

Sphyrna Odyssey, l'innovation au service de la science

Pendant trois mois, entre septembre et décembre 2019, le *Sphyrna 55* (17 mètres), ici au large de Porquerolles, et le *Sphyrna 70* (21 mètres), sont mis au service des scientifiques pour une mission inédite en Méditerranée, dédiée à l'étude des cétacés et à la collecte d'une large gamme de données. Ces deux *Navires laboratoires autonomes* (NLA), les plus grands navires (civils) de ce type au monde, sont conçus et développés par le bureau d'études navales *Sea Proven*, basé à Laval en Mayenne, dirigé par Fabien de Varenne. Cette mission, appelée *Sphyrna Odyssey*¹, la première à mettre en œuvre des drones navals océaniques, a été initiée par *Sea Proven* et la revue *Marine & Océans*, et est placée sous la direction scientifique du Professeur Hervé Glotin de l'Université de Toulon.

¹ - Sphyrna fait référence aux différentes espèces de requin-marteau



www.sphyrna-odyssey.com





Sphyrna Odyssey, une mission scientifique exceptionnelle au service des océans

La Mission *Sphyrna Odyssey*, soutenue par la *Fondation Prince Albert II de Monaco*, la *Société des explorations de Monaco* et l'*Accobams* (lire page 56), révolutionne les missions scientifiques maritimes par la mise en œuvre inédite de deux *Navires laboratoires autonomes (NLA)*, et par sa capacité à étudier les espèces sans avoir à les déranger, ni même à les approcher. Explications.

Pour la première fois une mission scientifique, initiée par le bureau d'études navales *Sea Proven* et par la revue *Marine & Océans*, est menée, sous la direction de l'*Université de Toulon*, à partir de deux drones navals océaniques, parfaits symboles, comme le disent les acteurs de la *Silicon Valley*¹, de la *french ocean tech*. Cette mission *Sphyrna Odyssey* dédiée au suivi bioacoustique des cétacés et à la collecte d'une large gamme de données scientifiques, se déroule pendant trois mois, entre septembre et décembre 2019, en Méditerranée, dans un vaste espace maritime situé entre le golfe de Gênes et les Baléares, avec une grande boucle de 1 200 milles marins (soit plus de 2 200 kilomètres) le long du courant ligurien. Ses objectifs : écouter, à l'aide d'hydrophones de dernière génération, des cachalots et d'autres grands « plongeurs » pour mieux comprendre leur comportement ; évaluer les pollutions sonores, dues aux activités humaines, qui perturbent leur environnement ; apporter des solutions aux risques de collision entre cétacés et navires ; mieux connaître l'écosystème méditerranéen pour au final, mieux le protéger. Particularité : les hydrophones placés sous les drones *Sphyrna*, capables d'écouter tout ce qui évolue sous l'eau dans un rayon de 6 000 mètres et jusqu'à 2 000 mètres de profondeur, permettent aux scientifiques du *Laboratoire d'Informatique et Systèmes* de l'Université de Toulon, d'étudier avec une très grande précision les animaux marins sans avoir à les approcher, révolutionnant tout simplement ce type de missions scientifiques (lire interview page 58).

UNE ÉQUIPE ET DES NAVIRES UNIQUES

Dotés d'une autonomie océanique, les deux drones utilisés pour cette mission, plus légitimement appelés *Navires laboratoires autonomes (NLA)*, sont actuellement les plus grands navires autonomes (civils) au monde. Ils sont prioritairement dédiés à des missions de surveillance maritime, de connaissance des espaces maritimes, mais aussi d'identification, de localisation et d'évaluation de res-

