ET MOYENS D'ESSAIS PERMETTANT DE RÉPONDRE AUX BESOINS D'INNOVATION DU SECTEUR DE L'INDUSTRIE MARITIME.

Au total, ce ne sont pas moins de 21 plateformes et moyens d'essais :

- 2

plateformes d'essais en mer
- 5

bassins expérimentaux
- 7

infrastructures pour les ressources vivantes
- 1

pôle de spectrométrie
- 3

calculateurs et portails de données
- 3

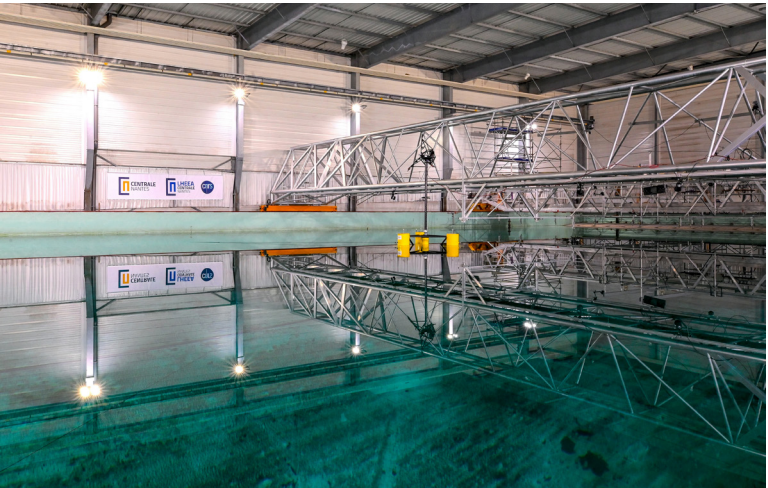
infrastructures d'observation des océans



Sainte-Anne du Portzic

Ifremer – Plouzané

Cette station d'essais en mer *in situ* unique accueille des prototypes d'équipements innovants, notamment pour les énergies marines renouvelables, en se rapprochant des conditions réelles d'utilisation en mer.



Bassin de houle

Centrale Nantes

Par sa taille et sa capacité, ce moyen d'essai pour l'hydrodynamique et le génie océanique est unique au niveau académique en France.

Plateforme expérimentale marine

Ifremer – Palavas

Les recherches menées sur cette plateforme exceptionnelle en Europe portent sur la biodiversité marine. Les scientifiques s'intéressent à la conservation et à l'exploitation de cette biodiversité, en particulier pour une aquaculture et une pêche durables.



Plateforme de fabrication additive et biofabrication

Centrale Nantes

Plateforme réunissant plusieurs procédés de fabrication tels que la fabrication additive (impression 3D), l'usinage, le formage, le soudage ou encore le *bioprinting*.



LES ACTEURS DU CARNOT MERS

LES MEMBRES FONDATEURS



IFREMER

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE
ENTIÈREMENT DÉDIÉ
À LA CONNAISSANCE DE L'Océan

Des profondeurs abyssales jusqu'à la surface, et du littoral jusqu'au grand large, l'Ifremer est l'Institut français de recherche entièrement dédié à la connaissance de l'océan et aux activités qui lui sont liées. Par ses recherches scientifiques et technologiques, ses innovations et ses expertises, l'Ifremer contribue à protéger et à restaurer l'océan, à gérer durablement les ressources et milieux marins, et à partager des données et des informations marines. L'Ifremer s'engage dans des initiatives et programmes scientifiques de portée nationale, européenne et internationale. Ces dernières années ont vu une prise de conscience progressive du rôle essentiel de l'océan. L'Ifremer est, de longue date, aux avant-postes des recherches marines. En rassemblant les savoirs et compétences scientifiques et technologiques sur la biodiversité, les ressources et les milieux marins, sur le fonctionnement, les usages et l'évolution de l'océan, et grâce à ses collaborations et partenariats, l'Institut souhaite inspirer les pouvoirs publics, les entreprises et les citoyens.



CENTRALE NANTES

GRANDE
ÉCOLE
D'INGÉNIEURS
Nantes

Dans la lignée des grandes écoles d'ingénieurs généralistes, Centrale Nantes diplôme des *bachelors*, des ingénieurs, des étudiants de masters et de doctorats, à l'issue de parcours académiques basés sur des développements scientifiques et technologiques de très haut niveau. Au-delà de cette formation réputée, Centrale Nantes s'appuie sur de multiples partenariats industriels et institutionnels forts pour déployer une recherche académique et appliquée au meilleur niveau européen et mondial. Avec des plateformes de recherche allant de la simulation numérique à l'expérimentation sur des prototypes pouvant aller jusqu'à la taille réelle, et un incubateur avec vingt ans d'expérience, l'école dispose d'outils majeurs pour l'innovation et les collaborations avec le monde économique.

LES PARTENAIRES



Université de Nantes :
Nantes, Saint-Nazaire
et La Roche-sur-Yon



Université de Bretagne
Occidentale : Brest,
Quimper et Morlaix



Université Bretagne Sud :
Lorient, Vannes et Pontivy



Centre national
de la recherche
scientifique France

DES ÉQUIPES COMPLÉMENTAIRES POUR RÉPONDRE AUX MULTIPLES ENJEUX

L'ENSEMBLE DES ÉQUIPES DES UNITÉS DE RECHERCHE MOBILISÉES AU SEIN DE L'INSTITUT CARNOT MERS COUVRENT UN SPECTRE DE COMPÉTENCES COMPLÉMENTAIRES, PERMETTANT D'APPORTER DES RÉPONSES AUX GRANDS ENJEUX AUXQUELS SONT CONFRONTÉES LES DIFFÉRENTES FILIÈRES.

Biologie et biotechnologies

Développement durable, santé des espèces aquacoles, bioproduits innovants et recherche médicale.

Écosystèmes et biodiversité marine

Prévention des risques environnementaux, surveillance écologique, évaluation des impacts et restauration des écosystèmes.

Matériaux et structures

Développement de matériaux décarbonés et biosourcés, amélioration de la performance des navires et infrastructures maritimes.

Technologies de fabrication avancées

Génie industriel, automatisation, robotique et fabrication d'outils d'acquisition et de structures marines.

Géosciences marines

Étude des grands fonds marins, cycle sous-sol-gaz-colonne

d'eau, risques côtiers, archives sédimentaires, technologies de surveillance et d'analyses.

Mécanique des fluides

Optimisation des interactions fluide-structure pour l'efficacité énergétique des navires.

Capteurs et instrumentation

Expertise en acoustique, biologie, électronique et traitement du signal pour la compréhension et la surveillance des écosystèmes.

Numérique

Modélisation, intelligence artificielle et systèmes autonomes pour l'optimisation des activités maritimes.

Systèmes énergétiques

Décarbonation de la propulsion, technologies bas-carbone et intégration aux réseaux énergétiques.

Exploitation des activités maritimes

Simulation, test et prédiction des conditions environnementales.

