CAHIER DE SURVEILLANCE
MEDTRIX

ÉDITION SPÉCIALE - JANVIER 2021

EXPÉDITION GOMBESSA 5 PLANÈTE MÉDITERRANÉE

UNE MISSION SCIENTIFIQUE DANS LA ZONE CRÉPUSCULAIRE

© Laurent Ballesta

« Méditerranée. Parce que les hommes y voyagent depuis des millénaires, on la croit sans secrets. Parce qu'ils l'ont conquise et maltraitée, on la croit dévastée. Le berceau de nos civilisations serait devenu la poubelle de nos sociétés. Mais pire encore que la triste réalité, il y a le rêve meurtri : le calme de ses golfes clairs aurait fait taire l'appel du large. Vendue comme lieu de villégiature, elle n'incarnerait plus l'aventure… Et pourtant, si le tourisme peut tuer l'exotisme – et la pollution tout le reste – la Méditerranée est toujours une mer vivante, et elle est encore une mer à explorer.

À seulement 100 m sous sa surface et quelques centaines de mètres de la côte, se cachent de vastes territoires sous-marins pratiquement vierges de toute connaissance scientifique. La zone crépusculaire, du fait de son accès difficile au plongeur traditionnel, est méconnue. Pourtant, elle pourrait être essentielle au fonctionnement des écosystèmes méditerranéens et représente un fabuleux potentiel de découvertes naturalistes. Si plonger à de telles profondeurs est toujours un challenge, y séjourner est un fantasme ; une utopie qui est devenue réalité au cours de la mission Gombessa 5. »

Laurent Ballesta - Biologiste et photographe sous-marin - Directeur des expéditions Gombessa - Andromède Océanologie

CAHIER DE SURVEILLANCE MEDTRIX
EXPÉDITION GOMBESSA 5 PLANÈTE MÉDITERRANÉE

SOMMAIRE

1 Présentation de la mission
- Surveillance de la zone crépusculaire
- Planète Méditerranée, dans la lignée des expéditions Gombessa

2 Les étapes de l'expédition Gombessa 5

3 Équipes et moyens à la mer

4 Un défi de plongée
- Une première mondiale
- La station bathyale

5 Des mystères scientifiques
- Que sait-on de l'impact physiologique et psychologique sur les plongeurs
- Quel temps fait-il sous la mer
- Métabolisme de l'écosystème : les récifs coralligènes sont-ils des puits de carbone
- L'ADN environnemental a-t-il permis de détecter la présence d'espèces rares
- Le suivi des paysages sous-marins par photogrammétrie et la bio-acoustique
- L'étude des laminaires endémiques de Méditerranée
- L'étude de cnidaires : les gorgones et le corail noir
- L'étude de la qualité chimique du sédiment marin profond et de la macrofaune benthique

6 La promesse d'images inédites

Soutiens et remerciements

© Andromède Océanologie

Les cahiers de la surveillance MEDTRIX :
une collaboration Agence de l'eau RMC,
L'Œil d'Andromède et Andromède Océanologie