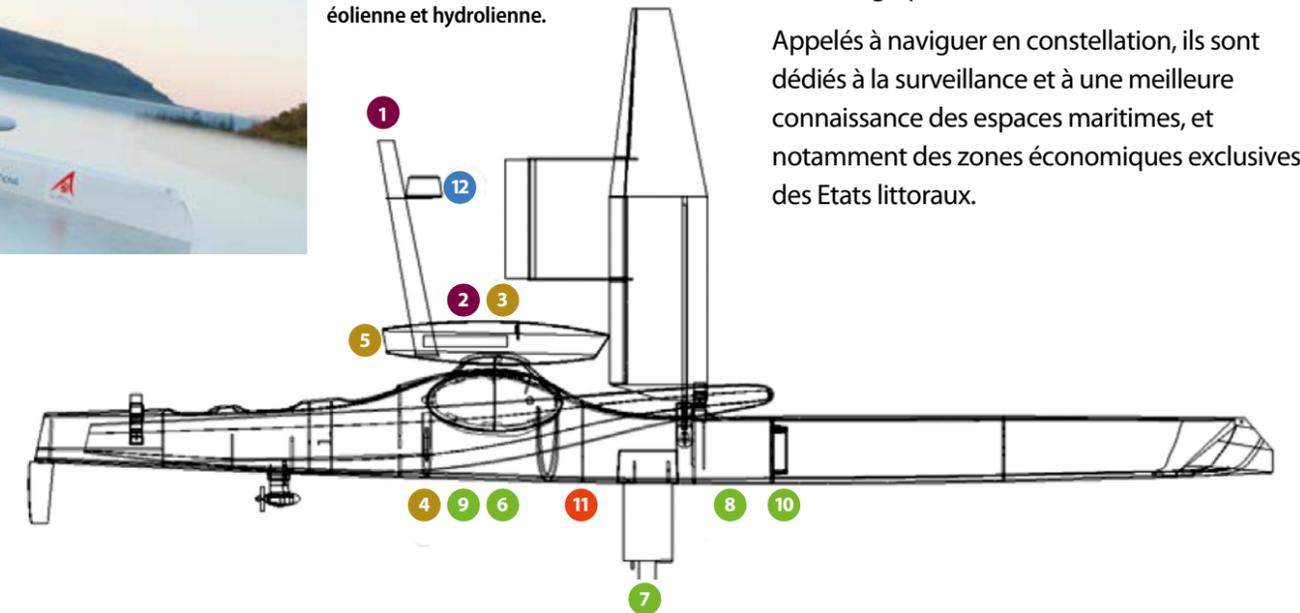
Par Bertrand de Lesquen

sources. Ils sont destinés à collecter des données en temps réel pour le compte, prioritairement, d'Etats maritimes soucieux de mieux contrôler, de mieux connaître et de mieux protéger leur zone économique exclusive. Leur excellent rapport qualité-prix par rapport à des navires avec équipage ; leur tenue à la mer par leur forme, leur taille et leur conception ; leur autonomie par leur capacité à générer leur énergie ; leur capacité à collecter de la donnée (sur la base de plus de trente paramètres) liée à leur grande capacité d'emport et à leur capacité à alimenter en énergie toute la charge embarquée, font de ces navires les nouveaux acteurs-clés de la souveraineté maritime. Propulsés par un moteur électrique alimenté par les énergies solaire, éolienne et hydrolienne, ils sont aussi parmi les navires les plus respectueux de l'environnement. Fort de leur grande capacité d'emport de matériels (plus d'une tonne), ces deux navires autonomes - le *Sphyrna 55*, long de 17 mètres et le *Sphyrna 70*, long de 21 mètres -, sont chacun équipés - pour la Mission *Sphyrna Odyssey 2019* - des hydrophones de dernière génération évoqués plus haut mais aussi de nombreux capteurs destinés à la collecte d'un champ très complet de données (voir infographie page 55). Cette mission scientifique, unique en son genre, est placée sous la direction du professeur Hervé Glotin de l'Université de Toulon, spécialiste mondialement reconnu de bioacoustique sous-marine, en partenariat avec des laboratoires renommés. A l'issue de la Mission et après plusieurs mois de traitement de données, ses résultats feront l'objet de conférences et de publications dans les milieux scientifiques français et internationaux. La mission *Sphyrna Odyssey 2019* en Méditerranée est le prologue à une ambitieuse campagne de missions scientifiques appelée à être menée, pendant plusieurs années, à partir d'autres drones *Sphyrna* naviguant en constellation, en Atlantique, dans le Pacifique et en océan Indien. ■

En savoir + : www.sphyrna-odyssey.com



Le *Sphyrna 70*, 21 mètres de long, 4 mètres de large, vitesse de pointe 17 nœuds, autonomie 12 mois, plus d'une tonne de capacité d'emport, est propulsé par un moteur électrique alimenté par les énergies solaire, éolienne et hydrolienne.



- 1 - Station météo**
à +5m 220 WX Simrad
— Vent (direction et vitesse)
— Température de l'air
— Hygrométrie
— Pression atmosphérique
- 2 - Luxmètre**
à +2,5m
— Ensoleillement

- 3 - GPS + IMU + Magnétomètre**
à +2,5 m LT-100
— Etat de mer
— Champ magnétique

- 4 - Echo sounder**
à -0,2 m Simrad ME70
— Profondeur et bathymétrie

- 5 - Pyranomètre**
à -0,2,5 m SPN-1
— Température de la surface

- 6 - ADCP**
à -0,2 m ROWE SeaProfilier
— Etude des courants
- 7 - Hydrophones**
à -1,5 m CRT + carte d'acquisition JASON
— Bioacoustique / pollution sonore
- 8 - Echo sounder**
à -0,2 m Simrad EK80
— Biomasse
- 9 - Sonde multiparamètres**
SDEC AP-7000 à -0,2 m ou à -50 m (treuil)
— Température de l'eau
— Ph
— Chlorophylle
— CDOM
— Oxygène dissout
— CO2
— Salinité
— Turbidité
— Imagerie sous marine
— Hydrocarbures
- 10 - Caméras sous-marines / Mini ROV**
— Imagerie sous-marine

- 11 - Senseur Lempax**
à -0,2m
— Radioactivité
- 12 - Caméras + Radars + AIS**
à +4m radar 4g
Broadband + caméra 3 axes
— Surveillance de surface

Les navires laboratoires autonomes *Sphyrna*

Ils génèrent leur propre énergie pour alimenter la charge utile très importante (plus d'une tonne) qu'ils peuvent emporter (voir infographie ci-dessous).

