



EXPLORATIONS DE MONACO
Réconcilier l'humanité et la mer

DOSSIER DE PRESSE · SEPT. 2022

MISSION OCEAN INDIEN

OCTOBRE - NOVEMBRE 2022

WWW.MONACOEXPLORATIONS.ORG



Ce qui me frappe aujourd'hui, c'est que l'expertise et la recherche dans le domaine maritime n'ont jamais réellement été des priorités. L'océan reste largement méconnu. Il recèle pourtant tant et tant de trésors. Mieux les connaître est indispensable pour assurer la protection de notre planète. C'est pour ces raisons qu'au-delà de l'héritage historique et familial, j'ai ressenti la nécessité de relancer les Explorations de Monaco, inaugurées par Albert I^{er} il y a un peu plus de cent ans.

*L'Homme et l'Océan - S.A.S. le Prince Albert II de Monaco
Flammarion et Versilio, 2022.*

SOMMAIRE	
L'océan : contexte et enjeux	6
Sud ouest de l'océan Indien l'importance de la connaissance et de la coopération régionale dans un contexte géostratégique et socio-économique complexe	8
S.A.S. le Prince Albert II de Monaco sur le terrain de la science, de l'engagement et de la diplomatie	12
La mission : contribuer à l'apport de nouvelles connaissances	14
Itinéraire de la mission	16
Comité d'orientation : garantir une approche holistique	18
Le programme scientifique : une approche globale, pluridisciplinaire et internationale	20
Projet de recherche 1 : étude pluridisciplinaire du banc Saya de Malha. Une prospection de la biodiversité benthique et de l'écosystème pélagique	22
Projet de recherche 2 : microplastique et pathogènes coralliens - MADCAPS	28
Projet de recherche 3 : l'étude de la structure génétique et des niveaux de contamination et de stress des tortues marines - GECOS	32
Projet de recherche 4 : l'étude de l'impact combiné des activités humaines sur les côtes et du changement climatique sur les écosystèmes marins - 4SEA	36
Projet de recherche 5 : le programme de surveillance BGC-ARGO ou comment prendre le pouls de l'océan ? L'extension du programme à la zone explorée par la mission	36
Projet de recherche 6 : conservatoire mondial du corail : une délicate opération de prélèvement de colonies de coraux vivantes à Aldabra	36
Projet de recherche 7 : déploiement de bouées dérivantes de surface	36
Faire découvrir la mission et ses enjeux au plus grand nombre par la médiation	54
L'articulation avec le programme DIDEM	56
Aire marine éducative aux seychelles : une première	58
Projet « the future of » : le futur des déchets plastiques aux seychelles	60
Les rendez-vous et programmes éducatifs	62
Le dispositif « explorateur et citoyen des mers »	63
L'école embarquée à bord du <i>S.A. Agulhas II</i>	64
La résidence d'artistes : arts et sciences au service d'une cause commune	66
Qui sommes-nous ? Les Explorations de Monaco	70
Quatre grandes thématiques d'étude : les quatre fils conducteurs d'une démarche au long cours	72
les partenaires de la plateforme des Explorations de Monaco	74
Les partenaires de la mission • Remerciements	76



ÉDITO

MISSION OCÉAN INDIEN 2022 : PROTÉGER SAYA DE MALHA, « L'ÎLE INVISIBLE »

Au cours des cent cinquante dernières années, le Prince Albert I^{er} (1848-1922) puis le Prince Rainier III (1923-2005) ont tissé un lien solide qui unit naturellement la Principauté de Monaco au milieu marin par leur engagement et leurs actions fortes en faveur de l'Océan. Depuis son accession au trône en 2005, S.A.S. le Prince Albert II de Monaco a non seulement renforcé ce lien puissant mais a également amplifié le rayonnement et l'action de Monaco à l'international. Dans Son livre *L'Homme et l'Océan, préservons les océans pour protéger l'humanité*, récemment paru aux éditions « Flammarion et Versilio », Il exprime Son amour des flots bleus et Son engagement pour les problématiques environnementales et le milieu marin.

Cet engagement s'est traduit en particulier par la relance des missions d'explorations de la Principauté, avec la création en 2017 des Explorations de Monaco. Cette plateforme collaborative au service de l'engagement de S.A.S. le Prince Albert II de Monaco en matière de connaissance, de gestion durable et de protection de l'Océan a conduit depuis cinq ans de nombreuses missions pluridisciplinaires à travers le monde, toutes riches d'expériences au contact de la nature et de l'Océan et de rencontres humaines. Elles ont été menées avec la volonté d'associer dans leur approche recherche scientifique, médiation auprès des publics et coopération gouvernementale.

La nouvelle mission des Explorations de Monaco en océan Indien occidental s'inscrit dans cette quête d'humanisme et de vérité scientifique. Premier élément du projet « Monaco Explorations » approuvé dans le cadre de la Décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques au service du développement durable 2021-2030, la

mission se déroulera d'octobre à novembre 2022 entre La Réunion, Maurice et les Seychelles. Le programme d'études est structuré autour de l'étude du banc de Saya de Malha, co-géré par Maurice et les Seychelles, des îles d'Aldabra et de Saint-Brandon et de monts sous-marins situés sur le trajet de la mission. Il vise à satisfaire en priorité les besoins des gouvernements des Seychelles et de Maurice, en veillant aussi à une bonne articulation avec les instances et initiatives internationales et régionales concernées, comme la seconde expédition internationale de l'océan Indien (IIOE-2 - 2015-2025).

Avec une surface de 40 000 km², Saya de Malha est l'un des plus grands herbiers sous-marins du monde. Situé en haute mer, il abrite des écosystèmes peu connus, éloignés et difficiles d'accès, déjà fragilisés par une forte pression de pêche. Dépourvu de tout relief émergé, ce plateau peu profond est qualifié d'« île invisible ».

L'objectif de cette étude et de réunir des éléments pour déterminer si cette zone nécessite une protection particulière et dans l'affirmative, identifier les mesures de gestion à envisager.

Pendant deux mois, les différents acteurs de cette opération d'envergure ; scientifiques, décideurs, artistes ou spécialistes de la médiation vont mutualiser leurs compétences et unir leurs efforts avec l'intention de sensibiliser les audiences les plus larges à la valeur de ces espaces naturels et aux pressions qu'ils subissent.

Un challenge et des enjeux à la hauteur du rôle et de l'engagement de la Principauté et de son Souverain au sein de la communauté internationale pour la sauvegarde et la gestion durable de l'Océan.

Robert CALCAGNO,
Administrateur Délégué de la Société des Explorations de Monaco.
Directeur général de l'Institut océanographique, Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco.



L'OCÉAN : CONTEXTE ET ENJEUX

Immense écosystème continu ne connaissant pas de frontières physiques, l'Océan fournit des services essentiels au maintien de la vie sur Terre, notamment en matière de régulation du climat. Puits naturel de carbone essentiel à l'équilibre de la Planète, il atténue les effets du changement climatique en absorbant près de 30% des émissions de CO₂ et plus de 90% des excès de chaleur issus des activités humaines. Il abrite en outre un patrimoine naturel considérable, en grande partie encore à découvrir.

À ces services écosystémiques s'ajoutent les opportunités économiques offertes par l'Océan. Ainsi, 9 objets sur 10 de notre quotidien transitent par voie maritime, 99% des informations numériques circulent grâce à des câbles sous-marins. Le secteur des pêches maritimes a un poids socio-économique majeur. L'Océan dispose en outre d'un potentiel immense en matière d'énergies renouvelables et de ressources moléculaires utilisées dans la santé humaine ou la cosmétique.

Toutefois, les nombreux services rendus par l'Océan aux sociétés humaines sont sévèrement altérés par les effets combinés du changement climatique et des pressions anthropiques comme la pollution plastique ou la surexploitation du milieu. Dans leur dernier rapport « Impacts, Adaptation et Vulnérabilité » (2022), les scientifiques du GIEC^{1*} tirent la sonnette d'alarme : la dégradation de l'Océan et de ses écosystèmes augmente de manière significative la vulnérabilité des populations humaines face aux risques climatiques et sanitaires.

Le constat partagé des chercheurs du GIEC et de l'IPBES^{2*} est sans équivoque sur la vulnérabilité de l'Océan et ses transformations imputables au changement climatique et aux diverses pressions anthropiques. Il souligne l'urgence d'agir et d'intégrer les enjeux océan-climat-biodiversité au sein d'une vision politique océanique globale et concertée.

Le 8 juin 2021, lors de la Journée Mondiale de l'Océan, l'Assemblée générale des Nations Unies proclamait la Décennie des Nations Unies, à la suite d'une proposition d'action émanant de plus de 70 pays de toutes les latitudes. Cette nouvelle ère décennale vise à stopper la dégradation des écosystèmes marins et à les restaurer afin d'atteindre des objectifs cruciaux, notamment la protection de 30 % de la surface de l'Océan à l'horizon 2030.

En 2022, l'agenda international est propice à l'élaboration d'une stratégie commune de gestion efficace et raisonnée du milieu marin. La définition du cadre post-2020 pour la biodiversité dans le cadre de la Convention sur la diversité biologique, l'élaboration d'un instrument international juridiquement contraignant sur la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité marine (négociations dites « BBNJ »), la Conférence des Nations Unies sur l'objectif de développement durable 14 relatif à la vie aquatique, ou encore la prochaine COP27 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les

changements climatiques en Égypte, sur les bords de la mer Rouge, sont autant d'appels à agir, soulignant le besoin d'un portage et d'une vision politiques intégrés de l'Océan.

L'Océan recouvre 71% des 510 millions de km² de la surface de notre Planète. L'exploration, la connaissance et la protection de ce patrimoine naturel de l'humanité sont plus que jamais des enjeux majeurs à relever, car essentiels à un futur durable.

1* GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

2* IPBES : Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques



SUD-QUEST DE L'Océan Indien

L'IMPORTANCE DE LA CONNAISSANCE ET DE LA COOPÉRATION RÉGIONALE DANS UN CONTEXTE GÉOSTRATÉGIQUE ET SOCIO-ÉCONOMIQUE COMPLEXE

L'océan Indien dans son ensemble est pour l'équilibre du Monde un espace géostratégique névralgique confronté à de nombreux enjeux économiques et politiques cruciaux, notamment pour l'Europe, l'Asie et l'Afrique. Il abrite plus de la moitié des réserves mondiales en hydrocarbures et en uranium, plus de trois quarts des ressources en diamants, ainsi que presque la moitié des réserves d'or et de gaz. Par cet espace maritime, transite une part très significative de l'économie mondiale. Les Etats-Unis, l'Inde de façon grandissante, la Chine, le Royaume-Uni, la France et l'Union Européenne ou la Russie sont des acteurs majeurs et influents de cette zone.

Les ressources halieutiques, notamment la pêche thonière, sont l'objet d'un marché international à haute valeur ajoutée, au sein duquel une très grande diversité d'acteurs intervient, de la mer à l'assiette.

Dans ce contexte de forte pression exercée sur les ressources naturelles, les enjeux de durabilité et de gouvernance de ce secteur sont d'autant plus importants à relever. Plus que jamais, une connaissance pointue des milieux naturels conditionne une gestion équilibrée à long terme et une exploitation raisonnée des ressources dans une approche coopérative et collaborative entre les États et régions concernées. Le Sud-Ouest de l'océan Indien est le cadre de nombreuses initiatives allant dans cette direction.



▷ Récif d'Aldabra, vue sous-marine. Seychelles © Seychelles Islands Foundation

COI ET WIOMSA : DEUX EXEMPLES DE COOPÉRATION RÉGIONALE

La COI :

Créée en 1982, la Commission de l'océan Indien (COI) est une organisation intergouvernementale qui regroupe cinq États membres : les Comores, la France au titre de La Réunion, Madagascar, Maurice et les Seychelles. Seule organisation régionale d'Afrique composée exclusivement d'îles, elle défend les spécificités de ses États membres sur les scènes continentale et internationale. Bénéficiant du soutien actif d'une dizaine de partenaires internationaux, la COI donne corps à la solidarité régionale à travers des projets de coopération couvrant un large éventail de secteurs : préservation des écosystèmes, gestion durable des ressources naturelles, sécurité maritime, entrepreneuriat, santé publique, énergies renouvelables ou encore culture.

La WIOMSA :

Association des sciences marines de l'océan Indien occidental

Cette association créée en 1993 se consacre à la promotion du développement éducatif, scientifique et technologique des sciences marines dans toute la région de l'océan Indien occidental, région composée de 10 pays : Somalie, Kenya, Tanzanie, Mozambique, Afrique du Sud, Comores, Madagascar, Seychelles, Maurice, Réunion (France). Elle s'attache à créer et à renforcer les liens entre les connaissances issues de la recherche et les questions de gestion et de gouvernance qui affectent les écosystèmes marins et côtiers de la région.

Le 12^{ème} Symposium scientifique de la WIOMSA aura lieu du 10 au 15 octobre 2022 en Afrique du Sud. Les enjeux et objectifs de la mission océan Indien seront présentés à l'occasion de cet événement au cours d'un mini symposium consacré au rôle de la science marine dans le développement d'une stratégie régionale de gouvernance de l'Océan au-delà des juridictions nationales.



S.A.S. LE PRINCE ALBERT II DE MONACO

SUR LE TERRAIN DE LA SCIENCE, DE L'ENGAGEMENT ET DE LA DIPLOMATIE

Inspirateur et guide de cette nouvelle mission des Explorations de Monaco en océan Indien, S.A.S. le Prince Albert II de Monaco perpétue l'engagement personnel de son trisaïeul le Prince Albert I^{er} et de son père le Prince Rainier III pour l'environnement de notre planète. A l'écoute de la communauté scientifique, il n'hésite pas à constater directement sur le terrain les menaces qui pèsent sur l'environnement, en étant notamment le seul chef d'État à ce jour à s'être rendu au pôle Nord et au pôle Sud.

Dans le cadre des relations diplomatiques, la mission sera coordonnée avec un déplacement officiel dans la région de S.A.S. le Prince Albert II de Monaco, programmé entre

le 20 et le 27 octobre 2022. D'autres activités officielles du Prince Souverain en lien avec les objectifs de la mission, notamment Ses interventions dans différents forums traitant de la protection de l'Océan, pourront illustrer le contexte dans lequel s'inscrit la dimension politique de cette mission.