Le tombant du Cap Taillat

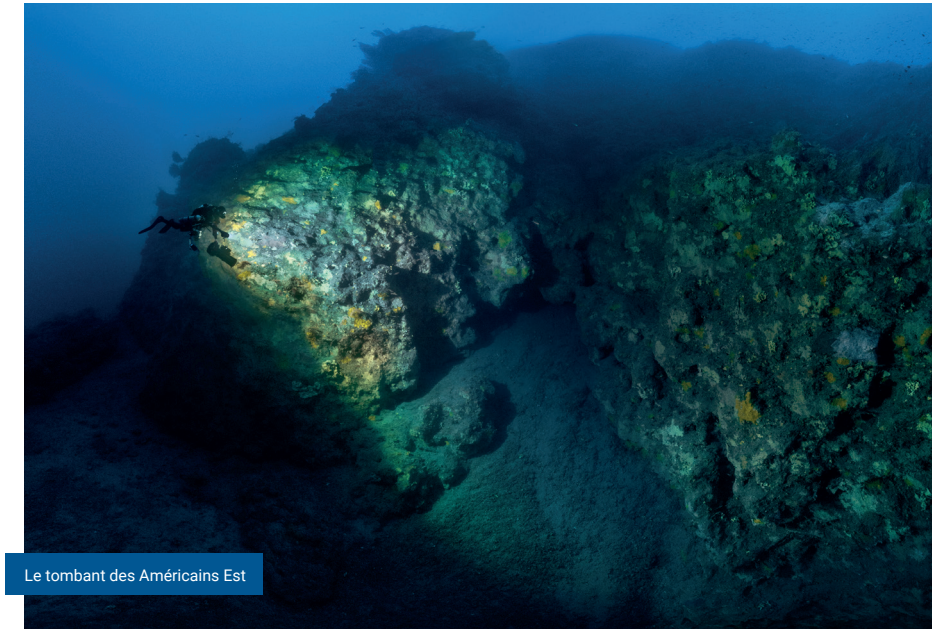
© Laurent Ballesta

SURVEILLANCE DE LA ZONE CRÉPUSCULAIRE

Considérée comme point chaud de biodiversité, la mer Méditerranée abrite 7 à 8 % des espèces marines connues alors qu'elle ne représente que 0,7 % des mers et océans. 20 % de cette biodiversité est abritée par le coralligène (1800 espèces associées), écosystème-clé de Méditerranée observé entre -12 et -120 m. Certains récifs coralligènes, méconnus car difficilement accessibles, se trouvent dans la zone dite mésophotique (appelée aussi « crépusculaire » car peu éclairée).

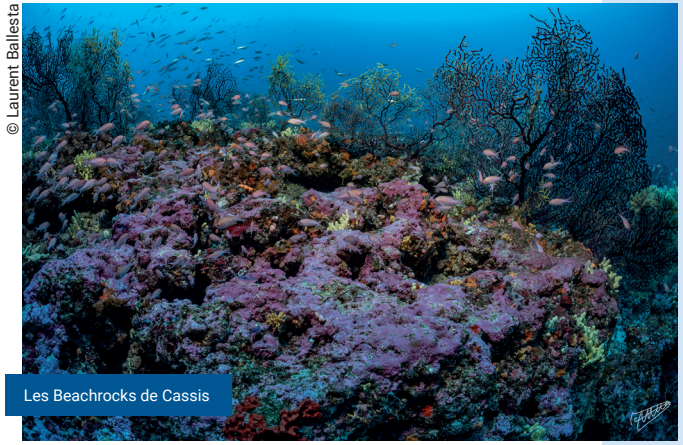
Les particularités de la zone crépusculaire

La zone crépusculaire correspond aux fonds marins où parvient moins d'1 % de la lumière de la surface. Sa profondeur lui fait bénéficier de **conditions plus stables** : au-delà de - 60 m, la température en Méditerranée est la même toute l'année (environ 13°C) alors que près de la surface elle peut varier de 20°C entre l'été et l'hiver. Cette stabilité est **propice à la croissance des invertébrés fixés**. Son éloignement de la surface en fait une **zone plus protégée des évènements extrêmes** (canicule, tempêtes avec vagues et houle) **et des pressions humaines** (trafic maritime, pollution sonore, aménagements, pêche artisanale et de loisir, pollution, mouillage de bateaux…). Moins sujette au réchauffement global, cette zone profonde pourrait être un **refuge** pour les espèces qui ne trouvent plus dans les couches supérieures les conditions nécessaires à leur survie.



Le tombant des Américains Est

© Laurent Ballesta



© Laurent Ballesta

Les Beachrocks de Cassis

© Laurent Ballesta

St Martin profond

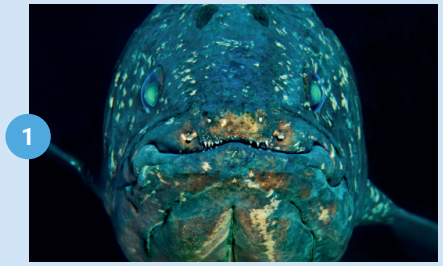
Les récifs coralligènes se développent entre -12 et -120 m

Qu'est-ce que le coralligène ?

Les récifs coralligènes se développent, selon la transparence de l'eau, sous forme de massifs ou de tombants verticaux. Ils sont constitués d'un patchwork complexe de micro-habitats et d'espèces dont la richesse, la biomasse et la productivité équivalent à celles des assemblages de récifs tropicaux. Ils sont parmi les habitats les plus importants en raison de divers atouts : large distribution, complexité structurelle, diversité en espèces, rôle dans le flux d'énergie et le cycle du carbone, valeur économique.