Appelés à naviguer en constellation, ils sont dédiés à la surveillance et à une meilleure connaissance des espaces maritimes, et notamment des zones économiques exclusives des Etats littoraux.

1 - La société *Sea Proven* a été sélectionnée par *Sustainable Ocean Alliance*, accélérateur de *start up* de la *Silicon valley* dédié à la technologie des océans. Elle a également été accueillie, cette année, au sein d'*Esa Bic*, l'incubateur de l'Agence spatiale européenne.

Des partenaires prestigieux

La Mission *Sphyrna Odyssey 2019* -partie intégrante des *Campagnes Sphyrna Odyssey* initiées en 2018 par la société *Sea Proven*, la revue *Marine & Océans* et la société *Lermer Pax*-, navigue sous les couleurs principales de la *Fondation Prince Albert II de Monaco*, de la *Société des Explorations de Monaco* et de l'*ACCOBAMS* au regard du soutien financier apporté par ces acteurs majeurs de la préservation des océans. La Mission est également soutenue par de nombreux autres partenaires opérationnels.

LA FONDATION PRINCE ALBERT II DE MONACO (FPA2)

Créée en 2006 par le Prince Albert II de Monaco, elle œuvre pour la protection de l'environnement et la promotion du développement durable. Active au niveau international, elle mobilise les citoyens, les responsables politiques, les pouvoirs publics, les scientifiques et les acteurs économiques, pour la défense de la nature considérée comme un patrimoine commun de l'humanité. Depuis sa création il y a 13 ans, la Fondation a accordé son soutien à plus de 470 projets à travers le monde. Elle établit des partenariats pour mener à bien des projets et entreprendre des actions concrètes dans ses champs d'actions prioritaires. Elle promeut et encourage également des initiatives remarquables et des solutions innovantes notamment par l'attribution de prix et de bourses. La Fondation concentre ses missions dans trois principales zones géographiques - le bassin méditerranéen, les régions polaires, et les pays les moins avancés (selon la liste des Nations unies) - toutes fortement impactées par les effets des changements climatiques, la perte de la biodiversité et les menaces sur les ressources en eau. Elle agit dans le cadre de huit grands programmes : Connaissance de la biodiversité ; Conservation des espèces menacées ; Développement des aires marines protégées ; Etude du changement climatique et de ses effets ; Développement de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables ; Acidification des océans ; Lutte contre la déforestation ; Gestion intégrée et accès aux ressources en eau. La Fondation Prince Albert II de Monaco compte dix représentations à l'étranger : en France, Espagne, Italie, Canada, Royaume-Uni, Suisse, Allemagne, États-Unis, Singapour et Chine.

En savoir + : www.fpa2.org



Un participant à l'édition 2019 du *Monaco Solar & Energy Boat Challenge*, banc d'essai des énergies nouvelles pour le Yachting de demain.

Cette ouverture constante à l'innovation explique l'engagement de la Principauté aux côtés de la Mission *Sphyrna Odyssey*.

LA SOCIÉTÉ DES EXPLORATIONS DE MONACO

Avec l'ambition de réconcilier l'Humanité avec la mer, le Prince Albert II de Monaco a lancé, en avril 2017, les *Explorations de Monaco*, renouvelant ainsi, à quelques 120 ans de distance, la démarche d'exploration scientifique maritime de son trisaïeul, le Prince Albert Ier. Associant, sous l'égide du gouvernement de la Principauté de Monaco, la *Fondation Prince Albert II de Monaco*, le *Centre Scientifique de Monaco*, l'*Institut Océanographique* et le *Yacht Club de Monaco*, les *Explorations de Monaco* ont mené une première série de douze expéditions dans le monde, entre 2017 et 2018. Une nouvelle phase a été engagée fin 2018 en érigeant les *Explorations de Monaco* en société. Plate-forme au service de l'engagement du Prince Albert II de Monaco en matière de connaissance, de gestion durable et de protection de l'océan, la *Société des explorations de Monaco* vient en appui de l'action des institutions monégasques, en organisant ou en soutenant des missions collectives menées à l'international qui articulent recherche scientifique, médiation auprès des publics et coopération gouvernementale. Son programme d'activités pour la période 2019-2022 est centré sur quatre théma-

tiques principales : le développement des aires marines protégées, la protection des coraux, la protection de la mégafaune et les nouvelles techniques d'exploration. De la Méditerranée à la Mélanésie, en passant par l'océan Indien et l'Indonésie, les zones d'exploration déjà identifiées sont larges et propices au renforcement des collaborations internationales dans une optique d'acquisition, de partage et de valorisation des connaissances pour une meilleure compréhension des liens entre l'Humanité et la mer.