Les décideurs politiques de la région pourront compter sur Son attachement singulier à la connaissance et à la protection du milieu marin pour relayer la voix de ces pays et de la communauté scientifique mais également mobiliser la communauté internationale pour faire émerger et diffuser des solutions permettant de réduire la dégradation de l'environnement.



La mer est le dernier continent inexploré, et nous avons tant à faire pour mieux connaître tous ses mystères. Les travaux des scientifiques du monde entier dans ce domaine sont de ce point de vue un trésor inestimable.

Il est de mon devoir de prendre ma part du défi lancé à ma génération : trouver des solutions afin de préserver notre planète, notre bien le plus précieux.

*L'Homme et l'Océan - S.A.S. le Prince Albert II de Monaco
Flammarion et Versilio, 2022.*



SYLVIA EARLE, UNE GRANDE DAME DE L'OCÉAN AUX CÔTÉS DU SOUVERAIN

La presse américaine la surnomme « Sa Profondeur ». A plus de 80 ans et après plus de 7 000 heures passées sous les mers de la planète, Sylvia Earle, parcourt toujours le monde en tant qu'exploratrice résidente de National Geographic. Après plus de 100 expéditions océanographiques dirigées, 250 publications et 150 récompenses pour son leadership en matière de science, d'exploration, de conservation et de communication, l'énergie de cette grande scientifique engagée pour l'Océan et militante féministe reste intacte ; un regard sur le monde et une parole qui comptent. Membre du Comité d'orientation de la mission, elle sera présente aux côtés du Souverain lors de Son déplacement dans la région.

— LA MISSION : CONTRIBUER À L'APPORT DE NOUVELLES CONNAISSANCES

POURQUOI ÉTUDIER LE SUD-OUEST DE L'Océan INDIEN ?

Certaines parties de l'océan Indien occidental ont déjà fait l'objet d'une attention particulière. Cependant, de nombreuses régions situées en haute-mer au-delà des ZEE (Zones Economiques Exclusives) des États, comme le banc de Saya de Malha et le plateau des Mascareignes, restent à explorer en détail, car l'état des connaissances sur l'océanographie physique et biologique, la biodiversité ou l'impact des pollutions sur les équilibres naturels reste partiel et insuffisant.

C'est l'une des raisons pour lesquelles la mission des Explorations de Monaco suscite, notamment de la part des États riverains seychellois et mauricien, des attentes fortes, avec la perspective d'acquérir de nouvelles connaissances principalement sur le plateau des Mascareignes, dont le banc de Saya de Malha, et accessoirement sur les autres sites ciblés par la mission tels que l'atoll d'Aldabra et Saint Brandon, une île pour laquelle les connaissances restent limitées.

DES LACUNES À COMBLER

L'état des connaissances établi par le comité d'orientation de la mission a révélé des lacunes que la mission contribuera à combler. Pluridisciplinaire, elle va traiter d'un large spectre de sujets :

- Contribution à la cartographie précise des fonds et à la caractérisation des différents habitats.
- Étude des interactions entre les courants et les organismes marins dans le contexte de processus océanographiques complexes, inventaires et recensement de la biodiversité des espèces, niveau d'endémisme sur le banc de Saya de Malha, fonctionnement des réseaux trophiques, étude de la productivité de la zone à travers le plancton, ...
- Évaluation de la capacité à stocker le carbone du banc de Saya de Malha, l'un des plus vastes herbiers au monde, sera également évaluée puisque les herbiers marins comme celui-ci comptent parmi les puits de carbone les plus puissants de la biosphère et jouent un rôle essentiel dans l'atténuation du changement climatique.
- Caractérisation de la pollution plastique, de son origine et des menaces d'accumulation de déchets.
- Appréciation des Impacts de la pêche, du tourisme et d'autres activités humaines exerçant une pression sur les valeurs écologiques et sociales de la zone sont également au programme de la mission.



2021 2030
Décennie des Nations Unies
pour les sciences océaniques
au service du développement durable

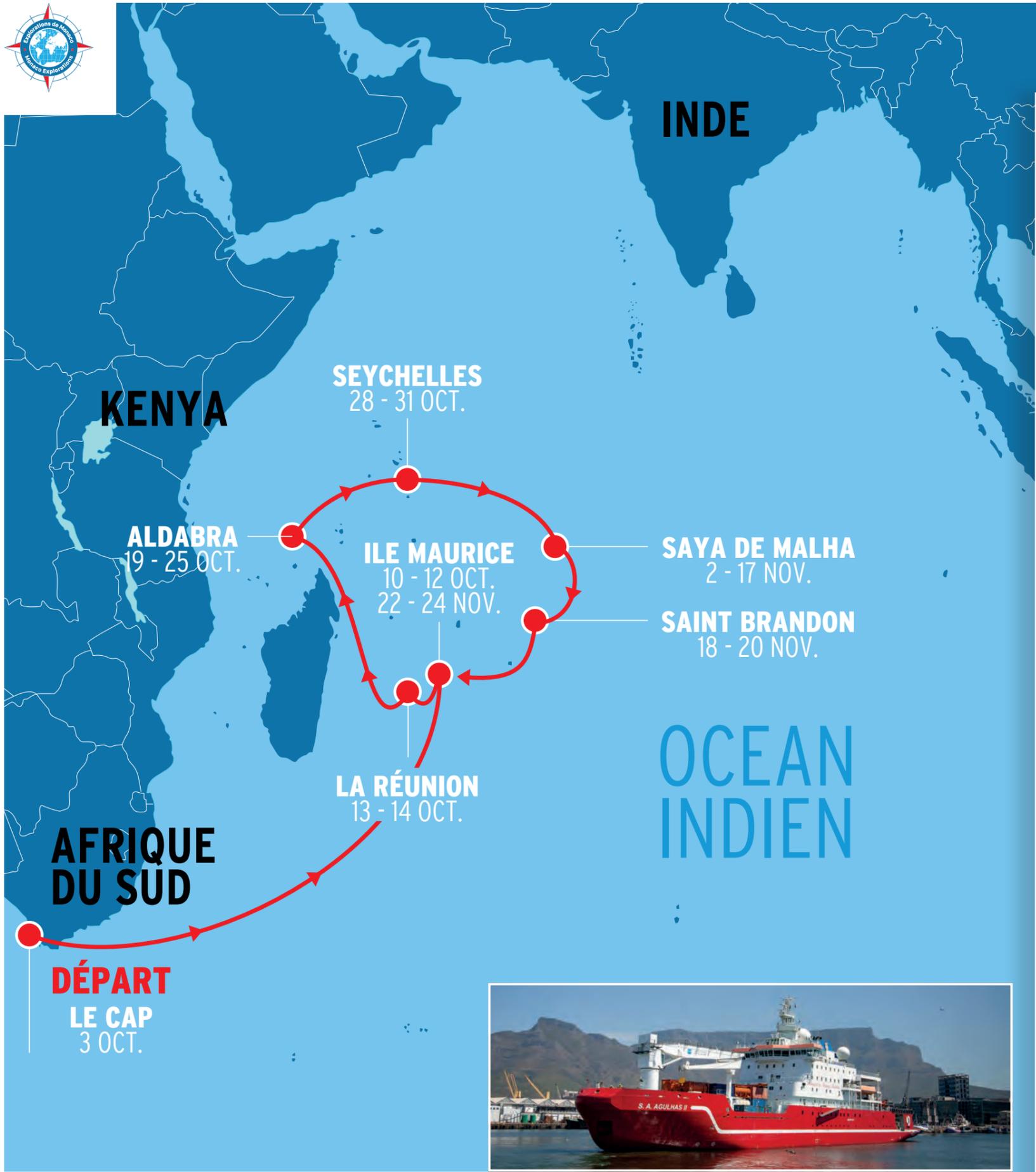
Cette mission « Océan Indien » est le premier élément du projet « Monaco Explorations », approuvé dans le cadre de la Décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques au service du développement durable 2021-2030 (dite « Décennie de l'Océan »).

Les objectifs majeurs de la mission : comprendre, partager, mobiliser.

Comprendre par une démarche scientifique pluridisciplinaire, l'état et le fonctionnement écosystémique de la zone explorée pour ensuite conseiller les parties prenantes par une approche scientifique globale (sciences de la durabilité).

Partager par un programme de médiation ambitieux les enjeux et les connaissances avec le plus grand nombre.

Mobiliser les gouvernements par l'action diplomatique, en mettant à disposition les informations et analyses pour une gestion durable des espaces maritimes.



ITINÉRAIRE DE LA MISSION

Départ du Cap le 3 octobre 2022

Le navire *S.A. Agulhas II* quittera son port d'attache du Cap en Afrique du Sud le 3 octobre 2022 avec un premier contingent d'une vingtaine de scientifiques et de techniciens. Ils seront rejoints quelques jours plus tard à Maurice puis à La Réunion par d'autres équipes pour un effectif total d'une centaine de personnes : scientifiques, jeunes chercheurs et étudiants de l'école embarquée, cinéastes et photographes, plongeurs, artistes, auteurs, communicants, etc.

Au programme

4 escales, un périple d'environ 7 300 milles marins (13 500 km) et 2 mois de navigation ponctués et rythmés par les différentes opérations de recherche et de terrain programmées tout au long du trajet du bateau et au cours des stations prévues autour de l'atoll d'Aldabra, sur le banc Saya de Malha, où 15 jours d'investigations sont prévus, et enfin autour de l'île de Saint Brandon.

Le *S.A. Agulhas II*

Ce navire océanographique sud-africain du Département de la Forêt, des Pêches et de l'Environnement est affrété par la Société des Explorations de Monaco pour la mission océan Indien 2022. Il est géré pour le compte du Gouvernement d'Afrique du Sud par la société African Marine Solutions (AMSOL).

12 000 kW. Armé par 44 membres d'équipage, il peut accueillir 100 passagers. Conçu pour le soutien du programme antarctique de l'Afrique du Sud, c'est l'un des navires de recherche les plus grands et les plus modernes au monde. Il est doté de nombreux laboratoires et équipements destinés aux opérations océanographiques et à la recherche marine, environnementale, biologique et climatique. Il constitue une plateforme puissante et efficace pour la recherche pluridisciplinaire.

Construit en 2012 en Finlande, le *S.A. Agulhas II* mesure 134 mètres de long et 22 mètres de large. Il est alimenté par un système diesel-électrique d'une puissance de

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le cap Agulhas, ou cap des Aiguilles, est situé à 177 km au sud-est de la ville du Cap, en Afrique du Sud. C'est le point le plus méridional du continent africain. C'est aussi le point de repère officiel pour marquer le passage de l'océan Atlantique à l'océan Indien. L'origine du mot Agulhas est portugaise. Le cap fut découvert en 1488 par l'explorateur Bartolomeu Dias.

Un navire polyvalent

Conçu pour la navigation dans les glaces (il peut briser des glaces d'un mètre d'épaisseur à cinq nœuds), le *S.A. Agulhas II* est à la fois un navire de ravitaillement qui dessert les stations de recherche australes et antarctique de l'Afrique du Sud et un navire de recherche océanographique. Il s'est récemment distingué en mars 2022 en retrouvant en mer de Weddell l'épave du navire *Endurance* de l'explorateur anglais Sir Ernest Shackleton, broyé par les glaces en 1915.

Le *S.A. Agulhas* a déjà fréquenté les eaux tropicales de l'océan Indien occidental lors d'une campagne de recherche et de formation effectuée en 2017 dans le cadre de la seconde expédition internationale de l'océan Indien le long de la côte est de l'Afrique de Durban (Afrique du Sud) à Dar es Salaam (Tanzanie).



△ Le navire *S.A. Agulhas II* © AMSOL.

Mission Ocean Indien en chiffres :

- 13500 km parcours
- 2 mois de navigation
- 4 escales, 3 sites d'intégration
- + de 100 scientifiques impliqués
- 1 école embarquée
- 2 artistes à bord



COMITÉ D'ORIENTATION : GARANTIR UNE APPROCHE HOLISTIQUE

Un comité d'orientation, composé de quatorze personnalités et experts internationaux, a été constitué pour veiller à la pertinence et à la cohérence des objectifs de la mission et de son intérêt dans le contexte régional et international. Son rôle est de garantir une approche multidisciplinaire et transdisciplinaire, incluant les sciences naturelles et sociales, conformément aux principes de la science de la durabilité.

La liste des sujets dont un examen plus approfondi a été souhaité par le comité est vaste : l'océanographie et l'hydrodynamique, les récifs coralliens et les herbiers marins, l'écologie pélagique et des grands fonds, les monts sous-marins, les pêcheries, l'économie bleue, les sciences humaines et sociales, la gouvernance internationale, etc.

La liste préliminaire des sujets identifiés par le comité pour un examen plus approfondi comprend l'océanographie et l'hydrodynamique, les récifs coralliens et les herbiers marins, l'écologie pélagique, les monts sous-marins, les pêcheries, l'écologie des grands fonds, l'économie bleue, les sciences humaines et sociales, la gouvernance internationale et les zones maritimes, la connaissance de l'océan.

S'appuyant sur leur expertise approfondie de la région et des problématiques globales, les membres du comité ont élaboré une synthèse de l'état actuel des connaissances et des préoccupations : inventaire des expéditions et des travaux antérieurs, questions de gouvernance, questions scientifiques, questions de communication et de médiation. Cette revue détaillée guidera le périmètre et la conduite de la mission.

18

LES SCIENCES DE LA DURABILITÉ

Les sciences de la durabilité ont pour ambition d'apporter des éléments de réponses aux défis planétaires actuels et de contribuer aux grandes transitions de la société dans un contexte de changement global. Cette approche se fonde en particulier sur la co-construction des connaissances et des savoirs, à partir de la collaboration entre scientifiques de différentes disciplines, décideurs et acteurs de la société civile, dans une démarche collaborative et engagée. C'est l'un des principes fondateurs de la mission océan Indien.

— **Carl Gustaf Lundin (Président)**
Directeur exécutif de Mission Blue, Etats-Unis, précédemment responsable du programme marin et polaire de l'UICN.

— **Dominique Benzaken**
Experte en politique, économie et finance bleue, Centre national australien pour les ressources et la sécurité de l'Océan, Université de Wollongong, Australie ; consultante auprès de la Banque mondiale.