La surveillance du coralligène en Méditerranée française

La surveillance des récifs coralligènes est réalisée tous les trois ans sur 150 stations de référence réparties le long du littoral français méditerranéen dans le cadre du réseau de surveillance RECOR (REseau CORalligène).


1

2

3

4

GOMBESSA
EXPEDITIONS

© Laurent Ballesta

PLANÈTE MÉDITERRANÉE, DANS LA LIGNÉE DES EXPÉDITIONS GOMBESSA

En juillet 2019, quatre plongeurs ont vécu confinés dans une station pressurisée pour étudier la zone crépusculaire méditerranéenne entre Marseille et Monaco. Ces plongeurs ont été les premiers à allier plongée autonome en recycleur et plongée à saturation. En s'affranchissant des paliers de décompression quotidiens, ce nouveau moyen de plongée a permis d'appliquer des protocoles scientifiques complexes sur les écosystèmes profonds, principalement sur les récifs coralligènes. **La mission itinérante « Gombessa 5 : Planète Méditerranée » regroupe ainsi les trois valeurs propres aux expéditions Gombessa : un défi de plongée à relever, un mystère scientifique à résoudre et une promesse d'images à ramener.**

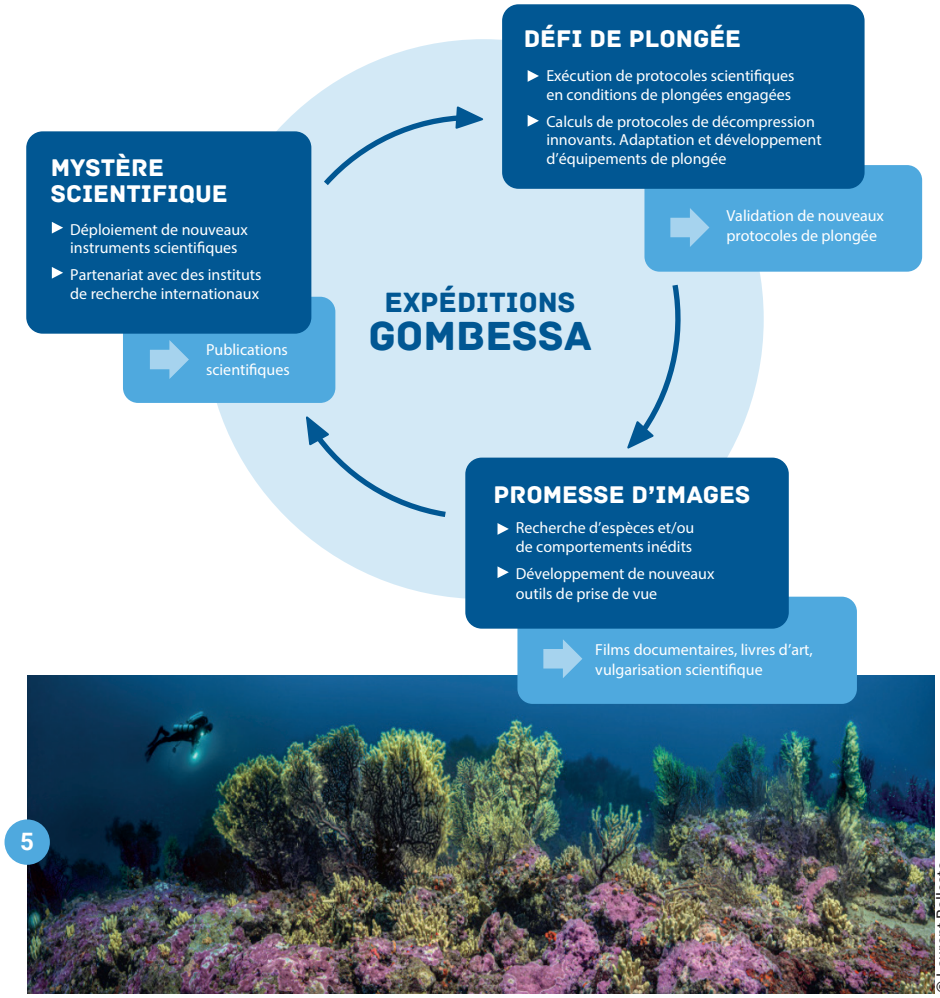
Gombessa 1
À la rencontre du cœlacanthe en Afrique du Sud
Les premières images d'un cœlacanthe ramenées par un plongeur à - 120 m et mise en place de protocoles scientifiques *in situ*.