En savoir + : le site Internet de la SEM étant en cours de renouvellement, son action peut être suivie sur Facebook.

L'ACCOBAMS

L'Accord sur la Conservation des Cétacés de la Mer Noire, de la Méditerranée et de la zone Atlantique adjacente (ACCOBAMS), conclu sous les auspices de la Convention de Bonn (PNUE/CMS), a été signé le 24 novembre 1996 à Monaco. L'ACCOBAMS est un outil juridique de conservation de la biodiversité basé sur la coopération. Son objectif est de réduire les menaces qui pèsent sur les cétacés notamment en améliorant l'état des connaissances sur ces animaux. Cet Accord intergouvernemental compte actuellement 24 *Pays Parties* et concrétise leur volonté de préserver toutes les espèces de cétacés et leurs habitats dans l'aire géographique de l'Accord, en imposant des mesures plus restrictives que celles définies dans les textes précédemment adoptés. Ainsi, dans le cadre de l'ACCOBAMS, les *Pays Parties* s'engagent à adopter et à mettre en œuvre des mesures de gestion et de conservation concrètes afin d'atteindre et de maintenir un état de conservation favorable pour les espèces de cétacés. Le financement de l'ACCOBAMS sur la Mission *Sphyrna Odyssey 2019* est apporté par le ministère de l'environnement italien.

En savoir + : www.accobams.org

ET DES PARTENAIRES OPÉRATIONNELS

La Mission *Sphyrna Odyssey 2019* ne serait pas réalisable sans les apports d'autres partenaires prestigieux : le *Laboratoire d'informatique et Systèmes* (Université de Toulon/CNRS) qui couvre, sous la direction du professeur Glotin, tous les aspects scientifiques de la Mission ; l'*Agence spatiale européenne*, le *Centre national d'études spatiales* (CNES), les sociétés *Kineis* et *Atmosphère* pour la dimension Mer-Espace de la Mission placée sous la direction d'Ariel Fuchs (lire article page 61) ; la société *Lermer Pax* à l'origine de la création, avec *Sea Proven* et *Marine & Océans*, des *Campagnes Sphyrna Odyssey* : leader mondial de l'innovation dans le domaine de la radioprotection, elle met en œuvre sur la Mission 2019 un capteur-prototype destiné à la mesure précise d'isotopes radioactifs par concentration d'un grand volume d'eau de mer dans un très petit volume de résine minérale de nouvelle génération échangeuse d'ions ; le groupe *Clearchannel*, leader de la « communication extérieure », pour la promotion de la Mission sur son réseau d'affichage digital en France ; la société *Itika*, spécialisée dans les solutions Internet, pour la réalisation du site de la Mission ; *V-Yacht* pour la mise à disposition du navire-base de la Mission destiné à accueillir scientifiques, ingénieurs (dédiés à la programmation des deux navires autonomes), invités et journalistes ; enfin, l'*Association pour l'étude et la connaissance des océans* présente, dès l'origine, sur la mission exploratoire *Sphyrna Odyssey de 2018*.





Entretien avec Hervé Glotin

« L'enjeu est de décrire pour la première fois les cycles de vie des grands sondeurs »

Hervé Glotin, Professeur à l'université de Toulon, UMR CNRS LIS, membre honoraire de l'Institut Universitaire de France, spécialiste mondialement reconnu de bioacoustique sous-marine, est le directeur scientifique de la Mission Sphyrna Odyssey.

Propos recueillis par Corentin Lachance

Que peuvent écouter les hydrophones utilisés pendant la Mission Sphyrna Odyssey ?

Les fréquences de 8HZ à 200KHZ, c'est à dire de la baleine à bec jusqu'au rorqual commun, la plus grande baleine de Méditerranée. Les hydrophones sont fixés sous la coque de chacun des drones Sphyrna que nous mettons en œuvre - que nous préférons appeler *Navires laboratoires autonomes* (NLA)-, qui offrent par leur forme et leur stabilité une qualité d'écoute exceptionnelle.

Vous utilisez une carte-son baptisée Jason. Quelle est sa spécificité et à quoi sert-elle précisément ?

La carte Jason a été conçue par l'université de Toulon, la plateforme SMioT et le LIS pour des enregistrements avancés en bioacoustique en cinq voies à très haute définition, c'est à dire à très haute fréquence d'échantillonnage. On enregistre à 1 million de point par seconde x 5 voies. Cela permet de réduire la dimension de l'antenne acoustique (la distance entre les hydrophones), et donc d'embarquer des antennes miniatures, comme sur les drones, tout en étant toujours capables de mesurer les positions des cétacés par triangulation des signaux reçus.

Jusqu'à quelle profondeur pouvez-vous écouter les cétacés ?

Jusqu'à à 2000 mètres de profondeur et dans un rayon de détection de plus de 6 km.

Comment évoluent les navires autonomes à partir desquels vous les écoutez ?