— **Nick D'Adamo**
Chargé de recherche, Institut des océans de l'Université d'Australie occidentale, précédemment directeur du Bureau de programme de Perth en soutien à la Commission océanographique intergouvernementale.

— **Sylvia Earle**
fondatrice et présidente de Mission Blue ; exploratrice en résidence du National Geographic ; fondatrice de Deep Ocean Exploration and Research, États-Unis.

— **Tessa Hempson**
Scientifique principale et responsable de programme, Oceans Without Borders.

— **Nirmal Jivan Shah**
Directeur Général, Nature Seychelles.

— **Heather Koldewey**
Conseillère technique principale, Zoological Society of London ; responsable du programme Bertarelli de sciences marines ; professeur honoraire, Université d'Exeter, Royaume-Uni.

— **Olivier Laroussinie**
Directeur-délégué planification maritime et grands projets, direction technique risques, eau et mer, Cerema, France.

— **Margaret Leinen**
Directrice générale de la Scripps Institution of Oceanography, vice-chancelière pour les sciences marines et doyenne de l'école des sciences marines, Université de Californie, San Diego, Etats-Unis.

— **Nadine Marshall**
Chercheuse en sciences sociales de l'environnement, précédemment au CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation), Australie.

— **David Obura**
Directeur, recherche et développement sur les océans côtiers - Océan Indien (CORDIO), Afrique de l'Est.

— **Alex Rogers**
Directeur scientifique, REV Ocean, Norvège ; professeur de biologie de la conservation, Université d'Oxford, Royaume-Uni.

— **Anwar Rumjaun**
Professeur associé, Institut mauricien de l'éducation.

— **François Simard (Secrétaire)**
Précédemment directeur adjoint du programme marin et polaire de l'UICN.

19



LE PROGRAMME SCIENTIFIQUE : UNE APPROCHE GLOBALE, PLURIDISCIPLINAIRE ET INTERNATIONALE

SEPT PROJETS DE RECHERCHE DONT LA MOITIÉ EN PLEINE MER

Le programme scientifique est structuré autour de l'étude de deux espaces maritimes bien identifiés : le banc Saya de Malha et une sélection d'îles et de monts sous-marins situés sur le trajet de la mission. Ce programme est orienté par les quatre thématiques principales des Explorations de Monaco : la protection des coraux, la protection de la mégafaune, les aires marines protégées et les nouvelles techniques d'explorations. Il vise à satisfaire en priorité les besoins des gouvernements des Seychelles et de Maurice tout en veillant aussi à une bonne articulation avec les instances et initiatives internationales et régionales concernées.

PROJET DE RECHERCHE

ÉTUDE PLURIDISCIPLINAIRE DU BANC SAYA DE MALHA. UNE PROSPECTION DE LA BIODIVERSITÉ BENTHIQUE ET DE L'ÉCOSYSTÈME PÉLAGIQUE

Le projet Saya de Malha combine des mesures faites en pleine eau et sur le fond. La colonne d'eau, à la fois sur le banc (dont la profondeur varie de 15 à 120 m) et jusqu'à 35 kilomètres au-delà des pentes, sera échantillonnée au moyen de profils verticaux de bathysonde avec prélèvement d'eau à diverses profondeurs pour déterminer les paramètres physiques, chimiques, et biologiques. Ces mesures seront effectuées pour l'essentiel de nuit. La partie la plus importante du projet sera une prospection de la biodiversité benthique (faune et flore inféodée au fond) au moyen de plongées scientifiques au recycleur, permettant de travailler à plus de 60 m de profondeur, et d'engins trainants.

Ce projet est conçu avec un objectif de « science pour la gouvernance et d'aide à la planification marines ». Mené par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en collaboration avec le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (MNHN), il associe également dans l'équipe embarquée, aux compétences variées, des ressortissants des Seychelles et de Maurice : chercheurs, étudiants, représentants du Département de l'économie bleue, des ressources marines et des pêches, des universités... D'autres organismes internationaux sont représentés comme l'Université de Lodz en Pologne ou l'Université Nelson Mandela en Afrique du Sud.

La production de cinq types de ressources et de résultats est attendue :

- La collecte d'informations scientifiques sur une zone encore mal connue ;
- La réalisation d'un inventaire de la biodiversité benthique, évaluation de ses particularités, afin de cartographier les habitats essentiels et sensibles qui pourraient nécessiter, le cas échéant, des mesures spécifiques de conservation ;
- L'élaboration de fiches de synthèse sur les habitats et communautés du banc de Saya de Malha ;
- La production post-mission d'un document d'orientation concis à destination des acteurs institutionnels et des décideurs politiques des Seychelles et de Maurice ;
- La valorisation scientifique dans des journaux de rang international.

Quatre types d'opérations et d'activités scientifiques seront mises en œuvre :

- Cartographie du banc Saya de Malha et caractérisation de la nature du fond ;
- Étude des propriétés de la colonne d'eau et de la circulation océanique sur le banc et les pentes de Saya de Malha ;
- Échantillonnage du plancton, du neuston et des microplastiques en suspension ;
- Inventaire de la biodiversité benthique.

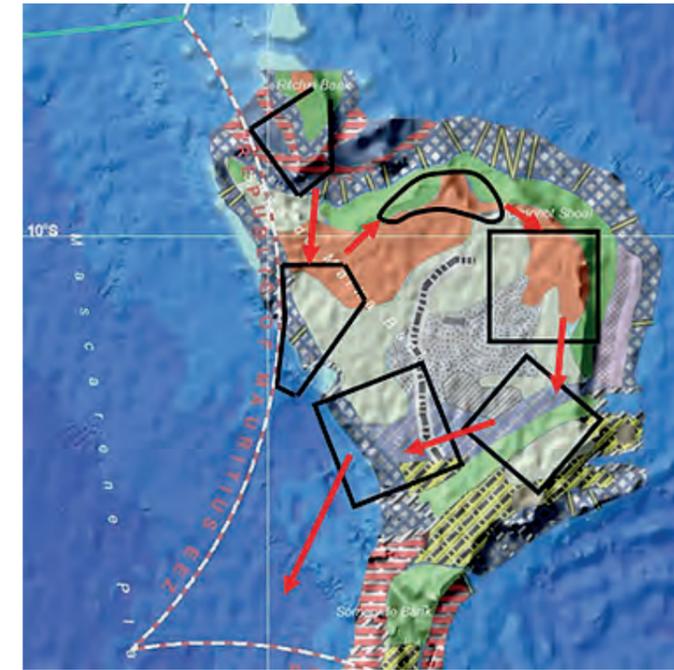
Moyens utilisés pour les mener à bien :

- Filtrations d'échantillons d'eau ;
- Stations hydrologiques, bathysonde ou CTD ;
- Filets remorqués Manta (surface), Bongo (0 à 200m), Multinet (0 à 1 000 m)
- Plongée
- Engins traînants : traineaux, dragues, chaluts à perches
- ROV Saab Seaeeye Cougar-XT



FILET MANTA : POURQUOI CE NOM ET À QUOI ÇA SERT ?

Les filets manta sont composés d'un tissu spécial, à mailles calibrées très fines, permettant de collecter, entre autres, le plancton et les micro-particules de plastique en surface, à l'interface eau-air, en mer ou en cours d'eau. Ils sont remorqués en général à petite vitesse derrière le navire. Des « ailes » en acier inoxydables sont placées de part et d'autre de l'ouverture ou de la bouche du filet pour le maintenir ouvert pendant le trait. Lorsqu'il est déployé et en action de pêche, le filet a l'allure d'une raie manta.



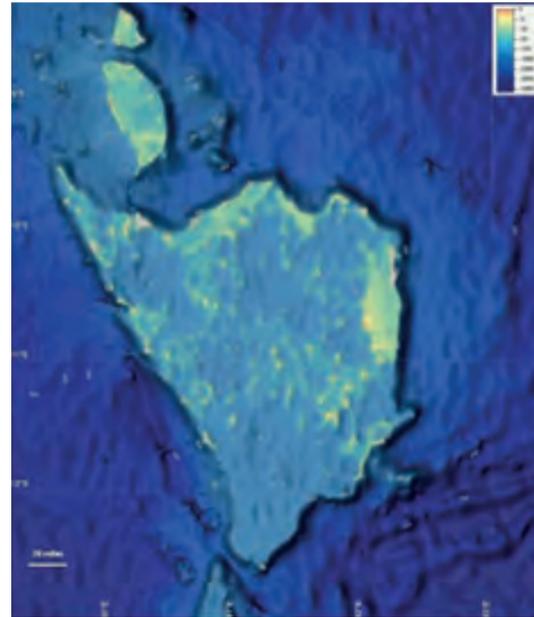
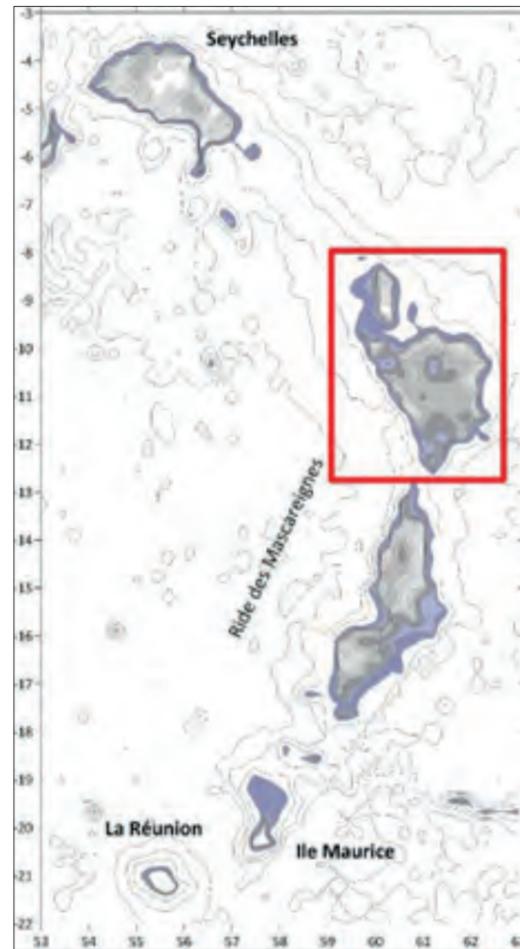
À gauche, surlignées en noir, les zones qui seront étudiées pendant la mission. Le choix de ces zones a été fait pour compléter des études déjà réalisées par ailleurs.

Source : IRD

LE BANC SAYA DE MALHA : UN VASTE HERBIER AUSSI GRAND QUE LA SUISSE

Découvert il y a 500 ans par des navigateurs portugais, le banc Saya de Malha fait l'objet d'un premier relevé topographique par le capitaine Robert Moresby de la Royal Navy en 1838. Situé à l'extrême nord de la dorsale des Mascareignes entre les Seychelles et Maurice, le banc de Saya de Malha est l'un des plus grands herbiers sous-marins au monde. Sa superficie, 40 000 km², est équivalente à celle de la Suisse. Ce vaste herbier parsemé de récifs coralliens est composé de deux structures géologiques distinctes : le Ritchie Bank au nord, de petite taille, séparé de l'immense South Bank par un chenal de 30 à 50 km de large. D'origine volcanique, il s'est formé il y a environ 65 millions d'années. Cet écosystème est connu comme un lieu de reproduction des baleines à bosse et des baleines bleues. Il abrite une très grande diversité d'espèces mais cette biodiversité est encore insuffisamment documentée. C'est l'un des enjeux de cette mission que de mieux connaître et étudier ce milieu

naturel pour pouvoir ensuite mieux le gérer et le protéger. Quelques missions scientifiques ont été menées dans cette zone depuis le début des années 1960, la dernière en 2021 par Greenpeace à bord de l'*Artic Sunrise*, les précédentes en 2018 et 2002. La mission doit permettre de dresser un panorama des richesses floristique et faunistique associées au fond. Espace relevant potentiellement d'une valeur universelle exceptionnelle, il pourrait mériter d'être protégé à divers titres, dont peut-être, celui de site inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO sous réserve des critères d'identification nécessaires. Objet de l'intérêt prioritaire des deux États qui détiennent chacun le plateau continental (République de Maurice et République des Seychelles), mais recouvert par la haute mer, il fait partie de ces lieux qui seront probablement concernés par le futur traité sur la protection de la biodiversité marine située au-delà des juridictions nationales.



Bathymétrie de la ride des Mascareignes, de La Réunion aux Seychelles (gauche) et du banc de Saya de Malha (droite), localisé dans le cadre rouge de la carte générale. Source : ETOPO1 Global relief Model et GEBCO

DES ENJEUX DE GOUVERNANCE FORTS

Les Seychelles et Maurice ont obtenu en 2011 pour le banc Saya de Malha le statut d'extension du plateau continental tel qu'il est défini par la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer. Dans le cadre d'une gouvernance conjointe mise en place par des accords signés en 2012, les deux Etats bénéficient de droits d'exploitation des ressources suivantes : ressources vivantes sédentaires (inféodées au fond), ressources minérales du sol et du sous-sol (métaux, pétrole, gaz). Cette gestion conjointe par deux Etats est un cas unique à l'heure actuelle au niveau international, ce qui en fait un modèle d'étude spécifique retenu par le projet SAPPHIRE (2017-2023) du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD). Ce projet soutient la mise

en œuvre d'un programme d'action stratégique pour la gestion durable des écosystèmes marins de la région occidentale de l'océan Indien. Objectifs : construire une capacité de gestion grâce à la planification de l'espace marin, démontrer les bénéfices d'un mécanisme innovant de gouvernance de l'Océan et de respect des bonnes pratiques, améliorer le dispositif existant et guider des initiatives similaires qui pourraient être lancées dans d'autres régions du monde. Outre des droits, le statut de la zone confère également aux deux Etats des devoirs. Le développement d'activités économiques et l'exploitation de ce milieu sont étroitement liés à l'essor de l'économie bleue des deux pays et devront causer un impact minimal sur l'écosystème.

L'IRD : UNE SCIENCE ENGAGÉE

Institution française publique de recherche, l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) défend un modèle original de partenariat scientifique équitable avec les pays du Sud et une science interdisciplinaire et citoyenne, engagée pour la réalisation des objectifs de développement durable. L'IRD s'appuie sur son réseau de délégations régionales en France métropolitaine et de représentations en outre-mer et à l'étranger pour organiser ses collaborations.