Gombessa 2
L'accouplement des mérous de Fakarava
Une plongée record de 24 heures à - 20 m avec un protocole unique de décompression, des ralentis de comportements inédits à 1000 images/secondes.

Gombessa 3
Écosystèmes profonds d'Antarctique
Les plongées polaires les plus profondes et les plus longues jamais effectuées, l'illustration de dizaines d'espèces jamais photographiées dans leur milieu naturel.

Gombessa 4
Chasses nocturnes des requins gris de Fakarava
3000 heures de plongées de nuit cumulées en quatre ans d'expédition au milieu des requins, 85000 déclenchements photographiques.

Gombessa 5
Récifs coralligènes profonds de Méditerranée
Mariage des moyens de la plongée à saturation initialement dédiée à l'exploitation offshore, avec les techniques de plongée autonome en recycleur. 28 jours en saturation. 300 heures entre -60 et -142m. Pour explorer et illustrer les écosystèmes coralligènes.



5

© Laurent Ballesta

Les Beachrocks de Cassis

© Laurent Ballesta

LES ÉTAPES DE L'EXPÉDITION GOMBESSA 5

À travers **31 plongées**, les quatre plongeurs ont passé **75 heures chacun** à étudier les écosystèmes **entre -65 et -142 m de profondeur** en réalisant des protocoles scientifiques transdisciplinaires établis avec **17 partenaires de divers organismes de recherche français et étrangers.** Vous trouverez ci-dessous la carte des sites explorés durant l'expédition, avec l'ordre de visite.

Le Pain de sucre des Impériaux (-69 m) est situé au cœur du Parc national des Calanques, il est formé par des tombants de coralligène

Les Beachrocks de Cassis (-70 m) sont les restes d'une ancienne plage fossile submergée

La plaine de la Cassidaigne (-75 m) abrite les plus grands champs de sabelles qui n'avaient jamais été découverts

L'émissaire de Nice Haliotis (-100 m) et la richesse de ses fonds meubles

Le tombant des Américains Est (-142 m), vaste falaise sous-marine verticale avec surplombs

Le tombant du Cap Lardier (-70 m) / **Le tombant du Cap Lardier 2 Est** (-120 m), les reliefs tourmentés laissent apparaître un canyon entrecoupé par de nombreuses grottes

Villefranche sur Mer (-74 m), fond de vase en sortie de rade

Le massif du Raventurier (-70 m), succession de terrasses avec beaucoup de courant

Monaco (-77 m), massifs profonds abritant des forêts de gorgones

Le tombant du Cap Taillat (-133 m), tombant vertical avec encroûtements de coralligène fossile, de la roche mère très noire

Le banc de Magaud (-75 m), situé au sein du Parc national de Port-Cros et Porquerolles, héberge une des plus grandes forêts de laminaires