Ils sont programmés par des ingénieurs de la société *Sea Proven* qui les a conçus et développés, depuis un navire-base sur lequel est installée notre équipe scientifique.

A quelle vitesse évoluent-ils ?

La mesure acoustique se fait toujours en dérive soit à un nœud environ, ceci pour éviter le bruit acoustique et garantir la qualité de la mesure. En revanche, la vitesse de déplacement des drones pour se positionner se situe entre 5 à 7 nœuds.

A quelle distance du navire-base évoluent-ils ?

Jusqu'à une dizaine de milles, soit près de 18 kilomètres.

Pourquoi faut-il un navire-base ?

La loi française qui s'applique à ces navires autonomes immatriculés en France tâtonne encore sur ce sujet des drones maritimes et exige, en l'état, qu'ils soient administrativement rattachés à un navire avec capitaine et équipage. Mais ils pourraient tout à fait, aujourd'hui, être programmés, par connexion satellite, depuis un PC opérationnel installé à Monaco ou ailleurs dans le monde.

Quel est l'intérêt d'utiliser des drones ou navires autonomes plutôt que des navires avec équipage ?

Outre sa mobilité, un navire autonome comme le *Sphyrna* offre au spécialiste de bioacoustique que je suis, un autre atout maître qui est son silence en dérive, moteur coupé. Dans cet usage, on élimine les bruits de pression de l'eau sur le bateau qui pourraient nuire à la qualité des enregistrements. Il est trop délicat de faire, en dérive, des écoutes depuis un bateau avec équipage aux sources de bruits multiples et à grande portance. D'autre part, contrairement à un bateau plus lourd et à grand tirant d'eau avec équipage, le navire autonome est naturellement très stable même en dérive. A tout cela s'ajoute enfin une dimension économique, le navire autonome offrant un meilleur rapport qualité-prix en termes de mise en œuvre.



© DR

« Nous allons, et c'est une Première, écouter les cétacés durant leur évolution dans les abysses et en déduire des connaissances sur ce milieu très profond. »

Professeur Hervé Glotin

Quelle distance maximale y aura-t-il généralement entre les deux navires autonomes que la mission met en œuvre ?

Jusqu'à vingt milles soit près de 36 kilomètres, le navire-base au centre.

Quelles vont être vos principales zones de travail ?

Au sud de Monaco et de St Tropez, des îles d'Hyères, et le canyon des stoehades, de Toulon et de Cassis, où l'on sait pouvoir compter sur une présence importante de cachalots. Egalement dans les canyons dans le golfe de Gênes pour travailler avec les Ziphius c. (baleines à bec de Cuvier). Puis nous allons travailler sur un canyon en face de Barcelone, au Nord des Baléares dans une zone prioritaire pour notre partenaire l'ACCOBAMS, sur des sommets sous-marins entre les Baléares et la Corse, et enfin sur des canyons à l'Ouest de la Corse (Girolata).

Quelle est la nature de votre collaboration avec l'ACCOBAMS, l'un des grands partenaires de cette mission ?

Des scientifiques anglais mandatés par l'ACCOBAMS vont mettre en œuvre une ligne souple de trois ou quatre hydrophones sur environ 30 mètres de long, appelée *towed array*. Pendant une dizaine de jours, dans les eaux des Baléares riches en baleines, cette ligne va être tirée par l'un des deux drones (ce qui est néces-

saire dans ce protocole pour que la ligne soit tendue et droite). Le but est de comparer cette méthode classique avec celle que nous mettons en œuvre dans le cadre de notre mission, c'est à dire l'antenne rigide pentaphonique du *Sphyrna* utilisée en dérive donc en silence pour des détections optimales à plusieurs kms.

Pourquoi mettre en œuvre ce dispositif dynamique sur cette mission et pour quels objectifs ?

L'ACCOBAMS, partenaire prestigieux de notre Mission, souhaite mieux connaître notre protocole inédit au niveau international. Les *Sphyrna* sont en effet les premiers drones au monde équipés d'une antenne rigide sous leur quille permettant une trajectographie de cétacés à plusieurs km de distance. Nous nous devons donc de comparer notre approche avec les *towed arrays* utilisée depuis 40 ans. L'objectif est d'estimer la densité des cétacés (ici les cachalots). Nous comparerons nos résultats respectifs. Ce n'est pas une compétition mais bien de la science avec la comparaison de deux protocoles.

Quelle est l'utilité de ces écoutes pour la science et pour le grand public ?

Pour la science, l'enjeu est de décrire pour la première fois les cycles de vie (chasse, repos) de grands sondeurs comme le cachalot, le Ziphius, le dauphin Risso, le Globicéphale qui vivent plus de 80 % de leur vie en dessous de 500 mètres d'eau et que l'on connaît à peine. C'est de voir s'ils changent de comportement en présence de bateaux bruyants comme par exemple les ferries qui sillonnent la Méditerranée. C'est également d'estimer la densité de ces espèces et de quelques autres comme le grand dauphin et le rorqual commun, la seconde plus grande baleine de la planète. Pour le grand public, l'objectif est de restituer en 3D les abysses de la Méditerranée, le royaume de ces grands plongeurs, là où



passent à peine les sous-marins... Nous allons restituer leurs évolutions, leurs trajectoires, en un mot leurs comportements en réalité virtuelle à l'attention de tous, sur Internet ou dans les musées, à partir de ces outils désormais courants que sont les casques de réalité virtuelle, les écrans interactifs et les bornes-son.

