

SPHYRNA ODYSSEY

Six mois à l'écoute des abysses Six months listening to the abyss

En savoir + / To find out more:
www.sphyrna-odyssey.com



La Mission *Sphyrna Odyssey*, initiée par Sea Proven, Marine & Océans et le *Laboratoire d'informatique et systèmes* (LIS) de l'Université de Toulon, s'est achevée en mars 2020 à Monaco. Lancée en septembre 2019 avec le principal soutien de la *Fondation Prince Albert II de Monaco*, de la *Société des Explorations de Monaco* et de l'ACCOBAMS¹, elle a mobilisé scientifiques, ingénieurs, logisticiens et communicants, pour la première mission océanographique jamais menée en France à partir de navires autonomes. Les deux NLA (navires laboratoires autonomes[©]) conçus et développés par Sea Proven, à ce jour les plus grands de ce type au monde, étaient équipés de nombreux capteurs ainsi que d'hydrophones très sensibles capables d'enregistrer les sons des cétacés jusqu'à 2000 mètres de profondeur. Propulsés par un moteur électrique alimenté par les énergies solaire, éolienne et hydrolienne, d'une capacité d'emport de plus d'une tonne de matériels, les *Sphyrna 55* (17 mètres) et *Sphyrna 70* (21 mètres) ont validé leur adaptabilité à ces missions complexes de bioacoustique sous-marine, et leur résistance aux conditions hivernales difficiles rencontrées en Méditerranée occidentale. *Marine & Océans* et toute l'équipe de la Mission *Sphyrna Odyssey* remercient leurs partenaires monégasques ainsi que leurs autres soutiens - Lemer Pax, l'Agence spatiale européenne, le Centre national d'études spatiales, Kineis, Atmosphère, Actual, V Yacht, Itika -, sans qui cette mission n'aurait pas été possible. ■

The *Sphyrna Odyssey Mission*, initiated by Sea Proven, Marine & Oceans and the *Computer and Systems Laboratory* (LIS) of the University of Toulon, ended in March 2020 in Monaco. Launched in September 2019 with the main support of the *Prince Albert II of Monaco Foundation*, the *Société des Explorations de Monaco* and ACCOBAMS¹, it brought together scientists, engineers, logisticians and communication specialists for the first oceanographic mission ever conducted in France from autonomous vessels. The two NLAs (Navires Laboratoires Autonomes[©]) designed and developed by Sea Proven, to date the largest of this type in the world, were equipped with numerous sensors as well as highly sensitive hydrophones capable of recording the sounds of cetaceans at depths of 2000 metres. Propelled by an electric engine powered by solar, wind and tidal energy, with a loading capacity of more than one ton of equipment, the *Sphyrna 55* (17 meters) and *Sphyrna 70* (21 meters) confirmed their adaptability to these complex underwater bioacoustic missions, and their reliability in the difficult winter conditions encountered in the western Mediterranean. Marine & Oceans and the entire *Sphyrna Odyssey Mission* team would like to thank their Monegasque partners as well as their other supporters - Lemer Pax, the European Space Agency, the Centre national d'études spatiales, Kineis, Atmosphère, Actual, V Yacht, Itika - without which this mission would not have been possible. ■

Bertrand de Lesquen, Directeur Marine & Océans,
Coordinateur Mission *Sphyrna Odyssey* / Director Marine & Oceans,
Coordinator Mission *Sphyrna Odyssey*



1 - Accord sur la Conservation des Cétacés de la Mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente.

1 - Agreement on the Conservation of Cetaceans of the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area.

Entretien avec/Interview with Gilles Bessero & Philippe Mondielli



© DR

G. Bessero



P. Mondielli

© NADEGE MASSE

« Les navires autonomes représentent l'océanographie du futur. »

"Autonomous vessels represent the oceanography of the future."

Philippe Mondielli

Partenaires de la mission *Sphyrna Odyssey* 2019-2020, la Fondation Prince Albert II de Monaco et la Société des Explorations de Monaco incarnent l'engagement de la Principauté pour la connaissance et la préservation des écosystèmes marins. Entretien croisé avec Philippe Mondielli, Directeur scientifique de la Fondation Prince Albert II et Gilles Bessero, Directeur de la Société des Explorations de Monaco.

As partners of the *Sphyrna Odyssey* 2019-2020 mission, the Prince Albert II Foundation and the *Société des Explorations de Monaco* symbolize the Principality's commitment to the knowledge and preservation of marine ecosystems. Interview with Philippe Mondielli, Scientific Director of the Prince Albert II Foundation and Gilles Bessero, Director of the *Société des Explorations de Monaco*.

Propos recueillis par/Interview by Eugénie Tiger

Qu'est-ce qui a motivé votre soutien à la mission *Sphyrna Odyssey* 2019-2020 ?

Gilles Bessero : La Société des Explorations de Monaco a été créée pour servir l'engagement du Prince souverain pour la connaissance, la gestion durable et la protection des océans, dans la ligne de l'objectif de développement durable 14 : « conserver et exploiter de manière durable les océans ». À ce titre, les programmes de recherche portant sur la Méditerranée et sur la protection des espèces qui y vivent nous intéressent particulièrement. Par ailleurs, la dimension innovante de la mission *Sphyrna Odyssey* répond à l'une de nos priorités : elle mobilise des avancées technologiques significatives, avec les navires autonomes mais aussi sur le plan de l'acoustique et du traitement du signal.

Philippe Mondielli : Depuis presque 14 ans la Fondation Prince Albert II de Monaco soutient des projets et pilote des initiatives sur la thématique de la connaissance et de la préservation des océans. En 2018, elle était partenaire du projet ACCOBAMS Survey Initiative, visant à référencer les populations de cétacés en Méditerranée et dans la mer Noire. Elle avait conditionné son soutien au test et à l'utilisation de moyens de surveillance peu émetteurs de carbone d'où notre intérêt immédiat pour la mission *Sphyrna Odyssey* : à nos yeux, ces navires autonomes représentent l'océanographie du futur.

Tell us what motivated your support for the *Sphyrna Odyssey* 2019-2020 mission?