LES UNITÉS DE RECHERCHE LABELISÉES CARNOT MERS

BEEP

BIOLOGIE ET ÉCOLOGIE
DES ÉCOSYSTÈMES MARINS
PROFONDS
UMR 6197

TUTELLES : IFREMER, CNRS ET UBO
Plouzané

DYNECO

DYNAMIQUES
DES ÉCOSYSTÈMES CÔTIERS

TUTELLE : IFREMER
Plouzané

GEM

INSTITUT DE RECHERCHE
EN GÉNIE CIVIL ET MÉCANIQUE
UMR 6183

TUTELLES : CENTRALE NANTES,
NANTES UNIVERSITÉ ET CNRS
Nantes, Saint-Nazaire

GÉO - Océan

GÉOSCIENCES ET ÉCOGESTION
DES MILIEUX MARINS,
CÔTIERS ET LITTORAUX
UMR 6538

TUTELLES : IFREMER, CNRS, UBO ET UBS
Plouzané

HALGO

UNITÉ HALIEUTIQUE
GRAND OUEST

TUTELLE : IFREMER
Brest, Lorient, Nantes

LHEEA

LABORATOIRE DE RECHERCHE EN
HYDRODYNAMIQUE, ÉNERGÉTIQUE
ET ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE
UMR 6598

TUTELLES : CENTRALE NANTES ET CNRS
Nantes

LS2N

LABORATOIRE DES SCIENCES
DU NUMÉRIQUE DE NANTES
UMR 6004

TUTELLES : CENTRALE NANTES, NANTES
UNIVERSITÉ, CNRS, IMT ATLANTIQUE ET INRIA
Nantes

MARBEC

MARINE BIODIVERSITY,
EXPLOITATION AND CONSERVATION

TUTELLES : IFREMER, IRD
Montpellier, Sète, Palavas

RDT

RECHERCHES
ET DÉVELOPPEMENTS
TECHNOLOGIQUES

TUTELLE : IFREMER
Plouzané, Boulogne-sur-Mer

LES COLLABORATIONS ENTRE LABORATOIRES PUBLICS ET INDUSTRIELS OUVRENT LA VOIE À UNE INDUSTRIE MARITIME TOUJOURS PLUS PERFORMANTE ET DURABLE.

EN CHIFFRES PRÉSENTATION

9
UNITÉS
DE RECHERCHE

930
PERSONNELS
DE RECHERCHE,
dont 325 doctorants
& post-doctorants

2
SITES D'ESSAIS
EN MER

5
BASSINS
D'ESSAIS

Chiffres
20
24

16
PROJETS DE RECHERCHE
FINANCÉS
56 depuis 2020

672 K€
FINANCÉS EN PROJETS
DE RECHERCHE
3,6 M€ depuis 2020

4,9 M€
RECETTES
CONTRACTUELLES
26,6 M€ depuis 2020

21
PLATEFORMES
ET MOYENS
D'ESSAIS

LE RÉSEAU DES CARNOT

39
INSTITUTS

595 M€
DE RECHERCHE
CONTRACTUELLE
AVEC LES ENTREPRISES

35 000
PROFESSIONNELS
DE LA RECHERCHE

2024 TEMPS FORTS

JANVIER

EUROMARITIME

Du 30 janvier au 1^{er} février 2024, l'Institut Carnot MERS était présent au salon professionnel de l'industrie maritime au parc Chanot à Marseille. Une édition venant confirmer l'importance d'Euromaritime pour l'Europe du Sud et le bassin méditerranéen.



JUIN

SEANERGY

Carnot MERS était présent à Seanergy, le rendez-vous incontournable des énergies marines renouvelables, les 26 et 27 juin 2024 à Nantes. En collaboration avec l'Institut Carnot ARTS, ils ont pu présenter leurs expertises complémentaires dans le cadre du réseau thématique pour l'économie bleue.



JUILLET

VISITE FRANCE HYDROGÈNE

Le 17 juillet 2024, l'Institut Carnot MERS était aux côtés de Centrale Nantes pour accueillir la délégation France Hydrogène Pays de la Loire. Au programme, visite des laboratoires et moyens d'essais pour renforcer les liens entre le monde industriel et le monde de la recherche publique.



OCTOBRE

VISITE NAVAL GROUP

Le 24 octobre 2024, une équipe de Centrale Nantes représentant l'Institut Carnot MERS a visité le site de Naval Group à Lorient. Cet événement vient renforcer une collaboration historique et stratégique, débutée en 2016 avec la création d'un laboratoire commun entre Naval Group et Centrale Nantes.

NOVEMBRE

WEBINAIRE

Un webinaire a été organisé le 6 novembre 2024 sur le projet de la Chaire MAN Energy Solutions. Lancée en 2018, cette collaboration entre Centrale Nantes et MAN ES a permis de réaliser des avancées dans l'utilisation de carburants alternatifs et l'hybridation des systèmes de propulsion.



OCTOBRE

RENDEZ-VOUS CARNOT

Le 16 octobre 2024, l'équipe du Carnot MERS a eu le plaisir de participer aux Rendez-vous des Carnot, un événement incontournable pour les acteurs de la recherche et de l'innovation. L'opportunité de présenter les compétences des unités labellisées en réponse aux besoins des entreprises au cours de rendez-vous d'affaires qualifiés. Les discussions ont été particulièrement enrichissantes avec des start-ups travaillant sur les défis liés à la montée des eaux notamment.



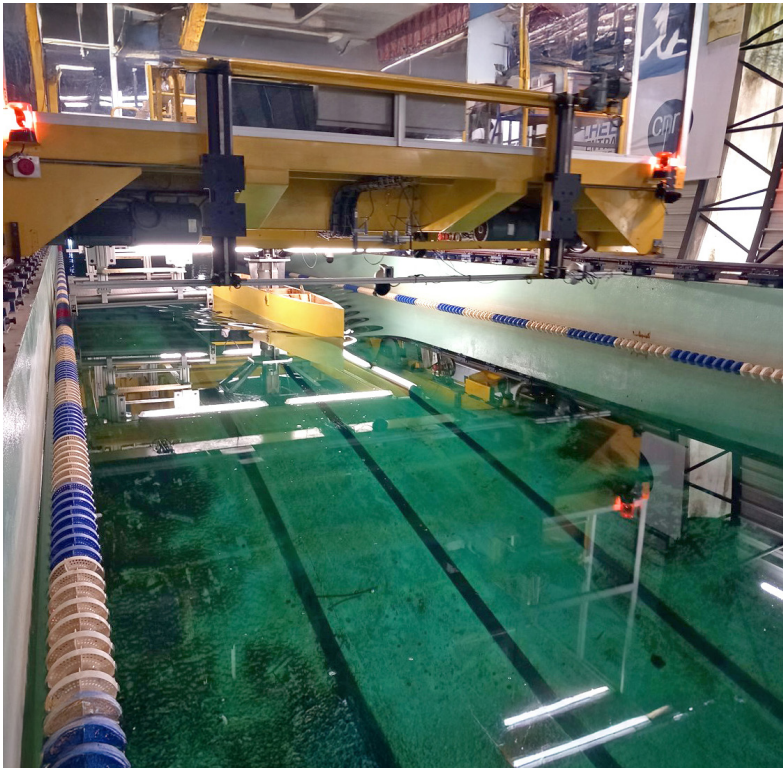
02

AVEC LE SOUTIEN
DE L'INSTITUT CARNOT
MERS, LABORATOIRES
ET CHERCHEURS
TRAVAILLENT EN
COLLABORATION AVEC
DES ENTREPRISES
POUR DÉVELOPPER
LES INNOVATIONS
DE DEMAIN.