Le mot du porteur de projet : Francis Marsac

Il est important de pouvoir identifier d'éventuels hot spots de biodiversité sur cet espace, pour informer sur les risques potentiels de dégradation face à une exploitation mal contrôlée des différentes ressources. Ces informations fourniront des éléments de choix pour la planification spatiale marine que les Seychelles et Maurice entreprennent sur cette zone.

△ Francis Marsac © IRD - Edwige Lamy

PROJET DE RECHERCHE

MICROPLASTIQUE ET PATHOGÈNES CORALLIENS - MADCAPS

L'objectif de cette étude est de caractériser les débris plastiques transportés par les courants océaniques de surface, potentiellement vecteurs inertes de micro-organismes pathogènes coralliens, via des approches intégratives à l'aide de technologies de pointe. Ce projet offrira par la suite de multiples perspectives dans les domaines de la biologie, de la médecine et de l'écologie du fait des métadonnées qui vont être collectées. Les interactions entre l'Océan et la santé sont complexes et restent largement inexplorées. La problématique de la pollution plastique étant grandissante et peu étudiée dans

l'océan Indien, l'association WIOMSA finance sept pays du sud-ouest de l'océan Indien (Tanzanie, Seychelles, Maurice, Mozambique, Afrique du Sud, Kenya et Madagascar) afin de réaliser et appliquer un programme de suivi des déchets marins côtiers, dans le cadre de la Convention de Nairobi : WIOMSA Marine Litter Monitoring project.

Le programme MADCAPS associe plusieurs organismes scientifiques et associations : L'UMR Entropie à l'Université de La Réunion, l'IRD Marseille, The Ocean Clean Up et Best Run.

Les débris plastique transportés par les courants marins sont-ils des vecteurs inertes de micro-organismes pathogènes coralliens ? Pour répondre à cette question, l'étude se fixe trois objectifs majeurs :

- Acquérir des données qualitatives et quantitatives sur la distribution spatiale des microplastiques de la couche superficielle de la colonne d'eau dans le Sud-Ouest de l'océan Indien.
- Caractériser la flore microbienne complète via le metabarcoding, c'est-à-dire par la technique de métagénomique par séquençage ADN haut débit avec la technologie Illumina.
- Communiquer, éduquer, sensibiliser et se concerter autour du projet avec les parties prenantes locales, régionales et internationales, afin d'améliorer la compréhension de la problématique que posent les déchets et d'appuyer les actions déjà mises en place.

Moyens utilisés pour les atteindre :

- Kit d'extraction ADN
- Chambre froide -20°C
- Spectrophotomètre, matériel de laboratoire, centrifugeuse.
- Filet Manta, maille 330 microns

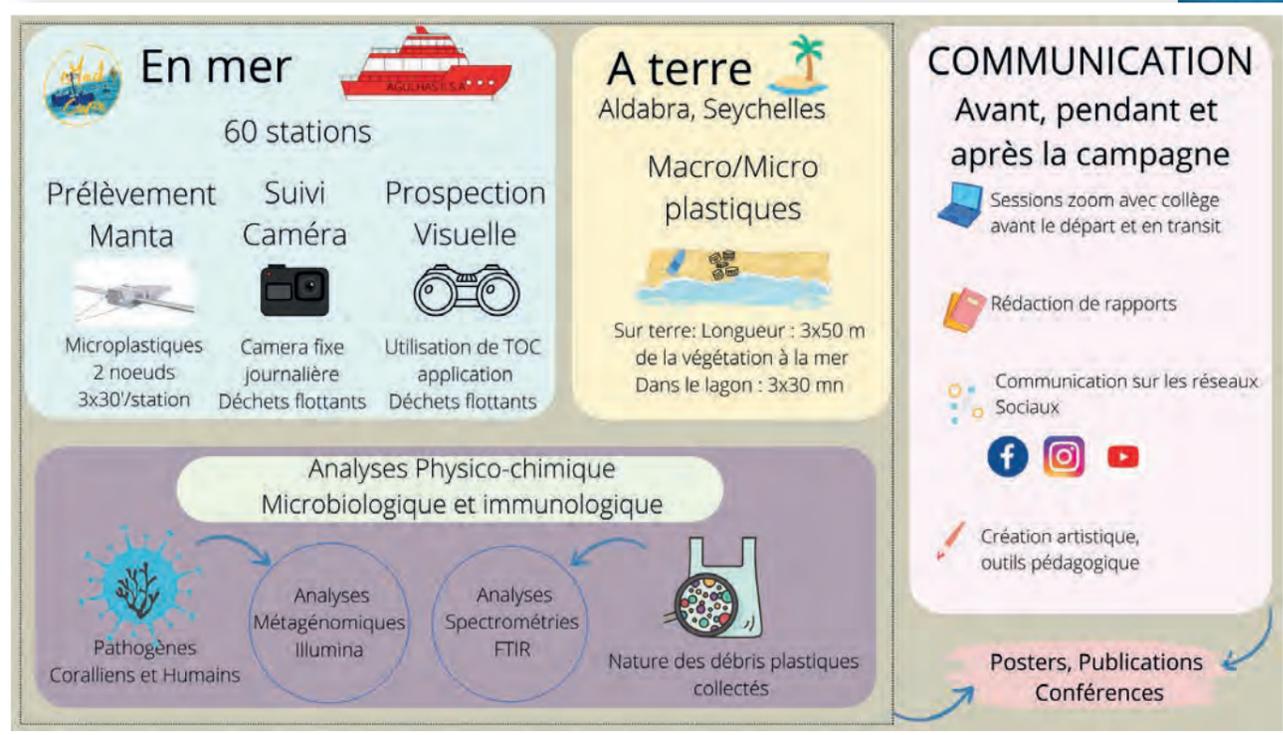


Schéma récapitulatif des différentes étapes du projet, de la collecte des échantillons à la valorisation des données, pour chaque mise à l'eau du filet à plancton. Source MADCAPS

LE SAVIEZ-VOUS ?

Les changements environnementaux d'origine anthropique sont à l'origine de la modification des régimes de précipitations qui entraîne sécheresse et épisodes violents d'inondations accrues. Ces inondations drainent dans les mers des microorganismes terrestres qui se fixent sur les débris marins flottants. Ces débris marins, par dégradation via le soleil, le sel et le vent, voient leur taille se réduire graduellement jusqu'à pouvoir entrer dans la chaîne alimentaire en affectant ainsi considérablement les animaux marins et potentiellement les humains qui les consomment.

L'ASSOCIATION BEST RUN

Cette association a été fondée en 2017 par les étudiants du Master Biodiversité des écosystèmes tropicaux (BEST) de l'Université de La Réunion, soutenu par leurs professeurs de l'Unité mixte de Recherche ENTROPIE, dont le Professeur Mathieu le CORRE. Les objectifs de cette association sont la préservation, la sensibilisation et l'éducation au patrimoine naturel de La Réunion et de l'océan Indien. BEST RUN organise régulièrement des opérations de ramassage de déchets sur les côtes réunionnaises, ouvertes au grand public. Lors de ces opérations de science participative, chaque déchet y est trié et catégorisé selon un protocole scientifique précis qui vient ensuite alimenter une base de données appelée DALI.

Le mot de la porteuse de projet : Margot Thibault

La pollution plastique est un gros problème, tout comme les autres formes de pollution. Combiné aux effets du réchauffement climatique, l'impact sur les coraux est dramatique. Aujourd'hui les récifs coralliens dans le monde sont en sursis. A nous d'agir. L'avenir dépend de notre capacité ou non à préserver la nature.

Cette jeune chercheuse est doctorante avec la fondation The Ocean Cleanup, l'Université de La Réunion et l'Université de Toulouse. Son sujet de thèse : « Caractériser et évaluer les sources de débris plastiques s'accumulant dans le gyre subtropical de l'océan Indien ». L'équipe MADCAPS est basée à l'UMR ENTROPIE, Université de La Réunion. Elle apporte une expertise en pollution marine et microbiologie de l'océan Indien.

△ Margot Thibault © Adrien Fajeau. MADCAPS/Association BESTRUN



PROJET DE RECHERCHE

L'ÉTUDE DE LA STRUCTURE GÉNÉTIQUE ET DES NIVEAUX DE CONTAMINATION ET DE STRESS DES TORTUES MARINES - GECOS

Tout l'Océan est aujourd'hui affecté par les activités humaines auxquelles s'ajoutent les fortes pressions liées au changement climatique. La biodiversité et les habitats des écosystèmes côtiers sont les premiers impactés et ont diminué de 30 à 60%. L'augmentation de la population humaine et les pressions anthropiques et climatiques croissantes sur les écosystèmes marins pose la question de la durabilité de l'exploitation et de la conservation de ces écosystèmes marins. Cette conservation passe avant tout par notre capacité à mesurer ces changements au quotidien, à pérenniser cette collecte d'information sur le long terme et à développer des indicateurs pertinents et fiables de ces pressions sur les écosystèmes.

La mégafaune marine est particulièrement sensible à ces pressions et les exemples de disparition de populations entières sont malheureusement nombreux. Le cas des tortues marines est particulièrement intéressant car, en tant qu'espèces emblématiques de la diversité marine, elles ont contribué à développer une approche par espèce pour favoriser la conservation d'un habitat, d'une communauté ou d'un écosystème.

Ce projet est porté par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) en partenariat avec Kélonia et l'Université de Aalborg, Danemark. Il fait suite au projet NEXT porté par l'Ifremer.

Les objectifs visés et résultats attendus :

- Acquérir des données pour l'instant manquantes sur certains sites du sud-ouest de l'océan Indien sur la structuration génétique des populations de tortues vertes et imbriquées (utilisation des marqueurs génétiques historiques mitochondriaux).
- Exploiter les nouveaux échantillons collectés pour affiner la structure actuelle des populations de la région en séquençant l'ensemble du génome mitochondrial (lignée maternelle) et des marqueurs nucléaires de la tortue verte.
- Étudier l'influence d'environnements très contrastés sur l'exposition des tortues vertes aux contaminants inorganiques et leur conséquence sur les niveaux de stress des individus en comparant les données acquises dans le cadre du projet NEXT mené à La Réunion (porté à Ifremer) et celle du projet GECOS. L'idée de ce volet est de développer des biomarqueurs de l'état de santé de ces espèces reflétant la qualité de leur environnement.

Moyens utilisés pour les mener à bien :

- Annexe motorisée
- Balises Argos GPS
- Biopsies, prélèvements d'écaillés, prises de sang pour analyses
- Centrifugeuse à tube Eppendorf
- Azote liquide
- Congélateur -80° C

KÉLONIA, L'OBSERVATOIRE DES TORTUES MARINES DE LA RÉUNION

Centre d'interprétation, d'éducation et de sensibilisation à l'environnement marin ouvert au public et aux scolaires avec 1500 m³ de bassins alimentés en eau de mer, Kélonia participe aux programmes de recherche et de protection des tortues marines et de leurs habitats à La Réunion et dans l'océan Indien. Le centre accueille les tortues blessées ou malades pour les relâcher en mer une fois guéries. Stéphane Clccione, son directeur, océanologue et spécialiste des tortues marines, sera l'un des scientifiques du programme GECOS présent à bord du *S.A. Agulhas II*.



Le mot d'un des porteurs de projet : Jérôme Bourjea

Les tortues marines sont présentes dans les océans depuis 110 millions d'années, elles ont survécu à bien des changements climatiques et catastrophes. Nous devons nous inspirer d'elles et nous assurer que nos enfants pourront connaître l'émotion provoquée par l'observation d'une femelle qui pond ses œufs ou la vision de jeunes tortues à peine nées sur une plage. Les experts sont unanimes : les données disponibles sur l'abondance et les menaces qui pèsent sur les juvéniles manquent cruellement. Or, ces stades représentent les générations futures, celles qui assureront le rétablissement des populations aujourd'hui menacées.

Jérôme Bourjea

Le Dr Jérôme Bourjea est un expert de la mégafaune marine, spécialisé en pêche et en biologie de la conservation. Dans des approches à large échelle, il s'intéresse plus particulièrement à la structure et la dynamique spatiale des populations d'espèces marines migratrices, que ce soit dans l'océan Indien ou en Méditerranée. En exploitant des approches pluridisciplinaires comme la génétique des populations afin de comprendre les grandes structures de conservation, ou encore le biologging (marquages électronique) pour appréhender les processus de migrations à fine et large échelles et l'utilisation des habitats, il développe une recherche appliquée. Cette recherche a pour but de contribuer à une meilleure gestion et conservation des espèces exploitées ou menacées. Depuis presque 20 ans, il s'est entre autre spécialisé sur les modèles tortues marines, notamment dans l'océan Indien occidental, une région pour laquelle il préside le Groupe des Spécialistes Tortues Marines de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

△ Le chercheur Jérôme Bourjea © IFREMER

Quentin Schull

Le Dr Quentin Schull est un expert en écophysiologie, spécialisé dans les impacts du changement global sur les espèces marines. Il s'intéresse à la façon dont les animaux s'acclimatent et/ou s'adaptent aux contraintes anthropiques telles que la pollution et la pêche dans le contexte du changement climatique. Dans l'océan Indien et la mer Méditerranée, il étudie les liens entre l'utilisation de l'habitat et l'exposition aux contaminants afin d'évaluer comment ces facteurs influencent la santé des tortues marines et des poissons. Combinant approches expérimentales et suivi à long terme, il étudie comment des espèces telles que les gorgones et les poissons pourraient trouver refuge dans des zones mésophotiques et/ou pourraient s'acclimater physiologiquement à des environnements changeants. Utilisant des approches pluridisciplinaires, du génome à l'organisme et travaillant à une échelle allant de l'individu, la population et l'écosystème dans un cadre statistique intégratif, il vise à dissocier les effets des contraintes naturelles des contraintes anthropiques (pêche, contaminants) qui doivent être pleinement intégrées dans une perspective de gestion durable des ressources naturelles.