Gilles Bessero : The Société des Explorations was created to serve the Sovereign Prince's commitment to the knowledge, sustainable management and protection of the oceans, in line with the sustainable development goal 4: "conserve and sustainably use the oceans". In this respect, we are particularly interested in research programmes on the Mediterranean and on the protection of the species living there. In addition, the innovative dimension of the *Sphyrna Odyssey* mission addresses one of our priorities as it involves significant technological advances, not only in terms of autonomous vessels but also in the field of acoustics and signal processing.

Philippe Mondielli : For nearly 14 years now, the Prince Albert II Foundation has been supporting projects and leading initiatives in the field of ocean knowledge and preservation. In 2018, it became a partner of the ACCOBAMS Survey Initiative project, aiming at documenting cetacean populations in the Mediterranean as well as in the Black Sea. At that time, its support was conditioned on the testing and use of low-carbon monitoring methods, thus explaining our immediate interest in the *Sphyrna Odyssey* mission: to us, these autonomous vessels represent the oceanography of the future.

Quelles sont justement les perspectives ouvertes par ces navires en matière de connaissance et de préservation des écosystèmes marins ?

GB : Les navires autonomes permettent de couvrir de grandes distances dans des conditions plus souples et moins onéreuses que des navires à équipage. Ils sont donc un élément de réponse essentiel à « l'abyssal besoin de connaissance » exprimé au moment du Grenelle de la Mer en 2009 et qui reste toujours d'actualité. Au-delà des missions scientifiques, on peut également les imaginer jouer un rôle précieux dans la surveillance des zones maritimes à protéger.

PM : En effet, le champ des possibles est immense. À la différence des balises Argos, déjà présentes en nombre à l'échelle mondiale, les navires autonomes peuvent être déployés très rapidement dans des zones d'intérêt ou d'urgence, comme en cas de pollution ou de phénomènes écologiques brutaux par exemple. Ils peuvent également effectuer de plus longues missions, moins onéreuses que les navires océanographiques classiques mais plus durables en termes de temps comme de consommation en énergie. C'est donc l'outil moderne et efficace qui permet le mieux d'agir rapidement pour la protection des océans.

« *Sphyrna Odyssey* mobilise des avancées technologiques significatives, avec les navires autonomes mais aussi sur le plan de l'acoustique et du traitement du signal. »

Gilles Bessero

In your opinion, what are the perspectives that these boats allow in terms of knowledge and preservation of marine ecosystems?

GB : Autonomous boats enable us to cover long distances in more flexible and less expensive conditions than boats operated with a crew. As a result, they are an essential part of the response to the "abyssal need for knowledge" expressed during the Grenelle de la Mer in 2009, and that is still relevant today. In addition to scientific missions, we can imagine them playing a precious role in the surveillance of maritime zones that need to be protected.

PM : Indeed, the scope of opportunities is immense. Unlike Argos beacons, which are already deployed in large quantities in all oceans, autonomous ships can be deployed very quickly in areas of interest or emergency, such as in the event of pollution or sudden environmental phenomena, for example. They can also be deployed on longer missions, less expensive than with conventional oceanographic ships, and yet more sustainable in terms of time and energy consumption. It is clearly the most modern and efficient tool for a quicker response to the protection of the oceans.

"*Sphyrna Odyssey* involves significant technological advances, not only in terms of autonomous vessels but also in the field of acoustics and signal processing."

Monaco semble vouloir renouer avec les expéditions maritimes. Est-ce le cas ?

GB : En réalité, la Principauté n'a jamais cessé de s'intéresser à l'Océan, dans la continuité de l'action du Prince Albert 1^{er}, qui fonda en 1906 l'Institut océanographique dont le Musée océanographique de Monaco. Aujourd'hui, alors que ces sujets sont plus que jamais d'actualité, cet élan historique a été renouvelé avec S.A.S. le Prince Albert II, qui est personnellement attaché à l'idée de connaître et de faire connaître les océans, et de promouvoir leur gestion durable. Depuis qu'il est chef d'Etat il relaie ces sujets au plus haut niveau. Dans ce contexte, la Société des Explorations de Monaco a vocation à associer partenaires monégasques et internationaux autour de grandes expéditions.

PM : Effectivement, Monaco a toujours été tournée vers la mer, sa connaissance et sa protection. Aujourd'hui, il s'agit de renouer avec les expéditions maritimes, mais en intégrant tout le potentiel des technologies contemporaines. L'ambition est de préserver les écosystèmes étudiés en déployant des dispositifs d'exploration au bilan carbone acceptable et à l'impact environnemental réduit. Les expéditions maritimes seront toujours nécessaires, car certaines dimensions de la recherche exigeront toujours la présence humaine et de grosses unités, mais de nombreux domaines de la science océanographique peuvent être étudiés par d'autres

It seems that Monaco has decided to renew its involvement in maritime expeditions. Is that the case?

GB : In fact, the Principality has never really lost interest in the ocean, following the action of Prince Albert 1st, who founded in 1906 the Oceanographic Institute including the Oceanographic Museum of Monaco. Today, at a time when these subjects are more than ever relevant, this historic movement is being renewed with Prince Albert II, who is personally attached to the idea of knowing the oceans and making them known, while encouraging their sustainable management. Since he became Head of State, he has been taking these issues to the highest level. In this context, the Société des Explorations has vocation to associate Monegasque and international partners working together on large-scale expeditions.

PM : Indeed, Monaco has always been concerned with the sea, its knowledge and protection. Today, it is a question of renewing maritime expeditions, while integrating all the potential that today's technologies offer. The ambition is to preserve the studied ecosystems by deploying exploration devices with an acceptable carbon balance and a reduced impact on the environment. Maritime expeditions will always be necessary, as certain aspects of research will always require the presence of humans and the use of large ships, but many fields of oceanographic research can be studied with other means. Current technology allows to collect an



« Les navires autonomes permettent de couvrir de grandes distances dans des conditions plus souples et moins onéreuses que des navires à équipage. »

"Autonomous boats enable us to cover long distances in more exible and less expensive conditions than boats operated with a crew."

Gilles Bessero

moyens. La technologie actuelle permet de récolter des données toujours plus nombreuses sans impacter le milieu, grâce à des dispositifs comme les navires autonomes, les balises Argos ou les systèmes de « tag satellite » pour les animaux.