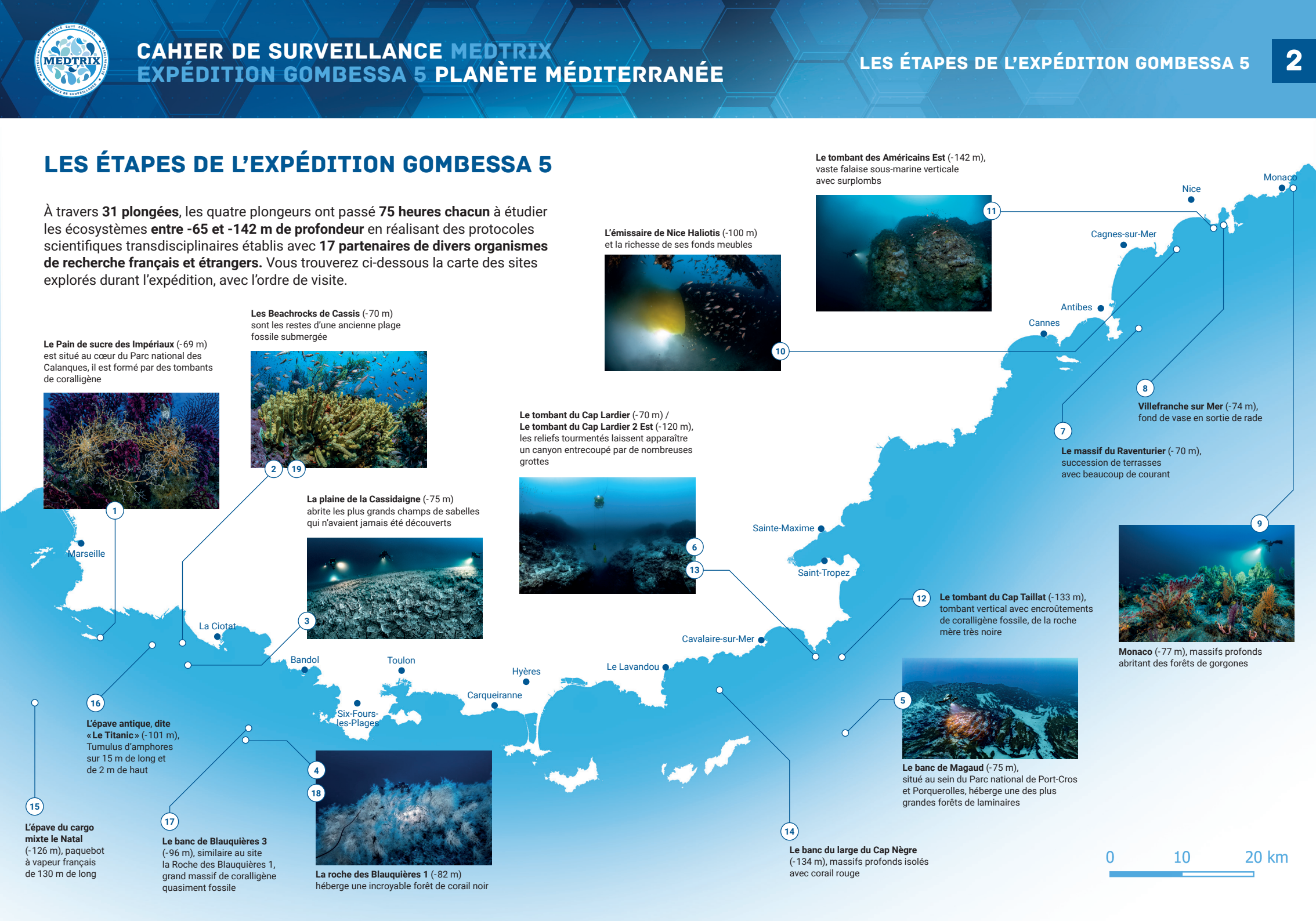
L'épave antique, dite «Le Titanic» (-101 m), Tumulus d'amphores sur 15 m de long et de 2 m de haut

L'épave du cargo mixte le Natal (-126 m), paquebot à vapeur français de 130 m de long

Le banc de Blauquières 3 (-96 m), similaire au site la Roche des Blauquières 1, grand massif de coralligène quasiment fossile

La roche des Blauquières 1 (-82 m) héberge une incroyable forêt de corail noir

Le banc du large du Cap Nègre (-134 m), massifs profonds isolés avec corail rouge