PROJET DE RECHERCHE

L'ÉTUDE DE L'IMPACT COMBINÉ DES ACTIVITÉS HUMAINES SUR LES CÔTES ET DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES ÉCOSYSTEMES MARINS - 4SEA

L'Océan mondial est affecté par les activités humaines auxquelles s'ajoutent les fortes pressions liées au changement climatique. La biodiversité et les habitats des écosystèmes côtiers ont diminué de 30 à 60%. La croissance démographique s'effectue près des côtes avec 8 personnes sur 10 qui habitent à moins de 100 km de la côte.

Le projet 4Sea vise à démêler les impacts combinés des activités humaines sur les côtes et du changement climatique sur les écosystèmes marins de l'ouest de l'océan Indien. En déployant des systèmes d'observation autonomes dans des écosystèmes vierges et des écosystèmes soumis aux impacts anthropiques, dans les zones confinées (lagons) et dans l'océan ouvert, ce programme de recherche vise à répondre à des questions scientifiques clés.

Les images et données collectées permettront de réaliser des cartographies, des bathymétries et d'utiliser la photogrammétrie afin d'obtenir des cartographies 3D des habitats. Ces données serviront de points de référence et de comparaison pour les stations déjà échantillonnées par le passé.

Ce projet se fera en lien avec le projet de sciences participatives de l'Ifremer « Seatizen » impliquant des membres de l'UMR MARBEC. Le projet s'adosse également au projet GECOS, dans une optique de mutualisation des moyens. Un lien a également été établi avec le programme de recherche sur le banc Saya de Malha.

Les objectifs visés et résultats attendus :

- Savoir si le taux de changement de l'environnement physique et biologique est équivalent dans les écosystèmes soumis aux stress liés à l'activité humaine et dans les écosystèmes vierges.
- Connaître la résilience de l'écosystème dans les zones « confinées » et les comparer à celle de la haute mer.

Moyens utilisés pour les mener à bien :

- Planche autonome équipée d'instruments de mesure
- Sondeur, GPS différentiel, capteur de température, caméra, système de pilotage à distance des engins autonomes)
- Zodiac, drone
- Kite et paddle pour échantillonner les zones difficiles d'accès
- Snorkeling

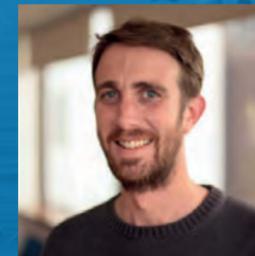
DES DONNÉES EN LIBRE ACCÈS

L'objectif du projet consiste à collecter un très large jeu de données sur l'environnement marin en développant des équipements innovants adaptés aux conditions particulières des espaces lagunaires. Quatre principaux objectifs ont été identifiés pour répondre aux enjeux de l'Open Science :

- **Open Hardware** : développer des systèmes de collecte « low-cost » afin que ces outils soient disponibles au plus grand nombre.
- **Open Data** : fournir un large jeu de données à la communauté scientifique et au grand public.
- **Open Source** : développer des traitements afin de fournir des services gratuits à partir des données.
- Sensibiliser le grand public en lui permettant de visualiser les informations collectées via des outils de réalité augmentée.

DES TECHNOLOGIES INNOVANTES ET NON IMPACTANTES

Ce projet utilisera des technologies à bas coût peu impactantes pour faciliter la collecte et le traitement d'images sous-marines et aériennes dans les différents écosystèmes marins visités par la campagne. La planche autonome, le kite ou le paddle permettront d'échantillonner des zones difficiles d'accès étant donné les profondeurs des lagons parfois très faibles.



Le mot d'un des porteurs de projet : Sylvain Bonhommeau

La philosophie du projet 4Sea est de fournir des données ouvertes grâce à un système d'information, largement accessible à la communauté mondiale, ainsi qu'une approche logicielle et matérielle ouverte pour faciliter le développement et l'utilisation de ce système d'observation par quiconque.

Sylvain Bonhommeau & Julien Barde

Le projet est mené par Sylvain Bonhommeau, chercheur en écologie marine à la délégation Ifremer de La Réunion et Julien Barde, ingénieur de recherche en informatique scientifique à l'IRD (UMR Marbec à Sète).

△ Sylvain Bonhommeau © IFREMER

PROJET DE RECHERCHE

LE PROGRAMME DE SURVEILLANCE **BGC-ARGO** OU COMMENT PRENDRE LE POULS DE L'OCÉAN ? L'EXTENSION DU PROGRAMME À LA ZONE EXPLORÉE PAR LA MISSION

Le programme international BGC-Argo vise à instrumenter l'océan avec une flotte de 1 000 robots de type flotteurs-profileurs de nouvelle génération. Ceux-ci mesurent des variables physiques, chimiques et biologiques essentielles à la compréhension de l'évolution de la santé de l'océan et

de leur réponse au changement climatique. Ces variables, mesurées tous les 10 jours entre la surface et 2 000 m de profondeur, sont : la température, la salinité, le pH, les concentrations en oxygène, nitrate, chlorophylle a, les particules en suspension, ainsi que l'éclairement.

Les objectifs et résultats attendus :

- Contribuer à l'extension du programme BGC-Argo dans cette zone de l'océan Indien par le déploiement d'un nombre significatif de flotteurs.
- Contribuer au programme REFINE* en ajoutant une sixième zone océanique de référence où sera déployée pour la première fois une nouvelle génération de flotteurs BGC-Argo « Jumbo » plus orienté sur les ressources vivantes et la « twilight zone ».
- Acquérir au travers d'une CTD rosette multi-instrumentée, des mesures de référence permettant notamment de calibrer les capteurs des robots, juste avant leur déploiement.
- Acquérir, au moyen d'un capteur spectro-radiométrique profilant et d'un flotteur-profileur dédié, les vérités mers permettant de valider et calibrer les mesures satellites (ESA, NASA) « couleur de l'océan » dans une zone très peu documentée.
- Acquérir, tout au long de la campagne, à haute résolution spatiale (~300m) et au moyen d'un système dit « continu de surface », des données d'hydrologie, de bio-optique et de composition du phytoplancton permettant de mieux caractériser les effets d'île dans la région et leur impact sur les premiers niveaux trophiques des écosystèmes pélagiques, tout en reliant ces observations à la vision grande échelle accessible par les données satellites.

Opérations et activités de terrain mises en œuvre :

- Prélèvements d'eau sur toute la colonne d'eau entre 0 et 2 000 mètres de profondeur ;
- Déploiement d'une trentaine de flotteurs-profileurs sur le trajet de la mission ;
- Utilisation du profileur optique spectroradiomètre ;
- Analyse des échantillons biologiques et mesures des paramètres physico-chimiques en laboratoire ;
- Partage et analyse des données transmises par les satellites.

Moyens, instruments et outils utilisés :

- CTD-rosette 24 bouteilles ;
- Flotteurs-profileurs BGC Argo, O2 Argo, BGC Argo Jumbo nouvelle génération, Proval ;
- Profileur optique spectroradiomètre.

* REFINE : Robots Explore plankton-driven Fluxes in the marine twilight zone

LA « TWILIGHT ZONE », UNE ZONE CLÉ DE L'ÉCOSYSTÈME MARIN

La « twilight zone », ou zone crépusculaire, est constituée par la colonne d'eau située entre cent et mille mètres de profondeur, entre la zone bien éclairée de surface et la zone d'obscurité totale où la lumière du soleil ne pénètre plus. Elle participe activement à la capture, au transport et au stockage du CO2 atmosphérique. Les facteurs qui jouent sur son rendement sont pourtant très mal connus. Les flotteurs profileurs et autres outils utilisés pour l'étudier contribuent à mieux comprendre les mécanismes en jeu.



UN FLOTTEUR PROFILEUR : COMMENT ÇA MARCHE ?

Il existe actuellement plus de 3 000 flotteurs profileurs qui, en dérivant dans l'Océan, réalisent des mesures depuis la surface jusqu'à 2 km de profondeur. Leur durée d'opération est de 3 ans environ. Largués par un navire, ils descendent lentement (10cm/sec) à la profondeur programmée, appelée profondeur « parking », où ils dérivent pendant 10 jours. Pendant la remontée, le flotteur allume ses capteurs et mesure par exemple la température, la salinité, la concentration en chlorophylle a ou en dioxygène. Une fois en surface, il transmet au

laboratoire et (ou) au bateau les données mesurées par l'intermédiaire du satellite. Le flotteur, équipé d'une carte sim, peut « téléphoner » au satellite. Le scientifique peut alors aussitôt regarder et analyser le profil vertical de ces mesures sur son ordinateur. Il peut décider de modifier la programmation du flotteur, comme la profondeur à atteindre et activer d'autres capteurs. Le flotteur replonge ensuite et va se « garer » à la profondeur voulue où il dérivera au gré des courants pendant un nouveau cycle de 10 jours.

Les différents types d'appareils d'observation et de mesure utilisés pour collecter des données et les envoyer aux satellites : planeur sous-marin, flotteur profileur ; navire, rosette, drone de surface, bouées dérivantes, animaux océanographes...

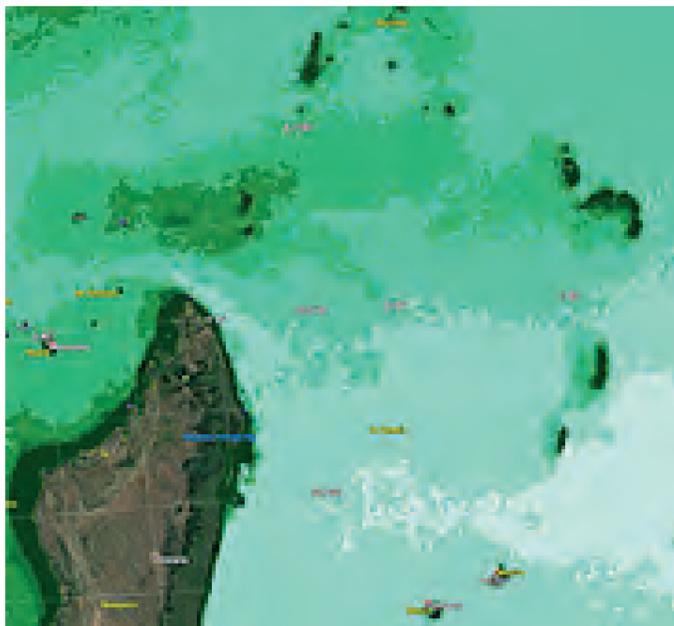
△ « Mon océan et moi » © LOV-IMEV Villefranche-sur-Mer

L'OUEST DE L'OCÉAN INDIEN : UNE ZONE JUSQU'À PRÉSENT SOUS-ÉQUIPÉE

Le déploiement d'un nombre significatif de flotteurs pendant la mission océan Indien va contribuer à mieux couvrir cette zone, jusqu'à présent sous-équipée, dans le cadre du projet général BGC Argo.



Carte des flotteurs BGC-Argo déployés à ce jour.
Gris : flotteurs inactifs ; vert : flotteurs actifs. La région qui sera explorée est caractérisée par un évident sous-échantillonnage.



Concentration en Chlorophylle a mesurée par le satellite couleur de l'eau MODIS en mai 2018 et illustrant le phénomène d'effet d'île dans la région. Le gradient du vert clair au foncé indique le gradient de productivité.

L'EFFET D'ÎLE

Les nombreuses îles et hauts fonds qui caractérisent la zone explorée génèrent beaucoup de situations dites « d'effet d'île ». Ces phénomènes se caractérisent par des augmentations très significatives de la concentration en phytoplancton au voisinage des îles coralliennes dans les environnements tropicaux et sub-tropicaux. Ces oasis de productivité fournissent les ressources énergétiques de base aux niveaux trophiques supérieurs qui soutiennent les populations humaines basées sur la pêche.



Le mot du porteur du projet BGC Argo : **Hervé Claustre**

Impliquer et former les jeunes chercheurs et étudiants de la région dans ce processus est une priorité. Nous devons également sensibiliser les flottilles de pêche à la présence des flotteurs profileurs dans la zone et à leur rôle. Ils peuvent être pour nous des alliés précieux en récupérant les profileurs avant la fin de durée de vie des batteries. Cela nous permettrait d'entrer dans un cycle vertueux de récupération, reconditionnement et remise en service de ce matériel coûteux avec un impact environnemental réduit.

Hervé Claustre est un océanographe, observateur, directeur de recherche au CNRS. Il est basé au Laboratoire d'océanographie de Villefranche-sur-Mer. Il est en particulier le co-responsable du programme international BGC-Argo qui vise à déployer dans l'océan global une flottille de robots flotteurs-profileurs multi-instrumentés.

△ Hervé Claustres © IMEV/LOV



PROJET DE RECHERCHE

CONSERVATOIRE MONDIAL DU CORAIL : UNE DÉLICATE OPÉRATION DE PRÉLÈVEMENT DE COLONIES DE CORAUX VIVANTES À ALDABRA

L'Institut océanographique et le Centre Scientifique de Monaco, tous deux initiateurs du projet de Conservatoire mondial du corail, ont prévu au cours de la mission une opération de prélèvements de colonies vivantes de coraux à Aldabra. Ces colonies viendront enrichir et compléter la liste des espèces déjà conservées au sein

des aquariums du monde entier. Pour ce premier cycle de collecte, des espèces de coraux présentant certaines caractéristiques seront ciblées : coraux menacés, coraux résistants, espèces faciles à cultiver et à propager, espèces endémiques.

Dans ce but, 4 types d'opérations seront nécessaires lors de la mission :

- Une opération de prélèvement de colonies en mer : pour chaque espèce, 4 colonies seront collectées puis envoyées dans 5 structures différentes, afin de maximiser les chances de survie de chacune de ces 4 espèces au sein du Conservatoire. Ces colonies auront été au préalable repérées et choisies en plongée.
- Une opération de marquage et de conditionnement des colonies vivantes : les coraux récoltés seront étiquetés, identifiés et immédiatement conservés dans des cuves de stockage bénéficiant d'une arrivée d'eau de mer, d'aération et d'éclairage, naturel ou artificiel selon la configuration.
- Une opération d'échantillonnage pour la recherche : à partir de chaque colonie obtenue, des échantillons pour la recherche seront prélevés pour différents types d'analyses, notamment un séquençage ADN.
- Une opération de transport : le transport des colonies se fait via l'aéroport international le plus proche de la structure, ou vers une structure relais la plus proche possible de la destination finale.

La préservation des récifs coralliens : Quelle stratégie dans le contexte du réchauffement climatique ?