UN LABORATOIRE COMMUN AVEC NAVAL GROUP POUR RÉPONDRE AUX DÉFIS DE L'INDUSTRIE MARITIME

LABORATOIRE COMMUN ENTRE LE GROUPE INDUSTRIEL NAVAL GROUP ET CENTRALE NANTES, LE JOINT LABORATORY OF MARINE TECHNOLOGY A ÉTÉ LANCÉ EN 2016. LE PARTENARIAT A ÉTÉ RENOUVELÉ EN 2020, PUIS EN 2024, POUR DES PÉRIODES DE QUATRE ANS. CETTE COLLABORATION MOBILISE LES EXPERTISES CROISÉES DE L'INSTITUT DE RECHERCHE EN GÉNIE CIVIL ET MÉCANIQUE (GEM), DU LABORATOIRE DE RECHERCHE EN HYDRODYNAMIQUE, ÉNERGÉTIQUE ET ENVIRONNEMENT ATMOSPHÉRIQUE (LHEEA), AINSI QUE DES ÉQUIPES DE NAVAL GROUP, AFIN DE RÉPONDRE AUX DÉFIS DE L'INDUSTRIE NAVALE DE DÉFENSE ET DE CONTRIBUER AUX OBJECTIFS NATIONAUX DE SOUVERAINETÉ ET DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE.



LA RECHERCHE EXPÉRIMENTALE AU SERVICE DE L'INDUSTRIE

LE LABORATOIRE COMMUN EST NÉ EN 2016 D'UNE VOLONTÉ DE MUTUALISER LES EXPERTISES POUR MIEUX RÉPONDRE AUX DÉFIS MARITIMES. L'OBJECTIF EST DE MOBILISER CONJOINTEMENT LES COMPÉTENCES ACADÉMIQUES ET INDUSTRIELLES DE CENTRALE NANTES ET DE NAVAL GROUP, AFIN D'ABOUTIR À DES INNOVATIONS QUALIFIÉES POUR LES APPLICATIONS INDUSTRIELLES DE NAVAL GROUP DANS LE DOMAINE DE LA CONSTRUCTION NAVALE MILITAIRE.

Un partenariat construit autour de quatre axes :

- **Hydrodynamique navale avancée :** des solutions pour améliorer le comportement dynamique des navires, la manœuvrabilité et les performances des navires en conditions extrêmes.
- **Fabrication additive :** optimisation des procédés de production pour une productivité accrue.
- **Énergie :** optimisation de la conception des systèmes énergétiques pour développer une flotte à la fois performante et économe en énergie.
- **Simulation numérique :** un *monitoring* précis des structures pour une meilleure fiabilité et durabilité.

DES LABORATOIRES RECONNUS ET DES ÉQUIPEMENTS DE POINTE

L'Institut de recherche en génie civil et mécanique (GeM) et le Laboratoire de recherche en hydrodynamique, énergétique et environnement atmosphérique (LHEEA) sont les deux laboratoires impliqués. Ils bénéficient d'une reconnaissance internationale et s'appuient sur les infrastructures d'exception de Centrale Nantes : les bassins d'essais hydrodynamiques et les bancs moteurs.

TIMELINE

Dans l'axe 1, hydrodynamique navale, l'objectif est de trouver des solutions pour améliorer le comportement dynamique des navires, la manœuvrabilité et les performances des navires en conditions extrêmes. Zoom sur les différentes phases de cette recherche.

PHASE 1 (2016-2020)

Objectif : ventilation d'une hélice de sous-marin en surface.

PHASE 2 (2020-2024)

Objectifs : conception d'un montage d'essais innovant pour tester des appendices en bassin de traction. Fabrication et tests d'un safran académique à l'échelle réelle.

- Développement d'un moyen d'essai original dans le bassin de traction.
- Étude du comportement en manœuvre (écoulements instationnaires, décrochage dynamique).

PHASE 3 (2024-2028)

Objectif : amélioration des connaissances sur le fonctionnement des appendices de contrôle des mouvements, avec pour enjeu d'en améliorer le dimensionnement et l'efficacité.

- Réutilisation et optimisation du dispositif conçu dans la phase 2.
- Préparation d'une campagne expérimentale de juin à septembre 2025 sur une barre à fente (parties fixe et mobile).
- Décrochage dynamique : application de mouvements sur les appendices et mesure des efforts dynamiques.

Vous voulez en apprendre plus sur cette collaboration et ses résultats ? Découvrez un article et des vidéos explicatives sur ce projet :



RECHERCHE & INDUSTRIE : UNE COLLABORATION AUX MULTIPLES BÉNÉFICES

LA RECHERCHE À CENTRALE NANTES EST RECONNUE, ET SES ÉQUIPEMENTS, RECHERCHÉS POUR LES EXPÉRIMENTATIONS. NAVAL GROUP PILOTE UNE FEUILLE DE ROUTE DE R&D VISANT À ACCROÎTRE SON EXPERTISE ET SON SAVOIR-FAIRE EN SIMULATION NUMÉRIQUE, MAIS NE DISPOSE PAS, EN PROPRE, DE CAPACITÉS D'EXPÉRIMENTATION EN BASSIN. C'EST UNE COLLABORATION NATURELLE ET DE LONGUE DATE ENTRE LES DEUX INSTITUTIONS, QUI S'EST CONCRÉTISÉE PAR LA CRÉATION DU LABORATOIRE COMMUN.

Antoine Ducoin, enseignant-chercheur à Centrale Nantes, et Pierre-Emmanuel Guillerm, expert senior en hydrodynamique navale à Naval Group, nous expliquent les intérêts de la collaboration au sein du laboratoire commun, et les bénéfices pour chacun.



Antoine Ducoin
Enseignant-chercheur
à Centrale Nantes

INTERVIEW ANTOINE DUCOIN CENTRALE NANTES

Pourquoi est-ce important pour vous de travailler avec un industriel comme Naval Group ?

Travailler avec Naval Group nous permet de renforcer le lien entre recherche académique et applications concrètes, en inscrivant nos travaux au cœur des enjeux industriels. Cela s'intègre pleinement dans l'ADN de l'école, qui veille à ce que la recherche réponde à de véritables besoins sociétaux. De plus, les modèles expérimentaux, qui occupent une place centrale, représentent un investissement conséquent. Ce laboratoire commun constitue donc un levier essentiel de financement pour la réalisation de ces projets à forte composante expérimentale.