Quelles sont les priorités de votre action pour les océans ?

GB : À la Société des Explorations de Monaco, notre feuille de route est d'organiser des missions collaboratives associant institutions monégasques et partenaires internationaux. Notre ADN, c'est de combiner trois dimensions : la recherche scientifique et la médiation, mais aussi un débouché politique, incarné par le Prince souverain. Notre ambition globale est de contribuer, modestement, à réconcilier l'humanité et la mer. Pour cela, nous travaillons autour de quatre thèmes principaux : le développement des aires marines protégées et la promotion de leur bonne gestion, la protection des coraux, la protection de la mégafaune et la promotion de nouvelles technologies d'exploration. La mission *Sphyrna Odyssey* s'inscrit pleinement dans ces deux derniers champs. Pour le printemps 2021, nous préparons actuellement une mission importante en océan Indien occidental, s'appuyant sur le *Pourquoi Pas ?*, un des fleurons de la flotte océanographique française.

PM : La Fondation poursuit des objectifs multiples dans tous les océans. En Arctique, dans l'océan Austral, dans le Pacifique, dans l'océan Indien comme en Méditerranée, nous menons des actions concrètes pour renforcer et développer les aires marines protégées car nous savons qu'elles sont le meilleur outil possible pour préserver les écosystèmes et la diversité de nos océans. Avec d'autres pays nous avons ainsi été à l'origine du *Med Fund*, un fonds fiduciaire dédié aux aires marines protégées de Méditerranée, et nous menons des actions politiques comme celle qui a contribué à ce

increasing number of data without impacting the environment, using equipment such as autonomous vessels, Argos beacons or "satellite tagging" systems for animals.

What are the priorities for your action for the oceans?

GB : The roadmap of the Société des Explorations de Monaco consists in organising collaborative missions associating Monégasque institutions and international partners. Our approach consists in combining three different dimensions: scientific research and public outreach, but also a political dimension, in the person of the Sovereign Prince. Our global ambition is to contribute, very modestly, to restoring links between mankind and the sea. To achieve this, we work on four main issues: the development of marine protected areas and the promotion of their appropriate management, the protection of corals, the protection of megafauna and the promotion of new exploration technologies. The *Sphyrna Odyssey* mission is perfectly in line with these last two fields. For the spring of 2021, we are now working on a very important mission in the Western Indian Ocean, with the support of the *Pourquoi Pas ?*, one of the flagships of the French oceanographic fleet.

PM : The Foundation has multiple objectives, in all oceans. In the Arctic, in the Southern Ocean, in the Pacific, in the Indian Ocean as well as in the Mediterranean Sea, we carry out concrete actions to reinforce and develop marine protected areas, since we believe that they are the best possible instrument to preserve the ecosystems and the diversity of our oceans. Along with other countries, we initiated the *Med Fund*, a trust fund dedicated to marine protected areas in the Mediterranean, and we are carrying out political actions to make the Ross Sea, in the An-

que la mer de Ross, en Antarctique, devienne une aire marine protégée. En parallèle, sur la problématique de la pollution plastique, la Fondation Prince Albert II a lancé BeMed avec Surfrider Europe, la Fondation Tara, la Fondation Mava et l'IUCN, pour créer un réseau d'acteurs méditerranéens impliqués en amont dans des actions collaboratives destinées à réduire la pollution à la source. Enfin, nous sommes attachés à la protection d'une espèce emblématique, le phoque moine, très présente en Méditerranée il y a quelques siècles mais que l'homme avait quasiment éradiqué depuis. Pour favoriser une collaboration plus efficace entre experts et faire en sorte que cette espèce puisse retrouver sa place en Méditerranée, nous avons créé la *Monk Seal Alliance* qui rassemble plusieurs bailleurs impliqués dans sa protection.

« L'ambition est de préserver les écosystèmes étudiés en déployant des dispositifs d'exploration au bilan carbone acceptable et à l'impact environnemental réduit. »

Philippe Mondielli

Vous avez contribué à la création de la Monaco Ocean Week.¹ Quelle est l'origine de ce rendez-vous et quelles sont ses ambitions ?

PM : Au départ, l'événement s'intitulait la *Monaco Blue Initiative* et ne durait qu'une journée. Très vite, nous avons réalisé que cela générerait de la frustration de ne pas disposer du temps nécessaire pour approfondir et développer un plus grand nombre de thématiques liées à la protection des océans. C'est ainsi que la *Monaco Ocean Week* est née, en 2017. Son objectif est de favoriser une vision globale et moderne de la protection des océans, en abordant des sujets très différents mais complémentaires, qui se nourrissent entre eux. Les acteurs intéressés par les problématiques liées aux océans viennent travailler, échanger, réfléchir ensemble. Cette année, les deux drones de la mission *Sphyrna* sont présentés dans le cadre d'une journée dédiée à l'innovation, le 25 mars incarnant une manière nouvelle de pratiquer l'océanographie¹.

GB : La Société des Explorations de Monaco a été créée après la *Monaco Ocean Week*, donc nous n'avons pas contribué à sa création, mais nous sommes associés à son édition 2020¹. Nous organisons notamment cette journée consacrée à l'innovation, pour laquelle nous avons souhaité réunir l'ensemble des acteurs concernés, qu'ils soient industriels, scientifiques, universitaires... L'idée est d'aborder l'innovation sous tous les angles, y compris dans sa dimension socio-économique, pour confronter besoins et solutions possibles. Nous soutenons et participons aussi à des actions de médiation avec, entre autres, la projection d'un documentaire dédié à l'expédition *Gombessa V* menée en Méditerranée en juillet 2019 par le plongeur et photographe Laurent Ballesta, avec le soutien conjoint de la Fondation Prince Albert II et de la Société des Explorations de Monaco, ainsi qu'une conférence de présentation des premiers résultats scientifiques de la mission *Sphyrna Odyssey*. ■

¹ - L'édition 2020 de la Monaco Ocean Week a dû être annulée en raison de la crise du Coronavirus.

arctic, a marine protected area. In parallel, as regards the issue of plastic pollution, the Prince Albert II Foundation initiated BeMed, together with Surfrider Europe, the Tara Foundation, the Mava Foundation and the IUCN, to implement a network of Mediterranean actors involved in upstream collaborative actions in order to cut pollution at the source. Finally, we are attached to the protection of an emblematic species, the monk seal, which was very common in the Mediterranean a few centuries ago before it was almost eradicated. In order to promote more effective collaboration between experts and to make sure that this species can regain its place in the Mediterranean, we created the Monk Seal Alliance which gathers several contributors involved in its protection.