En raison du changement climatique, les récifs coralliens souffrent. Ils sont en grand déclin et les épisodes de blanchissement se sont multipliés au cours des dernières années, comme récemment sur la Grande barrière de corail en Australie. Les derniers rapports du GIEC (octobre 2018 et septembre 2019) soulignent que, d'ici 2100, les récifs coralliens diminueront de 70 à 90 % avec une hypothèse de réchauffement global de 1,5 °C à la surface de la planète, alors que la quasi-totalité (> 99 %) sera perdue avec une hausse de 2 °C. Sous l'effet conjugué du réchauffement de l'Océan et des pollutions, les récifs coralliens atteignent aujourd'hui un point de rupture.

L'augmentation du pourcentage des Aires Marines Protégées (AMP) est une étape importante et elle aura de nombreux effets positifs sur la biodiversité marine, mais le changement climatique lui est global. L'augmentation de la température et l'acidification ne s'arrêteront pas aux limites définies par les AMP. Il semble donc nécessaire d'élaborer une nouvelle stratégie et d'envisager de nouvelles solutions pour sauver les récifs.

Aussi le Centre scientifique de Monaco et l'Institut océanographique, Fondation Albert I^{er} Prince de Monaco ont-ils initié le projet de Conservatoire mondial du corail. Leur stratégie et celle des partenaires associés

au projet : préserver les coraux en aquarium et donc en milieu contrôlé dans le but de conserver dans de bonnes conditions des souches naturelles et les réimplanter ensuite dans des zones abimées ou détruites par les effets du réchauffement global.

Aujourd'hui, environ 250 espèces de coraux sont déjà maintenues et cultivées dans les aquariums à travers le monde. Les nouvelles colonies de coraux vivants prélevées dans le milieu naturel seront conservées dans des aquariums répartis dans le monde entier, reconnus pour leur savoir-faire en matière de maintenance de coraux. En utilisant des aquariums publics et privés, et en s'appuyant sur les réseaux professionnels déjà existants (EUAC, EAZA, WAZA, IAN), le conservatoire ainsi créé permettra la mise en place et le maintien d'une large collection d'espèces et de souches de coraux scléactiniaires (à terme au moins deux tiers des espèces connues) sous forme de colonies de coraux vivants.

Ce Conservatoire mondial sera aussi utilisé pour fournir des coraux aux laboratoires de recherche afin de développer des programmes de recherche destinés à augmenter la résilience des coraux et à sélectionner des souches plus résistantes, dans le but de favoriser et faciliter la restauration future des récifs coralliens.



Les mots des porteurs de projet de Conservatoire mondial : **Didier Zoccola, Centre Scientifique de Monaco**

Au-delà de l'intérêt environnemental et scientifique, la mission océan Indien permettra une compréhension globale de la protection des récifs coralliens grâce à l'implication des aquariums les plus prestigieux.



Olivier Brunel, Institut océanographique, Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco

La vocation des aquariums est aussi d'être, au-delà de leur mission de sensibilisation et d'éducation du grand public et des jeunes générations, des partenaires majeurs des projets de conservation et de recherche menés par les scientifiques sur le terrain, en mettant leur savoir-faire technique et biologique au service de la préservation des espèces.

Didier Zoccola

Depuis 2000, le Dr Didier Zoccola est chercheur principal au Centre Scientifique de Monaco (CSM) et s'intéresse à la bio minéralisation, à l'acidification de l'Océan et aux symbioses. Il a participé aux expéditions Tara Ocean (2010), et Tara Pacific (2017-2018), où il était également coordinateur.

△ Didier Zoccola en mission à Palaos, 2019
© Magali Boussion Monaco Explorations

Olivier Brunel

Olivier Brunel est responsable de l'Aquarium du Musée océanographique de Monaco depuis 2016, qu'il gère au quotidien avec une équipe de 12 soigneurs. Depuis 2019, il dirige aussi le Centre de soin par l'intermédiaire duquel des programmes en lien avec la faune sauvage monégasque sont développés en partenariat avec le gouvernement.

△ Olivier Brunel © Frédéric Pacorel, Institut océanographique

PROJET DE RECHERCHE

DÉPLOIEMENT DE BOUÉES DÉRIVANTES DE SURFACE.

L'Institut des océans de l'Université d'Australie occidentale (UWA-OI), l'Institut de Recherche et de Développement (IRD) et Météo-France ont décidé de s'associer pour porter un projet commun lors de la mission océan Indien des Explorations de Monaco. Le projet est porté par Nick D'Adamo (UWA-OI), en collaboration avec Jean-François Ternon, chercheur à l'IRD et Olivier Desprez de Gesincourt, de Météo France. Ils ont prévu de déployer au total 30 bouées dérivantes de surface sur le trajet de la mission ; 24 pour l'Institut des océans et 6 pour Météo France. Celles développées par l'Institut des océans sont petites et légères (~ 0.6 m

de longueur, ~ 1.5 kg de poids), suivies par GPS (satellite) et logées dans une enveloppe PVC.

Le programme de déploiement proposé permettra de mieux comprendre la circulation des courants de surface, la répartition et le mélange des masses d'eau dans la zone explorée par la mission et, par extension, des substances contenues dans ces masses d'eau.

Ces données seront utiles transversalement à plusieurs projets de recherche menés au cours de la mission océan Indien.



Plan de déploiement initial des 30 bouées dérivantes de surface ;
 Les X représentent les 24 bouées développées par l'Institut des océans de l'UWA-OI ;
 Les O représentent les 6 bouées dérivantes de surface fournies par Météo-France.



Une des bouées dérivantes légères développées par l'Institut des océans de l'Université d'Australie occidentale.

© Nick D'Adamo/Institut des océans

QU'EST-CE QU'UNE BOUÉE MÉTÉO DÉRIVANTE DE SURFACE ?

Aujourd'hui, la plupart des bouées météo dérivantes opérationnelles sont constituées par des sphères de 35 à 40 cm de diamètre, munies d'une ancre flottante de 6-7 mètres de long et d'un mètre de diamètre, centrée à 15 mètres de profondeur. Ces bouées, dites SVP (Surface Velocity Programme), pèsent environ 25 kg et participent depuis près de 20 ans au Global Drifter Programme (GDP) du Data Buoy Cooperation Panel (DBCP). Certaines bouées sont équipées de sondes numériques pour la température, voire parfois même de capteurs pour la salinité et température.

Grâce à leur déplacement, les flotteurs SVP permettent de mesurer le courant de surface. Cette donnée sert notamment à valider les modèles d'analyse et de prévision de la circulation océanique basés sur des observations satellitaires (altimétrie).

LE SAVIEZ-VOUS ?

Le créateur des premières bouées dérivantes n'est autre que Léonard de Vinci (1452-1519). Pour déterminer la vitesse du courant dans une rivière, il construisit un dispositif simple fait d'une tige lestée et d'un flotteur. Il mesura son déplacement en aval après un laps de temps donné et obtint ainsi suffisamment de données pour calculer le débit du cours d'eau.



Le mot du porteur du projet : **Nick D'Adamo**

La circulation des différentes masses d'eau et des multiples micro-courants de surface dans cette région du monde est d'une grande complexité, qui s'explique en partie par la présence des nombreuses îles et des monts-sous-marins. Le largage de ces bouées contribuera à nous faire progresser.

Le Dr Nick D'Adamo de l'Université d'Australie occidentale (UWA-OI) a près de 30 ans d'expérience dans le domaine du génie maritime, de la recherche océanographique biophysique ou de l'évaluation des impacts environnementaux et de la conservation de la biodiversité. Il a été précédemment responsable

du Bureau de programme de Perth en soutien de la Commission océanographique intergouvernementale de l'Unesco ; il est membre du comité d'orientation de la mission océan Indien.

△ Nick D'Adamo © Michel Dagnino. Institut océanographique



— FAIRE DECOUVRIR LA MISSION ET SES ENJEUX AU PLUS GRAND NOMBRE PAR LA MEDIATION

FÉDÉRER LES PUBLICS, CRÉER L'INTERACTIVITÉ ET LE DIALOGUE, SUSCITER L'ENGAGEMENT

La mission dans l'océan Indien ne repose pas uniquement sur ce programme scientifique dense et pluridisciplinaire, son objectif est également de valoriser les contenus, connaissances et ressources issues de cette opération, en favorisant l'échange et la transmission des savoirs avec le plus grand nombre, par un programme de médiation varié qui va, dans ses différentes composantes, s'adresser à un large public, aux acteurs de la société civile et aux décideurs.

UNE MISSION CONNECTÉE : UN VÉRITABLE JOURNAL DE BORD INTERACTIF !

Dès le départ du Cap en Afrique du Sud, il sera possible de suivre le déroulement de la mission. Les opérations de médiation programmées auprès du grand public et des publics spécialisés comme le public scolaire s'appuieront en particulier sur une page dédiée du site internet des Explorations de Monaco et sur l'interactivité que cet outil va permettre de créer pendant et après la mission : directs et conférences, dialogues et interactions avec les scientifiques et autres acteurs de la mission, fait du jour et carnet de bord, interviews, regard des artistes et créateurs, suivi du trajet du bateau et de la météo, visite du S.A. *Agulhas II*, mise à disposition de ressources...

Rendez-vous le 3 octobre 2022 pour le départ du bateau sur : www.monacoexplorations.org !

L'ARTICULATION AVEC LE PROGRAMME DIDEM

VERS UN DIALOGUE SCIENCES / DÉCIDEURS / SOCIÉTÉ CIVILE

En lien et en cohérence avec les thèmes de recherche de la mission océan Indien, en particulier les récifs coralliens et la pollution plastique, la Société des Explorations de Monaco apporte son soutien sur la période 2020-2023 au programme de dissémination scientifique DiDEM « Dialogue science - Décideurs pour une gestion intégrée des Environnements littoraux et Marins », développé sur le bassin océan Indien occidental (Comores, Kenya, Madagascar, Maurice, Mozambique, Seychelles, Tanzanie). Porté par l'Institut de recherche pour le développement (IRD), ce programme a pour objectif de faciliter et valoriser le dialogue entre les scientifiques et les décideurs au niveau de la sous-

région de l'océan Indien occidental, notamment pour élaborer des solutions de gestion durable des milieux naturels dans les pays en voie de développement.

Cette démarche a pour ambition de faciliter la prise en compte et l'intégration des résultats, des recommandations et de la démarche scientifiques dans la prise de décision, la formation ou l'éducation au sein de la société civile. Elle va de la formation et de la communication auprès de la jeunesse en passant par le secteur privé, multi-acteurs recherche-entreprenariat-associations, jusqu'à l'ensemble des acteurs de la société civile en général et des décideurs.

LE PROJET PAREO : LES ENFANTS S'ENGAGENT POUR LES RÉCIFS

Projet innovant d'éducation à l'environnement, le projet PAREO (« le patrimoine récifal de l'océan Indien entre nos mains ») allie transmission des connaissances scientifiques, découverte du milieu sous l'angle de vue des nouvelles technologies et actions concrètes de conservation. Il incite les jeunes à devenir acteurs de la protection et de la bonne gestion de leur environnement quotidien.

Il se déroule dans quatre îles de l'océan Indien, La Réunion, l'île Maurice, l'île Curieuse aux Seychelles et l'île de Mohéli aux Comores. Ces îles ont en commun un patrimoine récifal exceptionnel qui malheureusement se dégrade sous la pression humaine.



AIRE MARINE ÉDUCATIVE AUX SEYCHELLES : UNE PREMIÈRE

En travaillant avec les enfants des îles au cours d'une année scolaire, ce projet initié en 2021 a pour but d'aboutir à la mise en place d'actions de conservation à partir de solutions envisagées et portées par les enfants eux-mêmes pour tisser des liens entre Science et Société. Aux Seychelles, où le projet est soutenu par les Explorations de Monaco, la création d'une Aire Marine Educative dans le parc national marin de l'île Curieuse, en partenariat avec les Seychelles Parks and Gardens

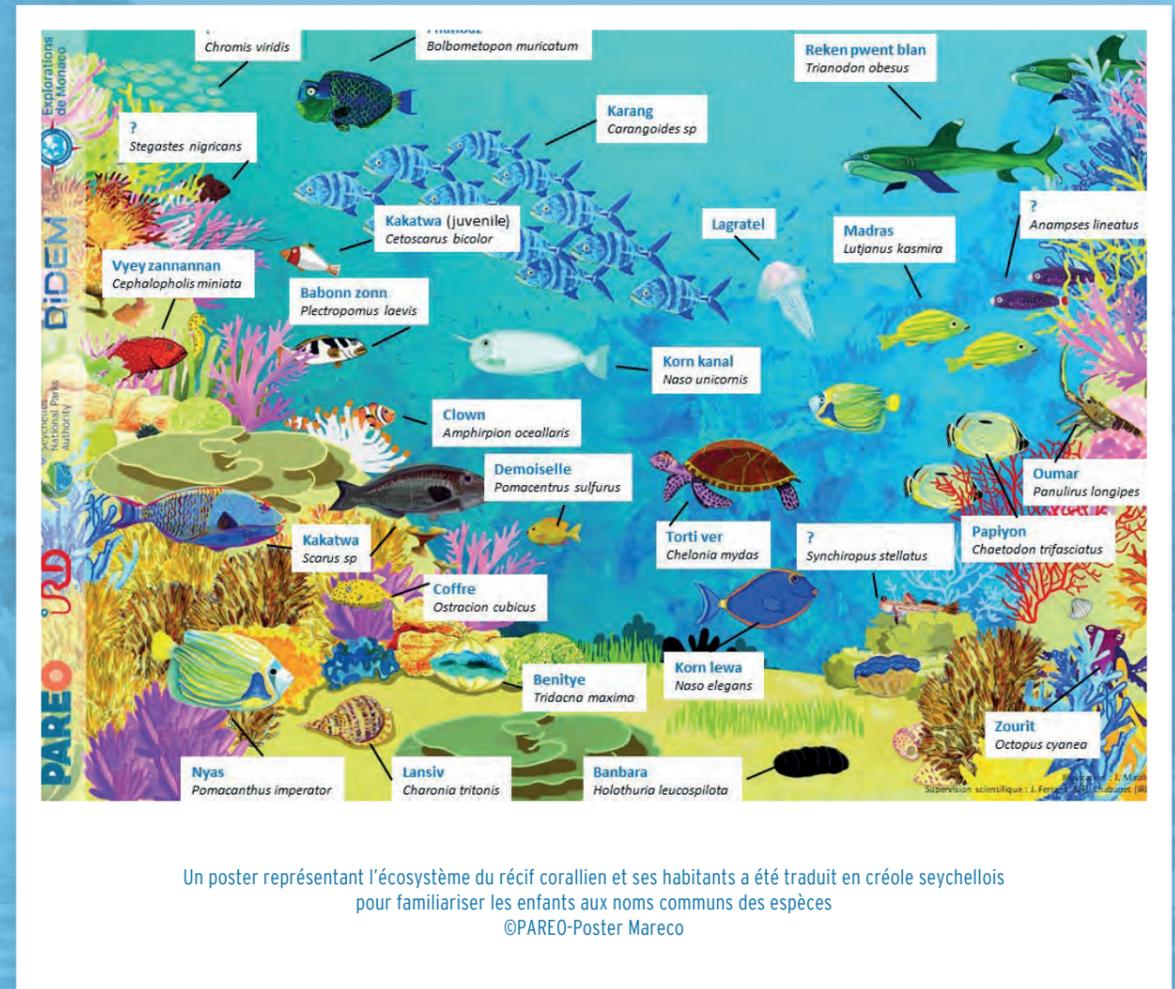
Authority (SPGA) est en cours et aboutira en septembre 2022. Les enfants rencontreront les acteurs de la mission au moment de l'escale du *S.A. Agulhas II* à Mahé le 28 octobre prochain pour des échanges passionnants en perspective. Au cours de la préparation du projet, l'Aire marine Educative de Monaco a apporté son concours et ses conseils. Le concept des Aires Marines Éducatives est en plein essor actuellement dans différentes parties du monde.