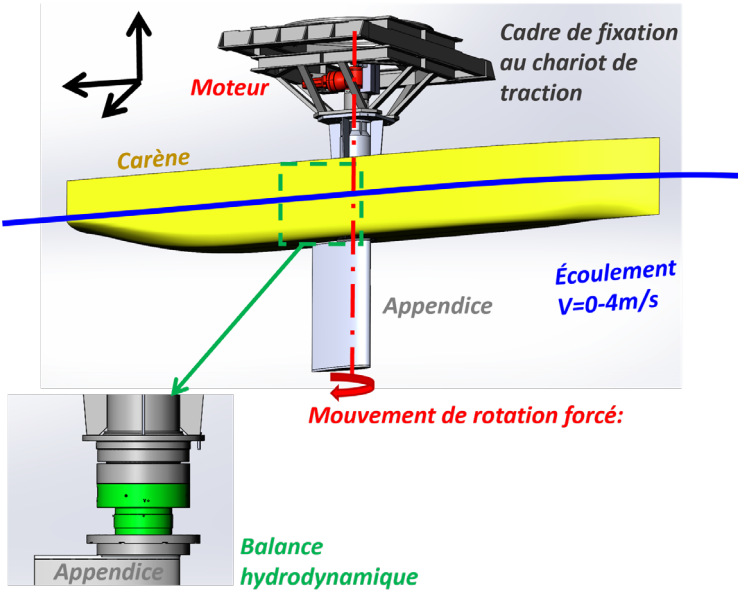
Quels sont les avantages d'un laboratoire commun ?

Cela nous permet de partir d'une problématique donnée par Naval Group pour répondre à un besoin, et de mutualiser nos expertises. Pour cela, nous concevons des modèles expérimentaux spécifiques et mettons en place des essais complexes grâce à nos équipements, tels que le canal de circulation et le bassin de traction. Nous disposons d'installations d'envergure qui nous permettent de travailler à

grande échelle en laboratoire, et de nous rapprocher des dimensions réelles, avec des niveaux de technologie élevés. Ce sont des dispositifs essentiels pour produire des données précises qui serviront à la validation de simulations numériques.

Concrètement, comment fonctionne la collaboration ?

Au début de chaque phase, il y a une période de discussion et de convergence sur une thématique scientifique. Vient ensuite la partie collaboration au sein des équipes (hydrodynamiques dans ce cas), avec des comités de pilotage et le développement de modèles expérimentaux. À la fin de chaque période de quatre ans, une évaluation est réalisée, et nous décidons de la poursuivre ou non. Dans ce cas précis, la phase 3 succède à un long cycle de développement (phase 2). Les résultats seront donc très attendus. La collaboration est vraiment fondée sur une complémentarité : nous avons le savoir-faire et les moyens en hydrodynamique expérimentale et Naval Group nous apporte ses compétences sur la mise en application et la réalisation de simulations numériques de niveau industriel.



INTERVIEW PIERRE-EMMANUEL GUILLERM NAVAL GROUP

Pourquoi Naval Group s'engage-t-il dans un laboratoire commun avec Centrale Nantes ?

La collaboration avec Centrale Nantes constitue un pilier de notre stratégie de R&D. Le laboratoire est reconnu à l'international pour son expertise en hydrodynamique et dispose de moyens d'essais expérimentaux exceptionnels que nous n'avons pas en interne. C'est donc un partenariat très complémentaire. Cela nous permet d'explorer des sujets complexes pour lesquels nos moyens internes sont limités.

Quel est l'apport principal pour Naval Group ?

Nous recourons largement à la simulation numérique dans nos développements, mais, pour être fiable, cette simulation doit être qualifiée. Pour cela, nous avons besoin de

données expérimentales robustes. Le laboratoire commun nous fournit une partie de ces données. Cela permet de mieux comprendre la physique des phénomènes, de concevoir mieux et au juste besoin.

Au-delà de la qualification, cette collaboration vous apporte-t-elle des solutions d'innovation ?

Oui, dans le cadre du laboratoire commun, nous bénéficions également d'un développement des connaissances. Par exemple, lors de la prochaine phase, nous allons travailler sur la prédiction de houle. Cela intervient un peu plus en amont afin de développer des solutions d'ingénierie pour nos navires, et de proposer des innovations. Ainsi, le laboratoire commun nous permet d'accroître nos connaissances sur des sujets spécifiques et de développer nos innovations.



Pierre-Emmanuel Guillerm
Expert senior en hydrodynamique
navale à Naval Group

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

La propriété industrielle protège les innovations. Elle comprend par exemple les brevets, les marques, les dessins et les modèles industriels. Dans les collaborations de recherche, sa gestion est prise en compte dès les premières discussions, afin de clarifier les droits de chacun, de sécuriser les résultats et de faciliter leur valorisation. L'anticiper, c'est garantir une coopération sereine et un meilleur impact économique des travaux menés ensemble. Des outils juridiques adaptés (accords de copropriété, de collaboration ou de licence) permettent la gestion des résultats en toute sécurité. Collaborer avec des partenaires tout en protégeant nos intérêts est non seulement possible, mais aussi stratégique pour innover durablement.



Maître d'œuvre industriel, concepteur et intégrateur d'ensemble des navires armés et des systèmes de combat, Naval Group est un acteur international du naval de défense. Il conçoit, réalise, intègre, maintient en service, démantèle et déconstruit des sous-marins et des navires de surface. Depuis ses dix sites de production en France, tous spécialisés dans un volet clé de la chaîne de valeur du naval de défense, ainsi que depuis ses filiales internationales, Naval Group bâtit pour chaque marine une offre unique de produits et de services. Une offre adaptée à ses besoins propres et aux enjeux locaux. Grâce à l'excellence de ses savoir-faire et à sa passion pour l'innovation, Naval Group construit, de manière responsable, le naval de demain.

UNE NAGEOIRE DE BALEINE POUR RÉDUIRE LA CONSOMMATION DE CARBURANT DES NAVIRES

COLLABORATION ENTRE L'IFREMER ET BLUEFINS

BLUEFINS, *START-UP* BRETONNE SPÉCIALISÉE DANS LA DÉCARBONATION DU TRANSPORT MARITIME, A TRAVAILLÉ CONJOINTEMENT AVEC L'IFREMER POUR DÉVELOPPER UNE SOLUTION COMPLÈTEMENT INNOVANTE, INSPIRÉE DE LA NAGE DES BALEINES.

Les navires de commerce, qu'ils soient destinés au transport de marchandises ou de passagers, ont un impact environnemental conséquent, notamment en raison de leur consommation de carburant. On estime ainsi que le transport maritime représente aujourd'hui 3 % des émissions globales de gaz à effet de serre. C'est pourquoi les acteurs de ce secteur s'engagent dès maintenant pour limiter leur empreinte carbone.