"The ambition is to preserve the studied ecosystems by deploying exploration devices with an acceptable carbon balance and a reduced impact on the environment."

You have contributed to the creation of the Monaco Ocean Week¹. What is the origin of this event and what are its ambitions?

PM : At the beginning, the event was called the *Monaco Blue Initiative* and was held over a single day. We very soon realised that it was a source of frustration not to have enough time to explore and develop a greater number of issues related to ocean protection. This is how the *Monaco Ocean Week* was born, in 2017. It aims at developing a global and modern vision of the protection of the oceans, by addressing very different and yet complementary topics, which are mutually enriching. Actors involved in ocean-related issues come to work, exchange ideas and debate together. This year, the two drones of the *Sphyrna* mission will be presented on March 25th as part of a special day symbolizing a new way of doing oceanography¹.

GB : The Société des Explorations de Monaco was created after the *Monaco Ocean Week*, which means that we did not contribute to its creation, but we are associated with the 2020¹ edition. We are notably organising this special day dedicated to innovation, for which we wanted to bring together all the parties concerned, whether they come from industry, science, academia, etc. The concept is to consider innovation from all angles, including its socio-economic dimension, so as to confront needs and possible solutions. We also support and participate in outreach actions with, among other things, the projection of a documentary dedicated to the *Gombessa V* expedition carried out in the Mediterranean in 2019 by the diver and photographer Laurent Ballesta, with the joint supports of the prince Albert II Foundation and that of the Société des Explorations de Monaco. We also propose a lecture presenting the first scientific results of the *Sphyrna Odyssey* mission. ■

¹ - Due to the Coronavirus outbreak, the 2020 edition of the Monaco Ocean Week has been cancelled.



Entretien avec/Interview with Hervé Glotin

« Les drones de surface nous permettent de décrypter en 3D les sons abyssaux des cétacés. »

"UAVs allow us to decode in 3D the abyssal sounds of cetaceans."

Acousticien, Professeur à l'Université de Toulon et à l'Institut universitaire de France, le Professeur Hervé Glotin est également le directeur scientifique de la Mission *Sphyrna Odyssey*. Retour sur six mois de mobilisation à l'écoute des cétacés en Méditerranée.

Acoustician, Professor at the University of Toulon and at the *Institut universitaire de France*, Pr. Hervé Glotin is also the scientific director of the *Sphyrna Odyssey* Mission. A look back at six months of mobilization listening to cetaceans in the Mediterranean.

Propos recueillis par/Interview by Eugénie Tiger

Comment résumeriez-vous la Mission *Sphyrna Odyssey* 2019-2020 ?

Pendant six mois, nous avons mené une mission principale de bioacoustique sous-marine dans les abysses méditerranéennes, grâce à deux navires laboratoires autonomes de surface *Sphyrna* et un navire-base d'où les ingénieurs programmaient les drones et les scientifiques récoltaient les données. Nous avons étudié une vaste zone maritime : au large de Toulon, Antibes et Monaco, mais aussi au large des Baléares et dans le golfe du Lion. La météo nous a ralenti pour aller plus à l'Est pour l'instant.

Quels étaient vos objectifs prioritaires ?

Notre objectif était de suivre et d'écouter cinq espèces de cétacés grands plongeurs : le cachalot, le globicéphale, le grand dauphin, le dauphin de Risso et le Ziphius. Grâce aux drones *Sphyrna*, nous souhaitions calculer leurs déplacements en 3D, notamment en plongée profonde. Nous nous interrogeons aussi sur l'interaction entre le trafic maritime en surface et la forme de nage adoptée par ces espèces.

How would you sum up the *Sphyrna Odyssey* Mission 2019-2020?

During six months, we mainly carried out an underwater bioacoustics mission in the Mediterranean abyss, thanks to two *Sphyrna* autonomous surface laboratory vessels along with a base-ship from which engineers programmed the drones and scientists collected data. We studied a vast maritime area: off Toulon, Antibes and Monaco, but also off the Balearic Islands and in the Gulf of Lion. Due to bad weather conditions we could not go further eastwards this time.

What were your priority objectives?

Our objective was to follow and listen to five species of large deep-diving cetaceans: sperm whales, pilot whales, bottlenose dolphins, Risso's dolphin and Ziphius. Using the *Sphyrna* drones, our intention was to calculate their movements in 3D, especially in deep diving. We also worked on the interaction between maritime traffic at the surface and the swimming behaviour adopted by these species.



« Nous avons étudié une vaste zone maritime : au large de Toulon, Antibes et Monaco, mais aussi au large des Baléares et dans le golfe du Lion. »
"We studied a vast maritime area: off Toulon, Antibes and Monaco, but also off the Balearic Islands and in the Gulf of Lion."

Pr Hervé Glotin

Avez-vous travaillé en « mode innovation », pour cette Mission ?

Absolument. Habituellement, nous travaillons plutôt avec des bouées statiques équipées de systèmes d'acoustique passive ou à partir de navires pour des sorties ponctuelles. La mobilité des drones et leur capacité à effectuer des mesures sur le temps long changent totalement la donne. L'un des défis liés à leur utilisation est de contrôler leurs déplacements de manière cohérente, pour observer au mieux les fonds et l'activité des cétacés. C'est complexe, mais le fait de déployer deux systèmes de mesure est vraiment intéressant : en comparant les données récoltées par chacun, on obtient des résultats fiabilisés.

Quels sont les premiers résultats de la mission ?

Concernant les cachalots, nos observations permettent d'en savoir plus sur leurs habitats favoris et de faire évoluer les statistiques sur leurs déplacements et leur présence. Les données acoustiques récoltées nous permettent d'étudier les trajectoires de nage individuelles au sein de groupes de cachalots. Pour cela

Did you work in an "innovation mode" for this Mission?