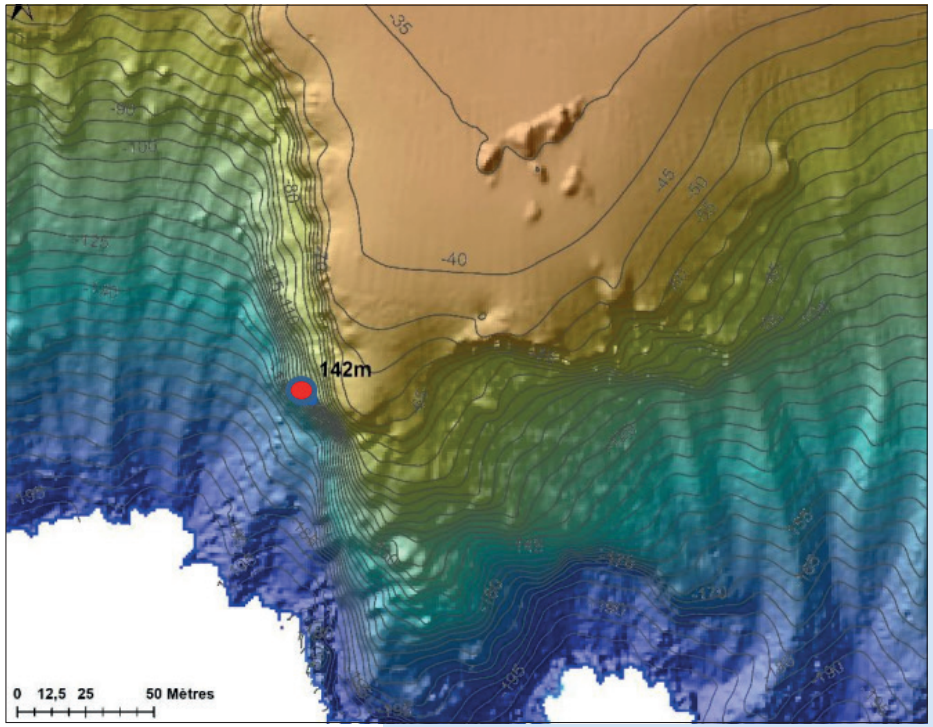


Cartographier les zones profondes en amont de l'expédition

Pour préparer les plongées à saturation une cartographie précise des zones à explorer (entre - 60 et 150 m) était nécessaire. Une campagne d'acquisition bathymétrique a donc spécialement été réalisée en amont de l'expédition Gombessa 5.

Cette campagne au sondeur multifaisceaux, soutenue par l'Agence de l'eau RMC, a été menée en avril 2019 avec le catamaran d'Andromède Océanologie : le ZEMBRA. 1270 hectares d'acquisitions bathymétriques ont permis d'établir une liste d'une quarantaine de sites à explorer, en fonction de plusieurs critères : présence de différentes catégories d'habitats (tombants de coralligène, massifs et bancs profonds), localisation dans et hors des aires marines protégées, de débouchés d'émissaires urbains, d'épaves. L'ensemble de ces données cartographiques est intégré à la cartographie continue des habitats marins réalisée et actualisée dans le cadre du réseau de surveillance SURFSTAT.

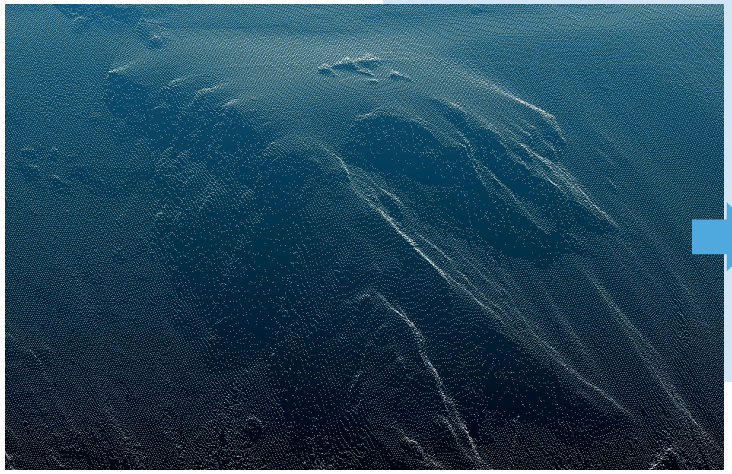
Les données cartographiques des habitats marins sont visibles sur la plateforme MEDTRIX.