Pourquoi cela n'a-t-il jamais été fait depuis le temps que des scientifiques suivent les cétacés dans le monde entier ?

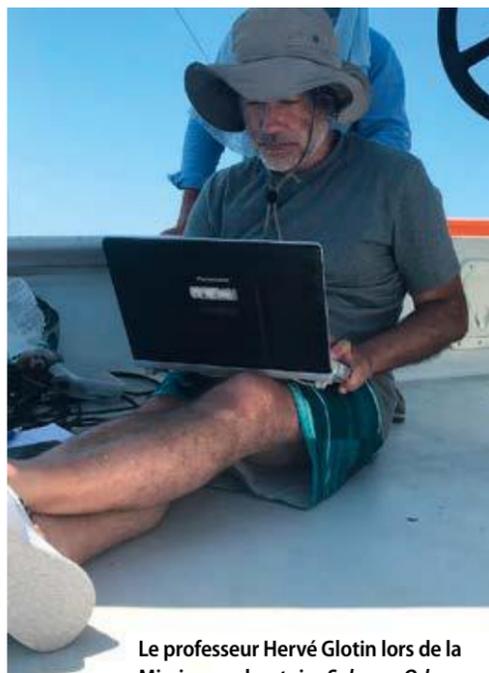
Car l'approche classique des scientifiques depuis des années est de «taguer» avec agression ces animaux lorsqu'ils sont en surface. Nous allons, pour notre part, et c'est une Première, les écouter durant leur évolution dans les abysses, en déduire des connaissances sur ce milieu très profond dont sa qualité en termes de proies... Et ce en respectant les consignes les plus modernes de ne pas perturber la faune étudiée.

Comment peut-on reconstituer le comportement d'un cétacé sans le voir, et même parvenir à «visualiser» ce comportement uniquement à partir des sons ?

Le son émis par les animaux remplit des fonctions fondamentales : il leur permet de communiquer entre eux, de se localiser, de "voir" leur proie. En écoutant leurs sons, en les localisant et en les classant, on suit leur activité, leur déplacement, leur approche aux proies, leurs communications, en un mot leur vie.

Vous dites pouvoir observer les animaux de face, de dos, à gauche ou à droite, sans aller à leur contact. Comment est-ce réalisable ?

Simplement en plaçant les deux drones intelligemment (ce qui va nous amener à devoir réfléchir vite et bien !) C'est comme une partie d'échec. Nous allons déplacer chaque drone, en restant à distance raisonnable d'un animal suivant les consignes en cours dans le sanctuaire Pelagos, en restant à sa gauche et à sa droite. Le son de chaque émission de l'animal sera capté simultanément par les deux drones, ce qui nous donnera une «vue» à deux facettes, et donc des informations plus précises sur les formes d'émission et le comportement du cétacé. On va pouvoir également construire avec nos mesures GPS, gyroscopes, compas 3D et accéléromètres



Le professeur Hervé Glotin lors de la Mission exploratoire *Sphyrna Odyssey* 2018 en Méditerranée.

« On va pouvoir construire avec nos mesures GPS, gyroscopes, compas 3D et accéléromètres 3D, un super observatoire acoustique formé de l'association virtuelle de deux drones en un système unique et rigide. »

Professeur Hervé Glotin

3D, un «super» observatoire acoustique formé de l'association virtuelle de deux drones en un système unique et rigide. Ce super observatoire pourrait faire 10 à 15 km de large. Il permettra d'apprendre, par le recours à l'intelligence artificielle, les différences gauche/droite et avant/arrière des sonars de ces animaux. Les modèles par apprentissage - réseau de neurones notamment, simulant vaguement les neurones de nos cerveaux -, permettent d'apprendre la forme des sons, de les classer, de les reconnaître. C'est ce que l'on fera sur tous les signaux observés pour en tirer le plus de connaissances.

Voulez-vous dire que les sonars de ces animaux ne sont pas placés, pour chaque espèce, au même endroit et que les scientifiques ne savent pas, à ce jour, où ils sont situés ?

Les productions des signaux sonars de ces animaux sont encore mystérieuses, même pour ceux qui ont pu être étudiés en aquarium. Elles le sont donc encore plus, vous l'imaginez bien, dans leur milieu naturel, à des profondeurs de 500 ou 1 000 mètres. Le fonctionnement des organes acoustiques de ces animaux ne sont

pas bien connus, notamment leur déformation à forte pression à de telles profondeurs. Ces questions sont à la base de recherches innovantes bio-inspirées.