À la suite de la session de snorkeling, nous entrons en profondeur dans les connaissances : hier les activités portaient sur le nom des nageoires de poissons et les indicateurs de l'état de santé des récifs coralliens.

Lola Massé

IRD, biologiste marin, médiatrice et coordinatrice du projet PAREO. 28 juin 2022.



Un poster représentant l'écosystème du récif corallien et ses habitants a été traduit en créole seychellois pour familiariser les enfants aux noms communs des espèces ©PAREO-Poster Mareco

PROJET « THE FUTURE OF » : LE FUTUR DES DÉCHETS PLASTIQUES AUX SEYCHELLES

Alors que nous sommes confrontés à 5,7 milliards de tonnes de déchets plastiques non recyclés dans le monde, l'impact dévastateur à terre et dans l'Océan est évident. La quantité toujours croissante et stupéfiante de plastiques d'emballage consommés étouffe nos habitats naturels et amplifie la production de gaz à effet de serre tout en contribuant à l'augmentation de la température mondiale.

Aux Seychelles, le programme The Future Of®, coordonné par l'entreprise sociale SoScience, a lancé en 2021 un appel à projets innovants dans le cadre du développement de l'économie bleue pour réduire les déchets plastiques aux acteurs de la recherche, de l'entreprise, de l'économie sociale et des ONG pour faire émerger des collaborations multi-acteurs destinées à répondre à des défis environnementaux ou sociétaux préalablement identifiés.

Comment réduire la dépendance au plastique en développant des solutions mesurables et durables pour la collecte et la transformation du plastique ?

Pour répondre à cette problématique, trois projets ont finalement été sélectionnés en novembre 2021 :

- **Connect - Collect** : favoriser grâce à une application dédiée la mise en relation des acteurs de la filière plastique et le fonctionnement d'un système de gestion des déchets recyclables plus transparent, efficace et durable.
- **Awareness Campaign on Plastics** : sensibiliser la population au problème de la pollution plastique et l'éduquer à adopter les bonnes pratiques.
- **Recycling Machine** : promouvoir des technologies simples, peu coûteuses et faciles à utiliser pour traiter et transformer les déchets en fabricant à partir de ces déchets des produits de consommation valorisés dans la chaîne vertueuse de l'économie bleue.

Ces trois projets en cours de développement seront également présentés et valorisés au moment de l'escale du bateau aux Seychelles.



LES RENDEZ-VOUS ET PROGRAMMES ÉDUCATIFS

UNE COLLABORATION AVEC L'ÉDUCATION NATIONALE FRANÇAISE ET MONÉGASQUE

Dans le but de faire vivre la mission océan Indien de la façon la plus large possible, l'annonce du lancement de la page interactive dédiée à la mission est programmée à la rentrée scolaire pour une diffusion à tous les rectorats et académies en France.

Une présentation de la mission aux enseignants de collèges, lycées et cycle 3 du primaire de la Principauté a été également programmée à la rentrée.

De belles occasions de fédérer les jeunes générations autour de la mission océan Indien et de présenter aux enseignants le potentiel pédagogique de cet outil.



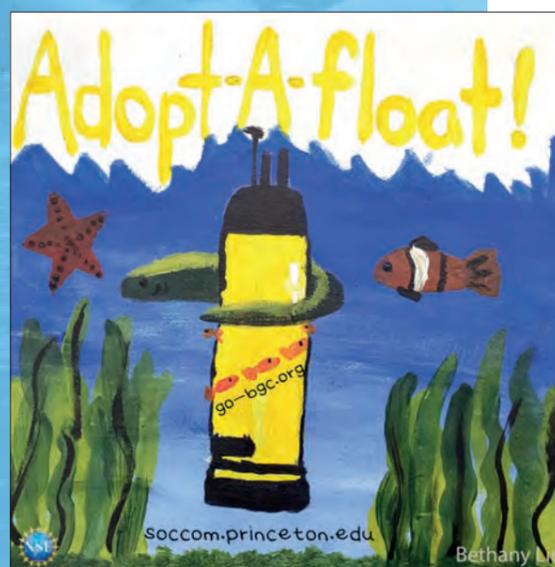
Mission océan Indien
Octobre et novembre 2022

Une expédition de recherche océanographique à vivre en direct !

Pour les enseignants et les élèves de primaire, collèges et de lycées, une interaction et des directs possibles avec les équipes présentes à bord du S.A. Agulhas II, des ressources éducatives accessibles sur la plateforme Web de la mission et bien d'autres possibilités. Une mission au cours de laquelle sciences, médiation et diplomatie seront mises au service de la gestion durable de l'Océan.

Rendez-vous début octobre 2022 sur la plateforme dédiée à la mission !

www.monacoexplorations.org



LE DISPOSITIF « EXPLORATEUR ET CITOYEN DES MERS »

Le dispositif « Explorateur et citoyen des mers » est soutenu par la Délégation Académique à l'éducation Artistique et Culturelle (DAAC) de l'Académie de Nice. Il a été construit et est mis en œuvre en partenariat avec le Musée océanographique de Monaco, dans le cadre du protocole d'accord sur les actions éducatives et culturelles et avec les Explorations de Monaco. Ce dispositif académique et transfrontalier structurant propose une approche scientifique, culturelle et

citoyenne des missions des Explorations de Monaco. Le principe de fonctionnement consiste notamment à utiliser les ressources issues des missions pour bâtir un projet pédagogique au niveau des classes et établir un dialogue avec les scientifiques impliqués. Une interaction pendant la mission océan Indien sera possible pour les classes de collèges et lycées inscrites à ce dispositif pour l'année scolaire 2022-2023.

ADOPT A FLOAT

Depuis maintenant dix ans, le Laboratoire d'Océanographie de Villefranche-sur-Mer (LOV) s'implique dans la diffusion des savoirs sur l'Océan à travers des actions de médiation scientifique élaborées à partir des observations recueillies par des robots conçus par le Laboratoire. C'est dans ce but que les projets « Adopt a float », dans lequel une classe d'élèves suit un robot pendant son voyage tout en bénéficiant d'un accompagnement par les scientifiques du laboratoire et « Mon océan & moi », portail de ressources à l'usage du grand public et des enseignants ont vu le jour. Le laboratoire a organisé de

nombreuses formations à l'attention des enseignants du secondaire (SVT, physique...) afin que leur enseignement sensibilise d'avantage les élèves aux enjeux de l'Océan. Dans le cadre la mission océan Indien et en collaboration avec les Explorations de Monaco et d'autres partenaires impliqués dans la mission comme l'Institut océanographique et son service Animations et éducation, l'équipe du LOV développera des actions de médiation à la fois innovantes et adaptées au grand public, aux jeunes et aux enseignants, en particulier ceux des Seychelles et de Maurice.

LE CONCOURS OCEANO POUR TOUS

L'Institut océanographique et son service Animations et éducation lancent pour l'année scolaire 2022-2023, un concours pédagogique à destination des collèges français et monégasques qui vise à tisser un lien profond entre les jeunes et la mer, en accompagnant les classes dans la découverte du monde marin et dans la concrétisation d'un projet contribuant à la protection de l'Océan. Dans le cadre de la mission océan Indien des Explorations de Monaco, l'annonce de ce concours a été également diffusée à La Réunion, aux Seychelles et à Maurice.

L'Océan comme bien commun et accessible à tous, telle est l'ambition du projet. L'accompagnement pédagogique proposé par l'Institut océanographique vise à : faire découvrir la biodiversité marine, permettre la compréhension du rôle de l'Océan dans la régulation du climat, analyser les impacts des activités humaines sur l'Océan, permettre une prise de conscience et un passage à l'action en faveur de l'Océan. L'accompagnement pédagogique proposé aux classes participantes par le service Animations de l'Institut océanographique prévoit l'accès aux ressources de la mission océan Indien pendant son déroulement et tout au long de l'année scolaire à venir.



L'ÉCOLE EMBARQUÉE À BORD DU S.A. AGULHAS II

FORMER LES ÉTUDIANTS ET JEUNES CHERCHEURS, ET TRANSMETTRE LES SAVOIRS DE TERRAIN

Dans le cadre des enseignements conjoint du Master Sciences de l'Univers, Environnement et écologie (SDUEE), mention Sciences de la mer-océanographie, environnements marins dispensés par Sorbonne Université et du Master Européen IMBRSea, 20 étudiants

seront présents à bord pendant la première étape de la mission. 10 jeunes étudiants chercheurs ou techniciens des Seychelles et de Maurice assisteront également aux cours donnés sur le bateau par les trois enseignants chercheurs présents.

64

UNE OPPORTUNITÉ UNIQUE

Ces jeunes étudiants auront ainsi l'opportunité unique de se former à la science de terrain et de bénéficier d'une transmission de savoir dans le cadre des opérations techniques et scientifiques auxquelles ils pourront prendre part. L'unité d'enseignement proposée abordera les thématiques de l'instrumentation, d'un plan de mission, du travail à la mer, de la méthodologie et de l'observation.

Les étudiants pourront échanger avec toutes les équipes scientifiques et profiter des interventions des responsables de projets, techniciens, opérateurs impliqués dans la mission.

DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

Les opérations scientifiques conduites à bord seront l'occasion de constituer et d'impliquer un groupe de jeunes scientifiques de la région qui aborderait toute la chaîne d'opérations permettant d'obtenir, à partir de nouveaux systèmes d'observation (flotteurs-professeur) et des systèmes plus traditionnels (CTD-rosette), des données multidisciplinaires qualifiées (physique, chimie, biologie).

Cette école embarquée constitue un moyen privilégié de connecter différents savoirs disciplinaires en mobilisant et en ordonnant des connaissances théoriques pour répondre aux problèmes concrets rencontrés.



Fabien Lombard

La diversité des activités qui se dérouleront pendant la campagne offrira des opportunités uniques de formation et d'acquisition de savoir-faire pour des étudiants de l'Université des Seychelles et de l'Université de Maurice, ainsi que pour de jeunes techniciens et chercheurs des institutions marines de ces deux pays.

Si deux flotteurs peuvent être déployés en partenariat avec les gouvernements des Seychelles et de Maurice, et si de jeunes scientifiques de ces pays ont pu être formés aux bonnes pratiques de l'usage de ces robots, des actions à plus long terme pourront alors être envisagées.

Fabien Lombard, responsable de l'école embarquée. Enseignant - chercheur, LOV-IMEV.

△ Fabien Lombard © LOV/IMEV

65

— LA RÉSIDENCE D'ARTISTES : ARTS ET SCIENCES AU SERVICE D'UNE CAUSE COMMUNE

Dans la grande tradition des explorations scientifiques des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles, la Société des Explorations de Monaco a souhaité enrichir la composition de son équipe en proposant à deux artistes de se joindre à elle pendant la mission. A la suite d'un appel à résidence d'artistes lancé le 15 novembre 2021, et d'une pré-sélection de 6 candidats au mois de février 2022, le choix du comité de sélection s'est porté sur deux jeunes créateurs : Elise Rigot et Rémi Leroy.

À travers leur projet, ces deux artistes témoigneront à leur façon de cette aventure humaine aux multiples facettes, du travail réalisé par les acteurs de la mission, des rencontres avec la nature, le milieu marin, la faune et la flore qui le peuplent. Deux visions originales qui font aussi de ces deux artistes des acteurs à part entière de cette mission.

Leur créativité, leur sensibilité et leur imagination seront mises au service de ce projet d'envergure afin de poser un regard personnel, différent et unique. Cette résidence d'artistes permettra de provoquer, susciter et amplifier, grâce à la rencontre et au dialogue de l'art et de la science, l'adhésion à la cause de la protection et de la gestion durable de l'Océan.

RÉMI LEROY : CAP VERS UN DIALOGUE ART-SCIENCE

Peut-on raconter au-delà des mots la recherche scientifique, trop souvent cantonnée à un langage hermétique et complexe ? En quoi l'interdisciplinarité et le travail de terrain peuvent-ils enrichir le regard des scientifiques et du public ? Ces réflexions constituent la matière première des projets portés par Rémi Leroy.

Il tente à travers eux d'unir ses différents parcours (artiste, ingénieur spécialisé dans les énergies renouvelables, enseignant). Son dessein : contribuer à la révolution écologique en créant des récits illustrés capables d'amener un vaste public à concevoir d'autres manières d'interagir avec l'environnement.