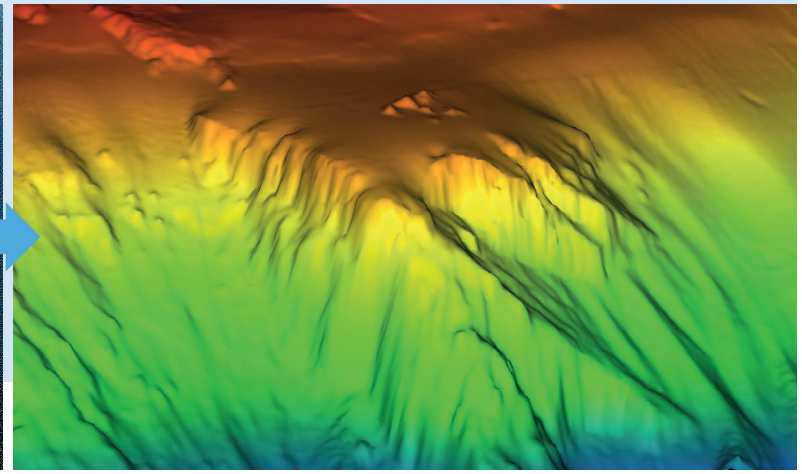


Ce Modèle Numérique de Terrain (MNT) situe les reliefs du tombant des Américains à Nice. Les zones les plus profondes apparaissent en bleu et les moins profondes apparaissent en rouge. Le point rouge à - 142 m sera le lieu choisi de descente des plongeurs avec la tourelle afin d'explorer les reliefs au Sud-Est et le tombant au Nord.

L'acquisition de données bathymétriques nous permet d'obtenir, dans un premier temps, un nuage de points précis du site en 3 dimensions (image de gauche) puis de générer le modèle associé (image de droite -même symbologie que précédemment).

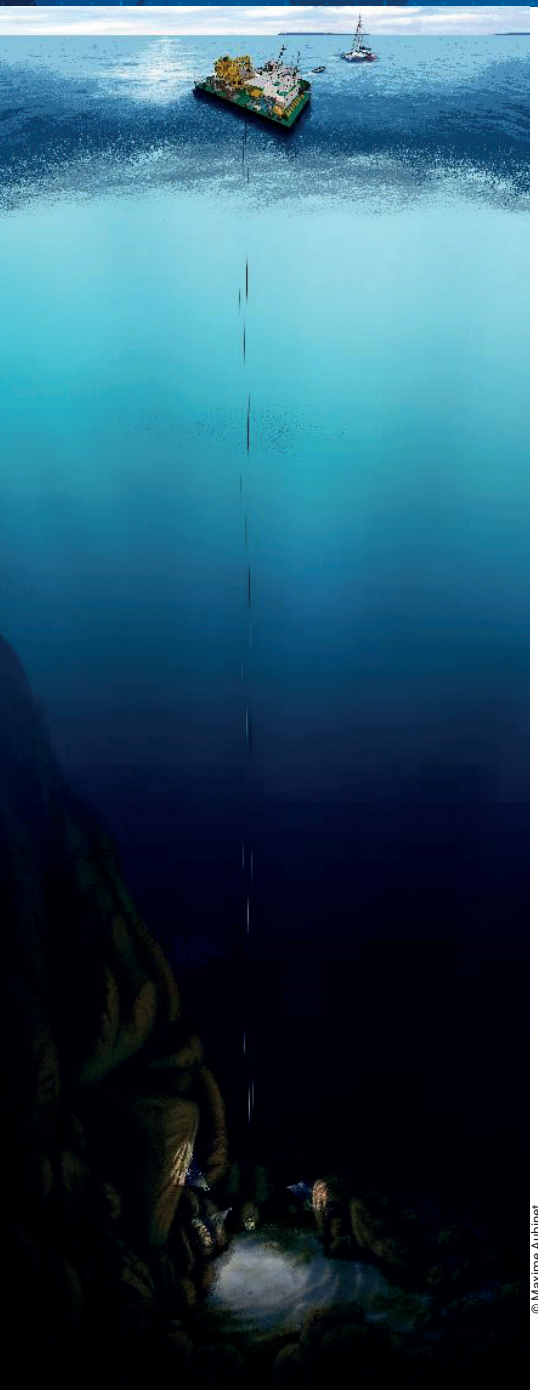
Ces vues en trois dimensions permettent d'anticiper les zones à explorer en fonction des reliefs. Elles sont réalisées à l'aide du logiciel de télédétection CloudCompare.





La roche des Blauquières 1

© Laurent Ballesta


© Maxime Aubinet

ÉQUIPES ET MOYENS À LA MER

Confinée à saturation, l'équipe des plongeurs profonds était dépendante des autres équipes. Celles-ci devaient préparer et vérifier le matériel de plongée, traiter les données scientifiques recueillies, assurer le fonctionnement et le déplacement de la station pressurisée, organiser les missions du jour, filmer les plongeurs, accueillir la presse, concevoir les repas, etc. **Plus d'une trentaine de personnes** ont ainsi collaboré durant toute la mission sur différents supports en mer à la réussite de l'expédition Gombessa 5.