Absolutely. We usually work with static buoys equipped with passive acoustic systems or from ships for occasional campaigns. The mobility of the drones and their ability to collect data over a long period of time completely changes the situation. One of the challenges regarding their use is how to control efficiently their motions to better observe the seabed and cetacean activity. It is complex, but deploying two measurement systems is really interesting: by comparing the data collected by each gear, we obtain reliable results.

What are the first results of the mission?

As regards sperm whales, our observations helped us to learn more about their favourite habitats and to improve the statistics on their movements and presence. The acoustic data collected allow us to study individual swimming trajectories within groups of sperm whales. To achieve this, we work with artificial intelligence methods to bring together the sounds from the same individual, rather than separating sounds from different individuals. This allows us

« Concernant les cachalots, nous travaillons avec des méthodes d'intelligence artificielle pour grouper les sons issus d'un même individu, plutôt que de séparer les sons issus de différents individus. »

"As regards sperm whales, we work with artificial intelligence methods to bring together the sounds from the same individual, rather than separating sounds from different individuals."

Pr Hervé Glotin



« Pour avancer sur l'étude de la « pollution sonore », nous avons relevé les bruits anthropiques liés à l'activité humaine dans les différentes octaves correspondant aux canaux d'audition des espèces étudiées. »

"In order to make progress in the study of the "noise pollution", we recorded the anthropogenic noises resulting from human activity in the different octaves that correspond to the auditory channels of the species studied."

Pr Hervé Glotin



© PAULINE COTTAZ

nous travaillons avec des méthodes d'intelligence artificielle pour grouper les sons issus d'un même individu, plutôt que de séparer les sons issus de différents individus. Cela nous permet de calculer la trajectoire 3D de chaque individu par -1000 m. C'est un défi scientifique passionnant, qui représente un travail considérable. D'autre part, avec les globicéphales, de longues rencontres dans le golfe du Lion nous ont permis d'obtenir des données acoustiques précises. En recherchant d'éventuelles signatures acoustiques et biométriques individuelles, nous pouvons étudier si chaque animal se différencie acoustiquement des autres. Nous avons noté que la présence de globicéphales annonce l'absence de cachalots, résultat attendu, le premier prédatant le second.

Du côté des grands dauphins, nous avons mesuré leur présence dans les zones côtières mais nous n'avons pas rencontré de grands groupes. Le Risso est absent. Quant au Ziphius, nous ne l'avons pas encore détecté sur les bandes son : il nous reste encore beaucoup de données à analyser.

to calculate the 3D trajectory of each individual at depths of 1000 metres. This is an exciting scientific challenge, which represents a considerable amount of work.

On the other hand, with pilot whales, long observations in the Gulf of Lion enabled us to collect precise acoustic data. By searching potential individual acoustic and biometric signatures, we can focus on how an animal differs from another one from an acoustic point of view.

We noted that the presence of pilot whales means that sperm whales are absent in the area. An expected result, considering that pilot whales may prey on sperm whales.

As for bottlenose dolphins, we measured their presence in coastal areas but we could not observe any large group. The Risso's was absent, and as for the Ziphius, we have not yet detected it on the audio tapes: we still have a lot of data to analyze.

How would you assess the level of human noise pollution and its impact on the ecosystem?

This pollution impacts the entire trophic chain: mollusc larvae are no longer able to fix on the reefs, alevins grow less, mammals are disoriented and have more difficulty in feeding... Three levels of disturbance have been identified in cetaceans, depending on the intensity and frequency of the noise pollution. It can result in disturbance that causes the animal to leave an area of interest (a hunting or breeding area for example) but it can also disturb its ability to locate its prey and to find its way in its environment.

And if the pollution level is too high, it can even injure or even destroy the auditory system, cause stress-related embolisms and, in the end, stranding after a few hours. In order to make progress in the study of this "noise pollution", we recorded the anthropogenic noises resulting from human activity in the different octaves that correspond to the auditory channels of the species studied. The idea is to link the variation of these sounds with the absence or presence of mammals, or even with the type of behaviour observed.

Comment évaluez-vous l'importance de la pollution sonore causée par l'Homme, et son impact sur l'écosystème ?

Cette pollution a des impacts tout au long de la chaîne trophique : les larves de mollusques ne parviennent plus à se fixer sur les récifs, les alevins grandissent moins, les mammifères sont désorientés et peinent à se nourrir... Sur les cétacés, il existe trois niveaux de perturbation, en fonction de la puissance et de la fréquence de la pollution acoustique. Cela peut se traduire par une gêne qui fait fuir l'animal d'une zone d'intérêt (une zone de chasse ou de reproduction par exemple) Mais cela peut aussi perturber sa capacité à localiser ses proies et à se repérer dans son environnement. Et si la pollution est trop importante, elle peut aller jusqu'à blesser voire détruire son système d'audition, provoquer des embolies liées au stress et, in fine, un échouage au bout de quelques heures. Pour avancer sur l'étude de cette « pollution sonore », nous avons relevé les bruits anthropiques liés à l'activité humaine dans les différentes octaves correspondant aux canaux d'audition des espèces étudiées. L'idée est de corréler l'évolution de ces sons avec l'absence ou la présence de mammifères, voire avec le type de comportement observé.

Cette Mission 2019-2020 s'inscrit dans le cadre d'une campagne plus globale de missions scientifiques. Quels sont les projets que vous souhaiteriez développer avec vos partenaires, Sea Proven et la revue Marine & Océans ?

Je propose de rejoindre les Antilles, pour compléter un observatoire que j'ai contribué à installer, des Bahamas au Venezuela, composé d'une vingtaine de nos stations acoustiques offshore. Les drones Sphyrna se déplaceraient dans ce réseau de capteurs pendant quelques mois pour ajuster et préciser les observations réalisées par les systèmes fixes. Nous recherchons aujourd'hui des financements pour ce projet à haute valeur ajoutée technologique et scientifique, mais aussi en termes d'image, fédérant pratiquement toutes les nations des Antilles.



© PAULINE COTTAZ

This Mission 2019-2020 is part of a more global campaign of scientific missions. What projects would you like to develop together with your partners, Sea Proven and Marine & Oceans magazine?