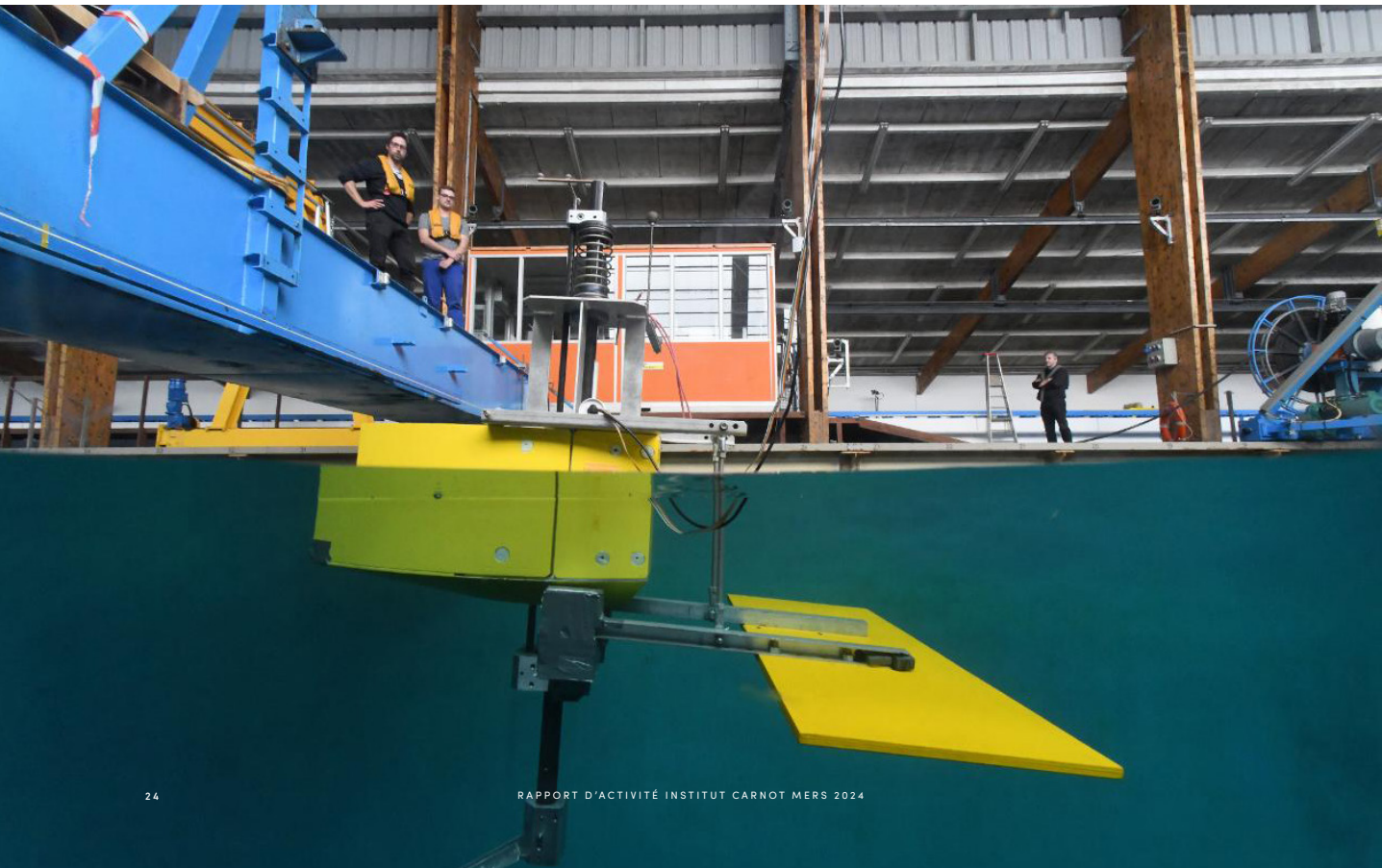
Vers quelle solution se tourner ?

Pendant 18 mois, Olivier Giusti, fondateur de Bluefins, a conçu et testé une nageoire robotisée immergée, un *hydrofoil* articulé, placé à l'arrière des navires pour générer de l'énergie utile et leur permettre d'avancer.

La collaboration avec l'Ifremer lui a permis de tester sa technologie en bassin, mais pas seulement. Poussé par le concours Octo'Pousse, Bluefins a pu bénéficier d'un réel accompagnement sur l'ensemble de son projet.

Et ensuite ?

Les résultats ont montré, lors de simulations et d'essais en bassin, une économie moyenne de 20 % de consommation en carburant sur la durée de vie du navire. Des chiffres prometteurs qui ont permis à la *start-up* bretonne d'opérer une levée de fonds de 4 millions d'euros. Cette levée lui donne les moyens de se projeter sur de premiers tests en mer dès février 2025.



OPTIMISER L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES MOTEURS INDUSTRIELS

COLLABORATION ENTRE CENTRALE NANTES ET MAN ENERGY SOLUTIONS

DE 2018 À 2024, CENTRALE NANTES ET MAN ENERGY SOLUTIONS ONT COLLABORÉ DANS LE CADRE D'UNE CHAIRE INDUSTRIELLE POUR UNE DÉCARBONATION PROGRESSIVE DE LA PROPULSION MARINE ET DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ.

Six années de collaboration entre les équipes du laboratoire de recherche LHEEA et celles de MAN Energy Solutions. L'objectif scientifique principal : étudier le fonctionnement des moteurs industriels dans leur environnement, afin d'en optimiser l'efficacité énergétique tout en limitant leurs émissions.

Les études menées portaient sur des travaux pluridisciplinaires, faisant notamment appel à la thermodynamique, la dynamique des fluides compressibles, la combustion, voire l'hydrodynamique, l'électrotechnique ou l'automatique. La chaire a permis de contribuer au développement de nouveaux composants et de nouvelles stratégies d'optimisation de systèmes complets, le cas échéant avec de nouveaux types de carburants.

Fin 2024, la décision est prise de franchir une nouvelle étape en lançant un laboratoire commun dédié aux innovations technologiques pour les futurs systèmes énergétiques. Ce partenariat stratégique, d'une durée de cinq ans, vise à développer des solutions concrètes pour rendre les moteurs de forte puissance plus sûrs, plus flexibles et plus performants afin de répondre aux enjeux énergétique et maritime de demain.

Une synergie exemplaire entre recherche et industrie pour maximiser l'impact

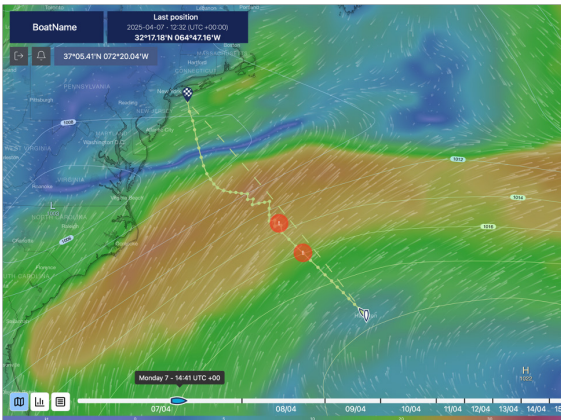
Ce laboratoire s'appuie sur une collaboration étroite entre les équipes académiques et industrielles pour garantir une application rapide des résultats.