△ Scènes de mission et carte Océan Indien © Rémi Leroy



ÉLISE RIGOT : RACONTER LES HISTOIRES DU BANC DE SAYA DE MALHA

Le travail d'Elise Rigot, artiste et chercheuse en design basée à Toulouse, en France, interroge les liens entre les sciences naturelles, les sciences de l'ingénieur et l'art. Quelle perception avons-nous de la variété des êtres vivants ? Comment pourrions-nous nous rendre plus sensibles à ceux-ci ? Son art utilise comme vecteurs des

technologies 3D (impression 3D, scan, réalité virtuelle (VR), rayon-X, etc.) pour leur puissance politique et esthétique, ainsi que le son et les podcasts.

Se mettre à la place des êtres vivants qui nous entourent, adopter leur point de vue est l'une de ses approches.

△ Créations et sculptures 3D © Elise Rigot



QUI SOMMES-NOUS ? LES EXPLORATIONS DE MONACO



Les Explorations de Monaco sont au confluent de la plupart des thèmes qui me sont chers, et qui résonnent particulièrement en moi à cet égard. C'est une aventure qui fait aussi écho aux plus belles traditions de la Principauté, et s'adresse à l'humanité entière.

S.A.S. le Prince Albert II de Monaco

RÉCONCILIER L'HUMANITÉ ET LA MER

La Société des Explorations de Monaco, coordinatrice du programme et de la mise en œuvre de la mission « Océan Indien » est une plateforme au service de l'engagement de S.A.S. le Prince Albert II de Monaco en matière de connaissance, de gestion durable et de protection de l'Océan. Créée à l'initiative du Gouvernement de la Principauté de Monaco, cette plateforme associe la Fondation Prince Albert II de Monaco, l'Institut océanographique, le Centre Scientifique de Monaco

et le Yacht Club de Monaco. Elle vient en appui des actions de ces institutions par des missions menées à l'international qui articulent une recherche scientifique de qualité, garante du développement des connaissances utiles à la prise de décision, la sensibilisation d'un large public, en particulier les jeunes générations, pour susciter l'engagement, informer et mobiliser, et un engagement politique au plus haut niveau pour une gestion intelligente et durables des milieux naturels.

La direction générale est assurée par le Conseil d'Administration de la Société des Explorations de Monaco, présidé par le Ministre d'État de la Principauté, S.E. M. Pierre Dartout.



Avec de nombreux chercheurs, ces dernières années, nous avons initié, encouragé ou financé quantité de programmes dans quatre directions : la protection de la mégafaune, la protection des coraux, les nouvelles technologies d'exploration et l'étude des aires marines protégées (AMP).

S.A.S. le Prince Albert II de Monaco
L'Homme et l'Océan - Flammarion et Versilio, 2022.



Robert Calcagno : Administrateur délégué des Explorations de Monaco

Robert Calcagno est directeur général de l'Institut océanographique, Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco, depuis 2009. A ce titre, il dirige le Musée océanographique de Monaco et la Maison de l'Océan à Paris. Très impliqué dans le développement d'une société plus durable et équilibrée et

dans la protection de l'Océan, cet ancien Conseiller du Cabinet de S.A.S. le Prince Albert II de Monaco a occupé le poste de Ministre chargé de l'Environnement en Principauté de 2006 à 2009. Il est l'auteur de plusieurs ouvrages destinés au grand public, dont « Tortues marines - la grande odyssee », « Méduses - à la conquête de l'océan », « Requins - au-delà du mythe » et « Coraux, un trésor à protéger ». En tant qu'administrateur délégué des Explorations de Monaco, il veille avec le Conseil d'administration à la cohérence et à la pertinence des actions menées par rapport à l'engagement du Souverain pour l'Océan sur le plan international.

△ Robert Calcagno © Thierry Ameller. Institut océanographique



Gilles Bessero : Directeur des Explorations de Monaco et chef de la mission océan Indien

Gilles Bessero est directeur opérationnel de la Société des Explorations de Monaco depuis avril 2019. Membre de l'Académie de marine française depuis 2010, il a une formation technique en océanographie physique, en relevés hydrographiques et en cartographie nautique et une expérience de la mer. Il

a été directeur général du Service hydrographique national français (2005-2010), inspecteur à l'Inspection de la Direction générale de l'armement (2010-2012) et directeur de l'Organisation hydrographique internationale (2012-2017). Il est l'auteur de plusieurs ouvrages. En tant que chef de mission, c'est lui qui veille à la bonne coordination et à la mise en œuvre de toutes les opérations programmées pendant la mission.

△ Gilles Bessero © Magali Boussion. Monaco Explorations



QUATRE GRANDES THÉMATIQUES D'ÉTUDE :

LES QUATRE FILS CONDUCTEURS D'UNE DÉMARCHE AU LONG COURS

Depuis avril 2017, date de leur lancement, de nombreuses expéditions ont été conduites à travers le monde par les Explorations de Monaco, toutes articulées autour de quatre grandes thématiques d'étude :

► Carte des missions des Explorations de Monaco menées à travers le monde depuis 2017 © Monaco Explorations



La protection de la mégafaune

La première mission des Explorations de Monaco à Madère en septembre 2017 s'est intéressée à l'un des mammifères marins actuellement les plus menacés au monde. La situation inquiétante du phoque moine de Méditerranée (*Monachus monachus*) est à l'image de l'état de la plupart des populations de grands prédateurs dans le monde, aussi bien sur terre qu'en mer. Leur étude et leur protection sont devenues essentielles à la préservation des équilibres naturels. De nombreux programmes sont soutenus et développés dans le monde par la Principauté de Monaco afin de contribuer à une protection durable de la mégafaune et à l'acquisition des moyens nécessaires pour atteindre cet objectif : les projets de la Fondation Prince Albert II pour la protection du phoque moine ou du requin baleine, la récente ouverture d'un Centre de soins pour les tortues marines au Musée Océanographique ou la sensibilisation des usagers de la mer en sont des exemples.

La protection des coraux

Hawaï, Palaos, Eilat en Israël, la Méditerranée ou encore la Norvège ; la Société des Explorations de Monaco et ses partenaires font de l'étude des récifs coralliens dans les régions tropicales et des coraux profonds dans le monde entier une priorité. Le Centre Scientifique de Monaco est l'un des leaders mondiaux en matière de recherche sur les coraux et apporte à chaque mission des Explorations de Monaco une contribution majeure dans ce domaine. Ce travail de recherche s'inscrit dans le cadre de la politique de sauvegarde globale de la biodiversité marine menée à l'échelle internationale par la Principauté de Monaco et son Souverain. La co-présidence jusqu'en 2020, avec l'Australie et l'Indonésie, de l'Initiative internationale pour les récifs coralliens (ICRI), la Déclaration pour la sauvegarde des récifs coralliens lancée lors de la Conférence « Our Ocean » de 2017 par S.A.S le Prince Albert II de Monaco, les missions organisées dans le cadre des Explorations de Monaco ou soutenues par la Fondation Prince Albert II de Monaco réaffirment l'engagement de la Principauté en faveur de la protection des coraux.

Le développement des Aires Marines Protégées (AMP)

Actuellement, 2,2% de la surface de l'Océan est placée sous haute protection (zones où les prélèvements sont interdits), et 7,68% de sa surface est couvert par des aires marines protégées bénéficiant de régimes de protection spécifiques. Les experts internationaux recommandent d'étendre à 30% la surface protégée de l'Océan d'ici à 2030. La Principauté de Monaco s'investit à plusieurs niveaux. La Fondation Prince Albert II de Monaco soutient de nombreux projets liés aux aires marines protégées à travers le monde. En mars 2019, la 10ème édition de la Monaco Blue Initiative, réunion internationale co-organisée par l'Institut océanographique et la Fondation Prince Albert II de Monaco réunissait des experts de ce sujet majeur. In situ, pendant les expéditions, les projets scientifiques, environnementaux ou éducatifs soutenus par les Explorations de Monaco confirment le rôle essentiel joué par les aires marines protégées dans la construction d'une relation harmonieuse, équilibrée et durable entre l'Homme et la Nature.

Les nouvelles technologies

L'un des objectifs de la Principauté et de son Souverain à travers les Explorations de Monaco est de favoriser pendant les missions l'émergence de nouvelles techniques d'exploration du milieu marin et de sa biodiversité, dans le but d'améliorer la qualité des observations de terrain, de faciliter les prélèvements d'échantillons et de recueillir davantage de données dans de meilleures conditions, en favorisant le développement de procédures non intrusives et non impactantes. Ces nouveaux outils sont testés et expérimentés pour faire progresser la connaissance de l'Océan et des êtres vivants qui le peuplent. Leur mise en œuvre passe aussi par le développement des relations et des coopérations de l'État monégasque avec de nombreux pays dans le monde. Le développement d'une navigation propre utilisant les nouvelles énergies de demain est un domaine auquel le Yacht Club de Monaco apporte également une contribution importante.

LES PARTENAIRES DE LA PLATEFORME DES EXPLORATIONS DE MONACO



La détermination de S.A.S. le Prince Albert II en faveur d'un développement durable de la Principauté se traduit dans les actions de Son gouvernement qu'il s'agisse de la préservation de la biodiversité, de la gestion des ressources, de la mise en œuvre d'un plan énergie climat. Le Gouvernement Princier mène une politique ambitieuse en faveur de la préservation de la biodiversité, de la sobriété énergétique et de la lutte contre les déchets plastiques sur le territoire de la Principauté. Parmi ces missions, la mise en œuvre des nombreuses Conventions et Accords internationaux ratifiés par la Principauté, comme le Protocole de Kyoto et plus récemment l'Accord de Paris sur le climat. Monaco est également un membre historique de la Convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction, dite CITES^{1*}, qui a instauré un système de permis.

Enfin, la Principauté de Monaco participe activement à la préservation de la Méditerranée au travers notamment de l'accord RAMOGE, du sanctuaire « Pelagos », de la Convention de Barcelone, et accueille également en son sein des entités internationales ayant pour vocation l'étude et la préservation du milieu marin (ACCOBAMS^{2*}, Laboratoires de l'environnement de l'AIEA^{3*}, ...).



La Fondation Prince Albert II de Monaco est une organisation internationale à but non lucratif qui s'engage à protéger et faire progresser la santé planétaire pour les générations actuelles et futures. Créée par S.A.S. le Prince Albert II de Monaco en 2006, la Fondation souhaite promouvoir une nouvelle relation avec la nature ainsi que les innovations qui peuvent accélérer ce changement. La Fondation a pour objectif de favoriser le développement de solutions efficaces pour la biodiversité, le climat, l'océan et les ressources en eau de notre planète. Elle intervient dans trois principales zones géographiques : le bassin méditerranéen, les régions polaires et les pays moins avancés.



Fondé en 1906 par le Prince Albert I^{er}, l'Institut océanographique, Fondation Albert I^{er}, Prince de Monaco fédère depuis 150 ans les acteurs scientifiques, politiques et économiques, les associations et le grand public autour d'un seul et même objectif : « faire connaître, aimer et protéger l'Océan ».

L'Institut océanographique est une fondation reconnue d'utilité publique en France qui, sous l'impulsion de son président d'honneur, S.A.S. le Prince Albert II, contribue à l'engagement de Monaco pour l'Océan. Porteur de nombreux projets sur la scène nationale et internationale (colloques, expositions, programmes pédagogiques...), l'Institut océanographique poursuit une mission de médiation environnementale et s'appuie pour cela sur trois piliers : ses deux établissements - le Musée océanographique de Monaco et la Maison de l'Océan à Paris - et des outils numériques qui permettent un accès dématérialisé à d'innombrables ressources, facilitant ainsi les échanges et portant toujours plus loin la voix de l'Océan.



Dédié à la recherche scientifique, fondamentale et appliquée, les travaux développés par les équipes du Centre Scientifique de Monaco sont regroupés en trois départements : Biologie marine, spécialisé dans l'étude des coraux et des récifs coralliens, Biologie polaire, spécialisé dans l'étude des populations de manchots et Biologie médicale. La préoccupation primaire des chercheurs de ces départements est d'étudier les bases du fonctionnement des organismes dans le but de mieux comprendre, et donc de mieux anticiper, les effets des stress environnementaux (physiologie de la conservation) ou de traitements thérapeutiques (recherche translationnelle). La proximité des chercheurs favorise des échanges riches favorables à l'émergence de nouvelles idées aux frontières des disciplines. Le Centre possède une large attractivité internationale avec plus de 70 collaborateurs venus depuis 2013, date d'installation du CSM dans ses nouveaux locaux du Quai Antoine 1^{er}, de 15 pays (dont Europe, Etats-Unis, Japon, Australie, Nouvelle-Zélande, Palaos, Brésil, Caraïbes, Canada, Oman, Arabie Saoudite...).



Fondé par le Prince Rainier III en 1953 et présidé par S.A.S. le Prince Albert II depuis 1984, le Yacht Club de Monaco est un club privé et exclusif qui rassemble aujourd'hui 2500 membres de 81 nationalités, partageant des valeurs communes autour de sa devise « Un Esprit, une Equipe, un Club ».

Conformément à ses statuts, ce club privé a pour particularité d'être chargé d'une mission de délégation de service public en témoigne son rôle d'animateur du port et de catalyseur de toutes les activités liées au Yachting en Principauté.

La Principauté a toujours été une destination majeure pour le Yachting. Préserver un certain « Art de Vivre la Mer », sauvegarder l'environnement, honorer le patrimoine nautique et promouvoir les technologies les plus innovantes..., c'est à travers les valeurs de son label « La Belle Classe » et bien au-delà de son cercle de membres que le YCM fédère les propriétaires et tous les acteurs du Yachting, en leur offrant une plateforme de communication et d'échanges.

Le YCM contribue à sa promotion et à son rayonnement avec pour volonté de mener une politique résolument tournée vers la préservation de l'environnement. A travers le projet « Monaco, Capital of Advanced Yachting », l'ambition est de positionner la Principauté comme une escale incontournable de la Grande Plaisance en mettant en lumière les dernières innovations technologiques



LES PARTENAIRES DE LA MISSION • REMERCIEMENTS



IMAGES LIBRES DE DROITS MISSION OCÉAN INDIEN

Vous trouverez nos photos, vidéos
et infographies libres de droits sur :

www.monacoexplorations.org/espacepresse

Merci de mentionner les copyrights

CONTACT PRESSE

Explorations de Monaco

Oceane Gasquy

Ogasquy@monacoexplorations.org