I suggest going to the West Indies, to complete an observation station I have contributed to install, from the Bahamas to Venezuela, consisting of about twenty of our offshore acoustic stations. The Sphyrna drones would navigate this network of sensors for a few months to adjust and fine-tune the observations made by the fixed systems. We are now raising funds for this project, which in addition to its high technological and scientific added value, is also of great interest in terms of image, as it brings together almost all the nations of the West Indies.

SPHYRNA ODYSSEY

L'avènement des navires laboratoires autonomes

The advent of autonomous laboratory vessels

Les deux navires laboratoires autonomes *Sphyrna*, conçus, développés et opérés par la startup *Sea Proven* ont achevé une présence de six mois en Méditerranée pour la Mission *Sphyrna Odyssey*. Quels enseignements retirer du premier engagement, dans la durée et dans des conditions souvent difficiles, de ces deux prototypes innovants. Explications à chaud...

The two autonomous *Sphyrna* laboratory vessels, designed, developed and operated by the start-up *Sea Proven* have just completed a six-month navigation in the Mediterranean for the *Sphyrna Odyssey* Mission. What conclusions can be drawn from the first long-term mission of these two innovative prototypes in often difficult conditions?

Par/By **Fabien de Varenne**, Président fondateur de *Sea Proven*/Founding President of *Sea Proven* & **Antoine Thébaud**, Directeur général de *Sea Proven*/Managing Director of *Sea Proven*

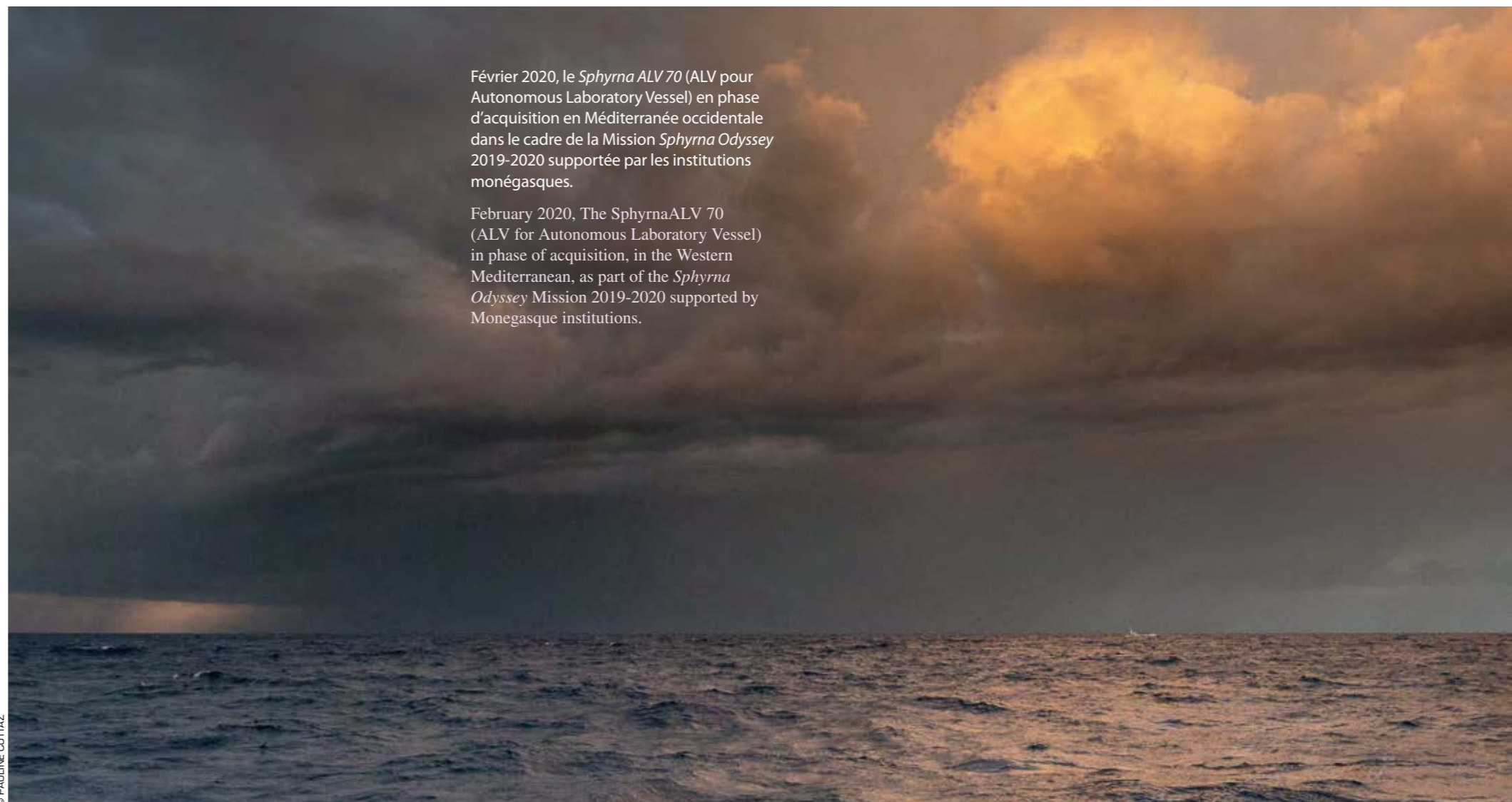
Conçus et développés par *Sea Proven*, à Laval, en Mayenne, le *SphyrnaALV 55* d'une longueur de 17 mètres et le *SphyrnaALV 70* de 21 mètres sont actuellement les plus grands navires civils de ce type au monde. S'inspirant de la forme des pirogues polynésiennes, les *SphyrnaALV* offrent des performances hydrodynamiques remarquables. Leur conception et leur *design* innovants en font des navires de surfaces autonomes uniques, caractérisés par quatre points forts. Tout d'abord, une très grande stabilité : grâce à leurs coques asymétriques, le tangage et le roulis sont extrêmement diminués. Ce *design* offre également aux *SphyrnaALV* la spécificité de générer très peu de perturbations physiques et sonores pour les équipements installés à bord. C'est ce qui a permis à l'équipe du Professeur Hervé Glotin (lire son interview page 64), de faire des acquisitions acoustiques uniques lors de cette mission *Sphyrna Odyssey* 2019-2020¹. Nous avons pu, en effet, écouter, pour la première fois et sur de longues périodes, des groupes de cétacés en plein hiver et cela même par mer 3. Autre point fort