L'IA AU SERVICE DU ROUTAGE MARITIME

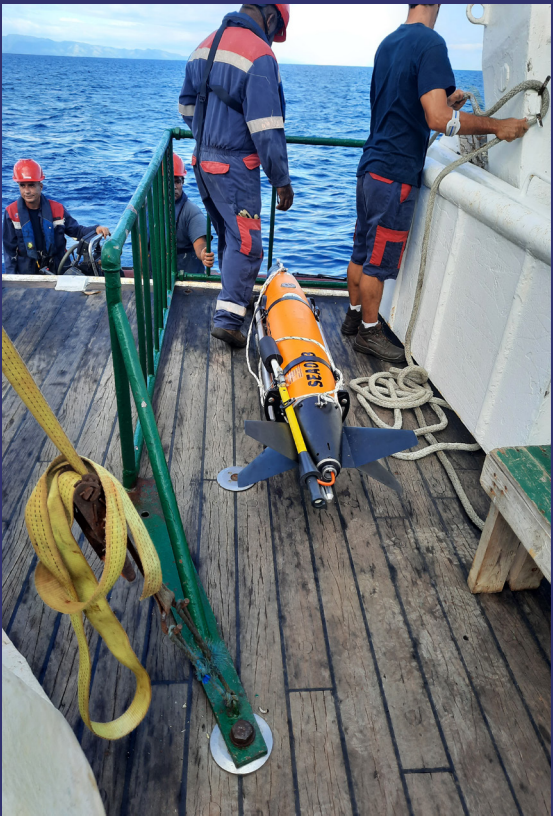
COLLABORATION ENTRE L'IFREMER ET MARINE WEATHER INTELLIGENCE

L'objectif ? Optimiser les trajets maritimes pour limiter les émissions de CO₂ et renforcer la sécurité en mer. Le routage maritime actuel se base sur un seul modèle de prévision météorologique. Cela peut poser des problèmes en mer si les navigateurs empruntent des routes exposées à de mauvaises conditions. En intégrant une intelligence artificielle qui compare les prévisions météorologiques aux conditions réelles en mer, il serait alors possible d'optimiser les itinéraires. Un routage plus précis permettant aux navigateurs de s'adapter en temps réel aux prévisions, réduisant ainsi les risques en mer. Après être devenu le fournisseur officiel de routage du Vendée Globe 2024, Marine Weather Intelligence devrait lancer son application courant 2025, un véritable Waze de la mer !



UN PLANEUR SOUS-MARIN POUR EXPLORER LES PROFONDEURS DE MAYOTTE

COLLABORATION ENTRE
L'IFREMER ET ALSEAMAR



CE PROJET ÉTUDIE LA DYNAMIQUE DES PANACHES MAGMATIQUES DANS LA COLONNE D'EAU AU LARGE DE MAYOTTE. FRUIT D'UNE COLLABORATION PARTENARIALE ENTRE L'ENTREPRISE ALSEAMAR ET L'UNITÉ DE RECHERCHE GEO-OCEAN (IFREMER), CETTE THÈSE CIFRE S'APPUIE SUR LE DÉVELOPPEMENT D'UN PLANEUR SOUS-MARIN INNOVANT POUR SUIVRE LES ÉMISSIONS DE FLUIDES VOLCANIQUES DANS LA COLONNE D'EAU, JUSQU'À 1250 MÈTRES D'IMMERSION.

Le contexte volcanique de Mayotte.

Mayotte, département français d'outre-mer situé dans l'archipel des Comores, a été victime d'une crise sismo-volcanique sans précédent par son intensité et sa durée, en mai 2018. Plus de 11 000 tremblements de terre ont été enregistrés, entraînant des déplacements de surface importants. Ces événements ont conduit à la naissance de Fani Maoré, un volcan sous-marin de 800 mètres de hauteur, situé à 50 km des côtes mahoraises et à une profondeur de 3 500 mètres. Avec un volume de magma estimé à 6,6 km³, il s'agit de l'une des plus grandes éruptions sous-marines documentées à ce jour.

Un planeur sous-marin pour des mesures approfondies.

Pour explorer cette zone complexe, un planeur sous-marin développé par ALSEAMAR a été déployé en 2021 sur un site d'étude stratégique nommé « Le Fer à Cheval ». Il est capable d'acquérir des données océanographiques et des informations spécifiques au suivi des émissions

volcaniques, en naviguant jusqu'à une profondeur de 1 250 mètres.

Les enjeux scientifiques de cette thèse CIFRE.

Alexandre Heumann, doctorant en thèse CIFRE sous la direction de Louis Géli (Ifremer) et encadré par Emmanuel Rinnert, Carla Scalabrin, Pascale Lherminier (Ifremer) et Félix Margirier (ALSEAMAR), s'attache à comprendre la structure physicochimique des panaches magmatiques et leur dynamique spatio-temporelle. Ce travail inclut le développement de capteurs embarqués sur le planeur et l'extension des capacités d'acquisition de données au-delà de 1 250 mètres d'immersion.

Des premiers résultats prometteurs.

Depuis 2021, les données collectées dans la zone d'étude ont été publiées sur la plateforme SEANOE, et un article scientifique a été soumis pour publication. Un pas de plus vers la connaissance et la compréhension du système volcanique de Fani Maoré.

03

DES TRAVAUX DE
RECHERCHE MOTIVÉS
PAR LA CURIOSITÉ,
LE DÉSIR DE
COMPRENDRE LE MONDE
QUI NOUS ENTOURE
ET DE PENSER L'AVENIR.



LAURÉATS APPEL À PROJETS 2024

LES INSTITUTS CARNOT REÇOIVENT DES FINANCEMENTS DE L'AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE, CALCULÉS EN FONCTION DU VOLUME DES RECETTES TIRÉES DE LA RECHERCHE CONTRACTUELLE.

Les projets et actions soutenus par le Carnot MERS grâce à cet abondement visent à favoriser le ressourcement scientifique des unités de recherche labellisées, pour anticiper les besoins d'innovation des entreprises du secteur maritime à court ou moyen terme. Il contribue également au développement de l'attractivité des plateformes et renforce les compétences des équipes dans la mise en place et la gestion de collaborations industrielles.

Ces projets sont sélectionnés lors d'un appel à projets annuel. Depuis le lancement de l'institut Carnot MERS, 56 projets ont été financés pour un montant de 3,6 M€.

Dans le cadre de l'appel à projets 2024, 16 projets ont été sélectionnés pour un montant de 672 K€.

LISTE DES PROJETS RETENUS

ECOGECO

PROJET DE PROFESSIONNALISATION

Axel Ehrhold

Laboratoire Geo-Ocean - Ifremer

Ce projet vise à consolider les connaissances de l'unité de recherche sur la compréhension des processus géologiques en domaine côtier, et plus particulièrement sur les plateformes rocheuses côtières comportant des récifs (ou des rochers) partiellement submergés, situées dans des zones où l'amplitude des marées est très importante. Cette expertise est primordiale pour préserver ces espaces marins tout en répondant aux besoins d'aménagement du littoral.