Comment est composée votre équipe ?

Notre équipe pour cette exploration est composée de Maxence Ferrari, Marion Poupard et Paul Best, *Phd students* sous ma direction en bioacoustique des cétacés, experts en détections, trajectographie acoustique passive et classification des signaux par *deep learning* (Intelligence artificielle apprentissage profond). Ainsi que de Julie Patris, professeur en physique et docteur en astrophysique à l'université de Marseille, qui finit sa thèse en localisation de mysticètes sous ma direction, et de Franck Malige, docteur et professeur en mathématique, bioacousticien. Enfin notre équipe est renforcée par Pascale Giraudet, professeur en biologie, docteur en neurophysiologie, bioacousticienne (UTLN LIS), Jean-Marc Prévot, ingénieur informatique à UTLN, expert en réseau, et Pierre Draps, chercheur CNRS au LIS en photogrammétrie. C'est une équipe transversale d'experts pour cette mission exceptionnelle. ■



La liaison satellite au cœur de la mission *Sphyrna Odyssee* 2019

Par Ariel Fuchs*,
Directeur «Coopération Mer-Espace» sur la Mission *Sphyrna Odyssee* 2019

Le développement des drones marins connaît aujourd'hui une accélération remarquable grâce, notamment, à l'évolution des nombreuses technologies permettant désormais, et en temps réel, d'analyser, de numériser et de contextualiser l'environnement proche ou lointain d'un navire, comme de l'interfacer avec des systèmes de pilotage et de contrôle à distance.

La viabilité de ce que l'on peut aussi appeler le navire autonome impose ainsi une extrême fiabilité des systèmes embarqués que seuls un environnement multi-capteurs ultra précis, des capacités d'analyse et de calcul optimum et des possibilités de communication sans faille peuvent garantir au niveau de sécurité requis. Et dans ce contexte où la localisation est un enjeu technologique primordial, le satellite est nécessairement le meilleur allié du drone marin, si ce n'est son corollaire indispensable.

Mais là ne s'arrêtent pas ses avantages et les services fournis par les satellites sont aussi, notamment, essentiels au développement de nouvelles activités liées à la surveillance de l'écosystème marin ou du domaine maritime au sens économique ou géostratégique. Et dans ce domaine encore, la mise en œuvre de protocoles scientifiques et technologiques innovants démontre que l'utilisation du satellite comme relais de communication au sens large se pose comme un préalable, voire un incontournable, que ce soit en termes de réponses opérationnelles proprement dites qu'en termes de services avals.

Ainsi, ces services, globalement numériques, reposant la plupart du temps sur la collecte, la compilation, la hiérarchisation, la mutualisation et l'utilisation d'une multitude de données électroniques, permettent aujourd'hui, au-delà d'une autonomisation plus ou moins poussée des principes de navigation, la conception et l'exploitation de systèmes embarqués autonomes d'analyse, de surveillance, d'assistance, de défense ou de protection, constituant alors le cœur de la mission du drone marin.

La question n'est ainsi plus uniquement de savoir comment rendre possible l'autonomisation des navires mais bien de définir quelle est la meilleure combinaison de technologies et de méthodes qui peut offrir le niveau de performance, de sécurité et de fiabilité recherché dans un contexte de mission prédéfini. Et dans ce domaine, la coopération technologique Mer-Espace, telle qu'elle est développée dans le cadre de la mission *Sphyrna Odyssee* 2019, est une des clés du succès, le satellite permettant non seulement de fournir des coordonnées de positionnement d'une extrême précision (aujourd'hui de l'ordre du centimétrique)

« Dans ce contexte où la localisation est un enjeu technologique primordial, le satellite est le meilleur allié du drone marin, si ce n'est son corollaire indispensable. »

Ariel Fuchs

mais garantissant aussi une maîtrise des systèmes de communication, pierre angulaire de la transmission des données montantes (analyse et caractérisation scientifique de l'environnement marin ou sous-marin, surveillance environnementale ou stratégique d'aires marines ou de zones économiques, etc.) et descendantes (contrôle de commandes à distance, pilotage télé opéré, implémentation des protocoles de mission initiaux, etc.).

Le temps réel est ainsi l'autre maître-mot de la relation Mer-Espace développée au cœur de la mission *Sphyrna Odyssee* 2019, puisque ce principe collaboratif est à même de garantir à chaque instant, pour l'opérateur de navires autonomes qu'est *Sea Proven*, le positionnement et le déplacement optimum de ses drones de surface, la caractérisation précise de ses protocoles opérationnels

*Ariel Fuchs, ingénieur en environnement marin, docteur en océanographie biologique, dirige *Out-There Science & Technology Consulting*.



« Le programme Sphyrna s'inscrit bien dans cette nouvelle capacité d'investigation du milieu marin ouvrant sur des opportunités d'observation uniques. »

Ariel Fuchs

et l'assurance de fournir à ses utilisateurs finaux des données caractérisées et géolocalisées qui peuvent être rapatriées en temps réel pour analyse, interprétation et éventuellement prise de décision suivie d'action dans la zone monitorée.