Designed and developed by *Sea Proven* in Laval, Mayenne, the *Sphyrna ALV 55* and the *Sphyrna ALV 70* (respectively 17 and 21 meters long) are currently the largest non-military boats of this type ever operated in the world. Inspired by the shape of Polynesian pirogues, the *Sphyrna* prototypes reveal remarkable hydrodynamic performance. With their innovative conception and design these unique, unmanned surface boats are characterized by four crucial elements. First of all, their very high level of stability: due to their asymmetrical hulls, pitch and roll motions are considerably reduced. Such design also provides the specificity of generating very low physical and noise disturbance to the equipment installed on board. This is what allowed Professor Hervé Glotin's team (see interview on page 64) to collect unique acoustic data during this *Sphyrna-Odyssey* 2019-2020 mission¹. For the first time ever, we were able to listen to groups of cetaceans in the middle of winter, over significant periods of time, even by sea state 3. Range is definitely another key component of the *Sphyrna*

Février 2020, le *Sphyrna ALV 70* (ALV pour Autonomous Laboratory Vessel) en phase d'acquisition en Méditerranée occidentale dans le cadre de la Mission *Sphyrna Odyssey* 2019-2020 supportée par les institutions monégasques.

February 2020, The *SphyrnaALV 70* (ALV for Autonomous Laboratory Vessel) in phase of acquisition, in the Western Mediterranean, as part of the *Sphyrna Odyssey* Mission 2019-2020 supported by Monegasque institutions.

© PAULINE COTTAZ



des *SphyrnaALV*, leur autonomie. Les navires sont propulsés par un moteur électrique alimenté par les énergies solaire, éolienne et hydrolienne. Ce mix énergétique permet autant d'alimenter la propulsion que les équipements embarqués, et tout cela sans aucune consommation d'énergie carbonée. La carène des navires a, en outre, été optimisée pour réduire la trainée et donc la consommation énergétique. Tous ces éléments nous permettent d'opérer des missions en pleine mer, à une vitesse de 5 nœuds, pendant une dizaine de mois.

DE FORMIDABLES COLLECTEURS DE DONNÉES

Troisième atout des *Sphyrna*, une architecture légère et robuste. La mission *Sphyrna Odyssey* a parfaitement validé l'adaptabilité des navires à ces missions très exigeantes que sont les missions acoustiques, mais également leur robustesse dans les conditions hivernales difficiles de la mer Méditerranée dans lesquelles ils ont été opérés entre septembre 2019 et mars 2020. Cette robustesse est d'autant plus remarquable que les *Sphyrna* ont par ailleurs

ALVs. The ships are propelled by an electric engine powered by solar, wind and tidal energy. This energy mix provides power for the propulsion system as well as for on-board equipment without any consumption of carbon energy. In addition, the hulls of the vessels have been optimized to reduce drag and therefore energy consumption. All these specifications allow us to carry out 10-month offshore missions, at a speed of 5 knots.