ÉCOSYSTÈMES BENTHIQUES PROFONDS

PROJET DE PROFESSIONNALISATION

Lénaïck Menot

Unité de recherche BEEP - Ifremer

Le projet cherche à mieux comprendre comment fonctionnent les écosystèmes benthiques profonds en les étudiant comme un réseau d'interactions entre différentes communautés d'espèces. En s'intéressant aux plaines abyssales et aux sources hydrothermales, l'objectif est de prédire la résilience de ces écosystèmes face au changement climatique et aux pressions anthropiques, comme l'exploitation des grands fonds marins.

SCANCAD

Scanning for Compliance and Accurate Design

PROJET DE PROFESSIONNALISATION

Bertrand Malas

Laboratoire LHEEA - Centrale Nantes

Acquisition d'un scanner 3D et d'un logiciel de traitement des données permettant de scanner avec précision des pièces mécaniques de formes et tailles diverses, pour vérifier leur conformité, mais aussi pour obtenir leur géométrie exacte en vue de calculs numériques CFD (appliqués à la mécanique de fluides) et de la comparaison entre résultats expérimentaux et numériques.

AMARSMER

Apprentissage de la mobilité autonome des robots sous-marins pour la maintenance et l'inspection des systèmes EMR

PROJET INTER-CARNOT

Olivier Kermorgant

Laboratoire LS2N - Centrale Nantes et Carnot ARTS

Aujourd'hui, les robots sous-marins reconfigurables sont programmés avec des instructions fixes de déplacement, définies en amont de la plongée, et manquant donc d'adaptabilité. Le projet veut utiliser l'apprentissage par renforcement (une forme d'intelligence artificielle) pour que le robot puisse déterminer la meilleure action à faire selon une situation donnée. À terme, l'objectif est de concevoir un sous-marin reconfigurable capable de s'adapter à sa tâche et à son environnement de façon optimale pour réaliser sa mission.

SAWASP

Smart Autonomous Wind-Assisted Ship Propulsion

PROJET INTER-CARNOT

Grégory Germain

Unité de recherche RDT - Ifremer et Carnot ARTS

Ce projet vise à développer un démonstrateur de navire intelligent et autonome équipé d'une propulsion vélique auxiliaire. La spécificité envisagée concerne l'utilisation couplée du système vélique à des propulseurs à axe vertical (constitué d'un ensemble de pales verticales orientables) tout électriques. Les nombreux phénomènes physiques et paramètres de contrôle nécessitent le développement d'approches multimodèles et de méthodes d'optimisation multicritères. L'objectif à terme est de disposer de systèmes permettant de réduire les émissions de CO₂ des navires.

CHIMIATA

Une nouvelle approche couplée géochimique-micromécanique aidée par l'apprentissage automatique pour les bétons résistants bas-carbone en milieu marin

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Syed Yasir Alam

Institut GeM - Centrale Nantes

Les structures en béton armé en milieu marin se dégradent plus vite que leur durée de vie initiale. Ce projet propose d'étudier ce phénomène en combinant expérimentation et modélisation chimio-mécanique (simulation numérique qui prend en compte à la fois les aspects chimiques et mécaniques) avec l'utilisation de l'intelligence artificielle pour améliorer les prédictions. L'objectif est de mieux comprendre le rôle de l'épaisseur de l'enrobage du béton vis-à-vis des conditions environnementales.

CIRC_ALU

Circularité de la filière aluminium : impact environnemental du déploiement d'un nouveau procédé

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Thomas Corre

Institut GeM - Centrale Nantes

Ce projet, avec l'exemple de l'aluminium, examine comment le recyclage s'intègre dans l'économie circulaire. Il évalue les avantages économiques, sociaux et environnementaux des changements de procédés de recyclage. Il vise à modéliser la filière aluminium, formaliser les impacts des nouveaux procédés et valider la pertinence des outils d'évaluation comme l'analyse du cycle de vie dans ce cas.

DOSMAR

Développement d’un outil de simulation numérique directe à haute fidélité pour la prédiction des régimes de couche limite sur les pales d’hélices en propulsion marine

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Antoine Ducoin

Laboratoire LHEEA – Centrale Nantes

L'étude des écoulements autour des hélices de bateaux est cruciale pour améliorer leur performance. En particulier, proche des parois, celui-ci peut être de nature laminaire ou turbulente, influençant le frottement qui a un effet conséquent sur l'effort de poussée et donc la propulsion. Ce projet de simulation numérique vise à simuler et analyser les phénomènes à l'origine de la transition laminaire-turbulente sur les hélices, dans l'optique de pouvoir la contrôler, et ainsi d'optimiser leurs performances. Une première simulation a été effectuée fin 2023 et a montré les effets de la rotation de l'hélice (force centrifuge) sur l'écoulement. Le projet continue avec l'automatisation des calculs numériques et de futurs tests en laboratoire.

PERCOMA

Perception collaborative par flotte de drones pour la surveillance de l’environnement marin

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Vincent Frémont

Laboratoire LS2N – Centrale Nantes

La surveillance maritime est complexe, mais essentielle pour protéger les navires autonomes et aider aux secours en mer. Les drones aériens (UAV) sont une solution efficace grâce à leur couverture étendue et leur capacité à travailler en groupe. Ce projet vise à démontrer comment une flotte de drones peut améliorer la sécurité maritime en combinant capteurs multiples et intelligence artificielle embarquée pour une détection plus précise des obstacles.

PILOTE

Piezometer V4 Long-Term development

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Pierre Guyavarch

Laboratoire GEO-OCEAN – Ifremer

Ce projet vise à améliorer les piézomètres, qui mesurent les pressions interstitielles et la température dans les sédiments superficiels du sous-sol. Développés par Geo-Ocean, leur configuration actuelle limite la disponibilité des données. L'idée est d'ajouter une fonction « navette » pour transmettre les données par satellite, permettant ainsi d'obtenir des données régulières sur une période plus longue (processus géologiques extrêmement lents) et de limiter les campagnes océanographiques de récupération de données.

STÉRÉONUM

Caractérisation expérimentale et reproduction numérique d’états de mer complexes générés en bassin d’essai

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Guillaume Ducrozet et Alan Tassin

LHEEA – Centrale Nantes | RDT – Ifremer

Pour étudier les vagues et leur interaction avec des structures marines, on utilise des bassins d'essai. Une difficulté est de caractériser et de reproduire numériquement ces vagues. Ce projet entend développer des mesures haute résolution de la vitesse à la surface de l'eau pour enrichir les observations et faciliter la validation des modèles.

TCHACADO

Télémétrie pour le comportement et l’utilisation d’habitat pour réduire les captures accidentelles de dauphins

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Germain Boussarie

Unité de recherche HALGO – Ifremer

Le projet TCHACADO vise à déployer des balises (instruments de télémétrie) sur les dauphins pour mieux comprendre leur écologie comportementale et leur utilisation de l'habitat, notamment dans le golfe de Gascogne, où les connaissances sont aujourd'hui encore limitées malgré un phénomène de plus en plus préoccupant de captures accidentelles.