En retour, la collaboration entre les drones de surface et les opérateurs de satellites scientifiques comme le CNES (Centre national d'études spatiales) ou l'ESA (Agence spatiale européenne) offre un champ collaboratif particulièrement intéressant pour ces dernières, leur permettant notamment de calibrer les instruments embarqués à bord des satellites et de valider *in situ* les mesures effectuées par ces derniers. Cette capacité de calibration/validation des images et données altimétriques diverses caractérisant les masses d'eau et aires marines sur le plan physique et biologique est particulièrement intéressant, combiné à la capacité opérationnelle des drones de surface, pour blanchir les zones marines peu monitorées par les autres moyens (navires océanographiques, bouée dérivantes, *gliders* et autres profileurs) dont dispose l'océanographie moderne. Les données scientifiques recueillies - notamment acoustiques - pourront venir implémenter en retour le prisme de données génériques recueillies par les satellites de l'ESA et du CNES.

Sur le plan pratique, pour ce qui est des missions *Sphyrna Odysée* proprement dites développées depuis 2018 par la société *Sea Proven* et la revue *Marine & Océans*, il s'agit bien de mettre en place des démonstrateurs qui permettent d'affiner et de développer le concept de mission maritime autonome, notamment à but scientifique ou environnemental. Les équipements et les expertises permettant d'établir des communications satellites de différents calibres et pour différentes applications opérationnelles, techniques et scientifiques, servent ainsi à prototyper les services que la société *Sea Proven* entend développer afin de répondre aux besoins de multiples opérateurs dont les objectifs se déploient parfois loin des côtes et donc hors des zones de communication traditionnelle.

Car le programme *Sphyrna* s'inscrit bien dans cette nouvelle capacité d'investigation du milieu marin ouvrant sur des opportunités d'observation uniques puisque s'inscrivant dans une échelle temporelle non limitative résultant des capacités sans cesse améliorées de ses drones de surface en matière d'autonomie. Et par cette composante « Mer & Espace », c'est donc

toute une nouvelle ère d'investigation et de monitoring du milieu marin qui s'ouvre grâce aux drones de surface qui, en agrégeant de multiples technologies d'analyse et de communication, notamment spatiales, vont permettre la construction écosystémique d'un big data marin, seul garant de notre meilleure capacité à appréhender les nombreux enjeux planétaires auxquels nous devons faire face. ■

LES PARTENAIRES « MER & ESPACE » DE LA MISSION SPHYRNA ODYSÉE 2019

Partenaire technique, le Centre national d'études spatiales (CNES), fournit l'expertise globale en terme de géolocalisation et de géo positionnement tant pour les systèmes de navigation que pour la caractérisation des données scientifiques collectées.

Le CNES va par ailleurs tester le nouveau système MEOSAR - qui vient compléter le système Cospas-Sarsat relayant les signaux émis par les balises de détresse - et capable de localiser instantanément et avec une précision accrue une balise n'importe où sur Terre. Le partenariat entre *Sea Proven* et CNES/MEOSAR doit permettre à ce dernier d'affiner ses algorithmes via un programme mobile.

Avec sa plateforme CESARS, le CNES testera enfin l'usage de nouvelles technologies de télécommunication par satellite via la constellation Iridium Next.

Grâce à ATMOSPHERE et à son terminal PLANET permettant la communication mobile au sol, dans les airs ou en mer au moyen de la constellation de satellites Iridium ou de réseaux cellulaires, la mission *Sphyrna Odysée 2019* bénéficiera d'une solution de communication par satellite (Satcom) pour la prise en charge du contrôle de commande, du trafic (TM / TC) et la transmission de données de télémétrie ou encore l'échange de données de mission critiques en temps réel.

Partenaire scientifique, l'Agence spatiale européenne (ESA) fournit des jeux de données satellites (images, données altimétriques diverses caractérisant, sur le plan physique et biologique, les masses d'eau traversées par la mission).

Avec CLS/KINEIS enfin il s'agit de tester les nouveaux protocoles de communication avec tous les satellites Kineis-Argos permettant de fournir une connectivité et une localisation par satellite aux appareils IoT (Internet des objets). L'utilisation des signaux et protocoles ARGOS RF garantit une très faible consommation d'énergie lors de l'envoi de données partout dans le monde.

SEA PROVEN ENGINEERING OFFICE

RESEARCH | DEVELOPMENT | DESIGN | INNOVATION



REMOTELY OPERATE / AUTOMATE A VECTOR



CREATION OF A VECTOR / MARINE SYSTEM



DEVELOPMENT OF EMBEDDED SYSTEMS

OUR EXPERTISE AT THE SERVICE OF YOUR MARINE ROBOTICS PROJECTS

WWW.SEAPROVEN.COM | CONTACT@SEAPROVEN.COM