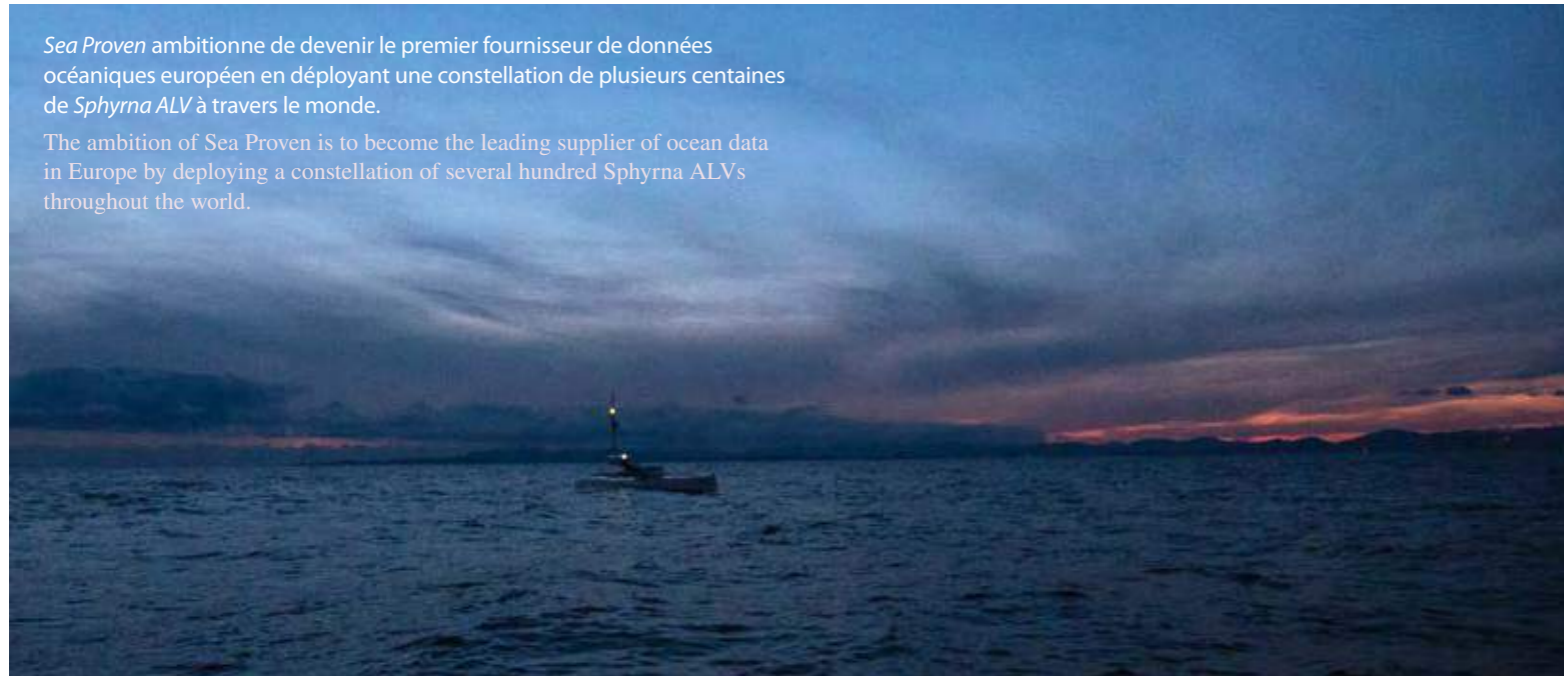
GREAT DATA COLLECTORS

The *Sphyrna*'s third asset is their lightweight and strong architecture. The *Sphyrna-Odyssey* mission perfectly demonstrated the ships' adaptability to the very demanding requirements of acoustic missions, as well as their robustness in the severe winter conditions of the Mediterranean Sea in which they were operated between September 2019 and March 2020. Such reliability is even more remarkable as the *Sphyrna* were also designed to be deployed and dismantled very easily by an extremely reduced team of two people.

1 - www.sphyrna-odyssey.com

Sea Proven ambitionne de devenir le premier fournisseur de données océaniques européen en déployant une constellation de plusieurs centaines de *Sphyrna ALV* à travers le monde.

The ambition of Sea Proven is to become the leading supplier of ocean data in Europe by deploying a constellation of several hundred *Sphyrna ALVs* throughout the world.



Saint-Tropez, septembre 2019, Fabien de Varenne et Michel Desjoyeaux à bord du *SphyrnaALV 55*.
Saint-Tropez, September 2019, Fabien de Varenne and Michel Desjoyeaux onboard the *SphyrnaALV 55*.

Jean-Baptiste Hanrion, ingénieur, programmeur des navires laboratoires autonomes *Sphyrna*.

Jean-Baptiste Hanrion, engineer, programmer of the *Sphyrna* autonomous laboratory ships.



été conçus pour être mobilisés et démobolisés très facilement par une équipe ultra légère de deux personnes. Transportables dans des conteneurs standards de 40 pieds, ils peuvent être aisément projetés où que ce soit dans le monde. Dernière spécificité des *Sphyrna* : leur capacité d'emport, jusqu'à plus d'une tonne de matériel, qui fait de ces navires de formidables collecteurs de données, jusqu'à cinquante typologies différentes, parmi lesquelles : le suivi par acoustique passive des cétacés grands plongeurs grâce à des hydrophones ultra sensibles conçus par le laboratoire d'informatique et systèmes (LIS) de l'Université de Toulon, la mesure de facteurs anthropiques (pollutions sonores, qualité chimique du milieu, radioactivité...), la photogrammétrie 3D d'herbiers de posidonies et de fonds marins, la courantologie, et bien d'autres paramètres utiles aux scientifiques et aux entreprises pour mieux comprendre et *manager* les activités humaines de manière durable.

RÉVOLUTIONNER L'EXPLORATION OCÉANOGRAPHIQUE

Les enjeux environnementaux, sociétaux, économiques et politiques du XXI^{ème} siècle sont intimement liés à nos océans. Or cet écosystème, vaste et complexe, nous est encore très largement méconnu (seuls 10% du relief des fonds marins, au-delà de 200 mètres, est connu selon l'Organisation hydrographique internationale). Partant de ce constat, une question se pose : comment pouvons-nous faire changer et garantir que les activités humaines seront durables pour nos océans si nous n'avons pas la capacité de connaître, suivre et surveiller correctement 71% de notre planète ? Nous sentons bien que la prise de conscience des acteurs économiques et politiques de la mer s'accélère et

Transportable in standard 40-foot containers, they can be easily deployed anywhere in the world. The last specificity of the *Sphyrna* is their capacity to load more than a ton of material, which makes them precious data collectors, for up to fifty different types of data, including : passive acoustic monitoring of deep-diving cetaceans using ultra-sensitive hydrophones designed by the Computer and Systems Laboratory (LIS) of the University of Toulon, measurement of anthropogenic factors (noise pollution, chemical quality of the environment, radioactivity, etc.), 3D photogrammetry of Posidonia meadows and of seabed, currents, and many other parameters useful to scientists and companies to better understand and manage human activities in a sustainable way.

REVOLUTIONIZING OCEANOGRAPHIC EXPLORATION

The environmental, societal, economic and political issues of the 21st century will be closely linked to our oceans. And yet, this vast and complex ecosystem is still largely unknown (ac-

que beaucoup d'entre eux souhaitent engager des démarches durables. Ils ont besoin pour cela d'équipements technologiques aujourd'hui largement éprouvés et validés dans le domaine océanique, mais également de vecteurs résolument innovants pour pouvoir déployer ces technologies à grande échelle : les *SphyrnaALV* ont été conçu dans cet objectif. *Sea Proven* ambitionne en effet de devenir le premier fournisseur de données océaniques européen en déployant une constellation de plusieurs centaines de *SphyrnaALV* à travers le monde. Tels des satellites de la mer, ils permettront de créer une cartographie précise de nos océans en temps réel, et viendront compléter les données déjà acquises par des outils standards (satellites, bouées dérivantes, navires scientifiques). Une manière de révolutionner l'exploration océanographique mondiale.

economic and political decision makers in the field of maritime issues is now accelerating and that many of them are willing to get involved in sustainable actions. To do so, they need technological equipment tested and made reliable for oceanic use, but also resolutely innovative vectors to be able to deploy these technologies on a large scale: the *Sphyrna ALVs* were designed with this objective. The ambition of *Sea Proven* is to become the leading supplier of ocean data in Europe by deploying a constellation of several hundred *Sphyrna ALVs* throughout the world. Operating like sea satellites, they will make possible to draw an accurate mapping of our oceans in real time, thus enriching the data already acquired by conventional tools (satellites, drifting buoys, research vessels). A way to revolutionize global oceanographic exploration.



Février 2020, tournage pour le JT de France 2 et pour le magazine Thalassa à bord du navire-base de la Mission *Sphyrna Odyssey*.
February 2020, shooting for the France 2 TV news and for Thalassa magazine onboard the base-ship of the *Sphyrna Odyssey* Mission.