VELIK

Retour vers le futur de la pêche et de la science à voile

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Julien Simon

Unité de recherche HALGO – Ifremer

Ce projet a un double objectif. Il vise à explorer le type de campagnes scientifiques qui peuvent être réalisées à bord d'un navire à voiles et à redécouvrir l'exploitation des ressources halieutiques à la voile en évaluant et en optimisant des engins de pêche dormants (casiers, palangres, filets). Il combine des connaissances anciennes et nouvelles (robotique sous-marine) pour concevoir ces engins. Les résultats seront documentés en *open source*, ouvrant potentiellement la voie à un renouveau de la pêche et de la science à la voile.

EDNACLOCK

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Jean-Marc Fromentin

Unité de recherche MARBEC – Ifremer

Aujourd'hui nous pouvons suivre les populations marines grâce à l'ADN naturellement relâché par les animaux, l'ADN environnemental. Cependant, cette technique non invasive et peu coûteuse ne permet pas de savoir l'âge ou la taille des poissons détectés. Ce projet cherche donc à développer une horloge moléculaire (outil qui utilise certaines modifications de l'ADN) pour estimer l'âge des animaux. L'ADN environnemental sera recueilli à partir de bars européens mis en bassin à la station expérimentale de Palavas. Si les résultats sont concluants, il permettra d'améliorer le suivi des populations sauvages de bar en Méditerranée, actuellement peu documentées, et par là même la gestion des pêcheries côtières méditerranéennes françaises qui en dépendent.

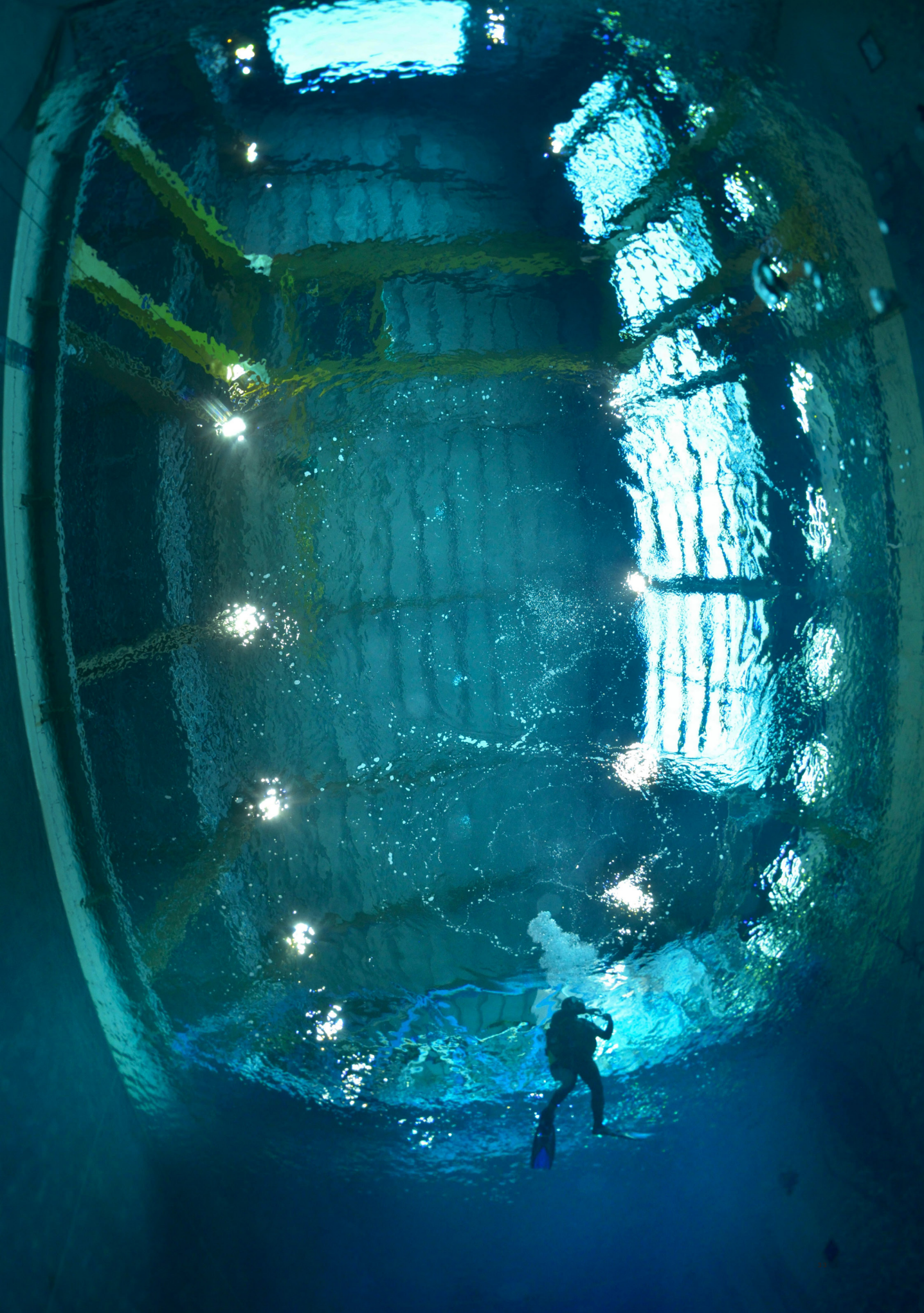
OVULOTAG

PROJET DE RESSOURCEMENT SCIENTIFIQUE

Marie-Laure Bégout

Unité de recherche MARBEC – Ifremer

Les ovulotags, émetteurs acoustiques et satellites implantés dans les ovaires des poissons, offrent une opportunité sans précédent de comprendre les conditions environnementales de ponte des poissons, en envoyant un signal lors de cet événement. Le projet vise à tester (plateforme expérimentale marine de Palavas) et démontrer la fonctionnalité de ces émetteurs permettant de détecter en milieu marin, le lieu, les caractéristiques du lieu et le moment de la ponte, sur des espèces à fort intérêt économique pour plusieurs flottilles de pêche et nécessitant ces informations pour une gestion durable de ces ressources.





**RAPPORT ANNUEL
ÉDITÉ PAR L'INSTITUT
CARNOT MERS
EN SEPTEMBRE 2025**

Directeur de la publication :
Frédéric Meslin

Réalisation :
Canévet et Associés

Responsable de la rédaction :
Manuel Canévet

Rédaction :
**Audrey Perrot,
Marie Clergue-Ploton**

Coordination éditoriale :
Marie Clergue-Ploton

Direction artistique et maquette :
Philippe Caubit

Secrétariat de rédaction :
François Bocquier

Impression :
Imprimerie Allais

Crédits photo :
**Olivier Dugornay – Ifremer
Bertrand Malas – Centrale Nantes
Jérôme Bourjea – Ifremer
Ifremer
Centrale Nantes
Lauren Kim-Minn
Alain Ciani
Benjamin Oursel
Marine Weather Intelligence**

INSTITUT CARNOT MERS

Centrale Nantes
1 rue de la Noë
44321 Nantes Cedex 3
France

innovation@carnot-mers.com
www.carnot-mers.fr