Florian Holon, assurait le rôle de chef d'expédition. À ce titre il était en charge de la coordination des équipes en surface. Il veillait à la sécurité des plongeurs et aux choix des sites à explorer en fonction des objectifs scientifiques et de la météo. Grâce aux cartographies bathymétriques il pouvait aider à un ancrage précis de la barge sur les sites à explorer.

L'équipe SUPPORT SURFACE dédiée aux plongeurs profonds était chargée de préparer et vérifier le matériel des plongeurs (recycleur, combinaison, ...) et de gérer les cinq appareils photos de Laurent Ballesta (déchargement des photographies, rechargement des batteries).
Un équipier surface était assigné à chaque plongeur, supervisé par le directeur de plongée et spécialiste de la plongée profonde technique : **Jean-Marc Belin**.

© Florian Dimaggio

© Jordi Chias

© Florian Dimaggio

© Florian Dimaggio

© Cédric Gentil

L'équipe FILM, sous la responsabilité du réalisateur et cadreur **Gil Kebaïli**, était constituée d'une dizaine de personnes : régisseur, cadreur et assistant-cadreur sous-marin, assistant réalisateur, droniste, opérateurs de prise de vues (OPV) et de prise de son (OPS) et opérateur régie vidéo.
L'équipe était responsable du tournage des documentaires, de la réalisation des 'vlogs' diffusés pendant la mission, et de la gestion des 15 caméras qui filmaient le quotidien des plongeurs dans le caisson.

© Régis Hocde

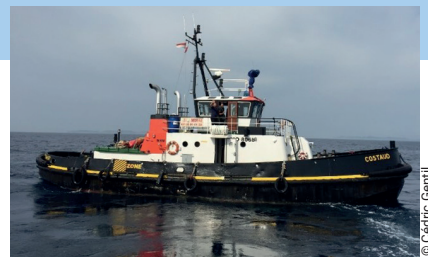
Embarcations Parker (6,5 m de long) et Lomac DB600 (6 m) dédiées aux navettes entre les bateaux, entre la terre et les bateaux, ainsi qu'à la sécurité surface des plongeurs

L'équipe FLOTTE, sous la responsabilité du capitaine **Stephen Mauron**, était formée de cinq personnes et s'est occupée du déplacement des trois catamarans base de vie : le **Fox one**, le **Zembra** et le **Rustine**, et de la sécurité surface à bord des autres embarcations : **Parker** et **Lomac**.

© Andromède Océanologie

L'équipe INPP, sous la responsabilité du cadre enseignant à l'Institut National de Plongée Professionnelle (INPP) **Théo Mavrostomos** qui était entouré de six techniciens, surveillait les quatre plongeurs profonds et assurait le fonctionnement de la station pressurisée, de jour comme de nuit.

L'équipe REMORQUEUR à bord du COSTAUD, formée de trois personnes, était responsable du déplacement de la barge.



© Cédric Gentil

Navire COSTAUD (21 m de long datant de 1972)

L'équipe SCIENTIFIQUE, basée sur le **ZEMBRA**, était constituée d'une dizaine de scientifiques sous la direction de **Julie Deter.** Ce navire support de vie était également le lieu de préparation des protocoles scientifiques et du traitement des prélèvements recueillis par les plongeurs.

© Jordi Chias

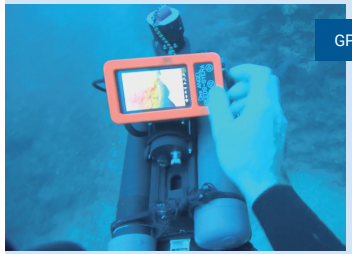
Navire ZEMBRA (Privilège 43, 14 m de long, 7,28 m de large, 25 ans d'âge)

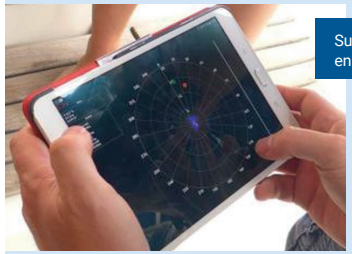
L'équipe LOGISTIQUE était constituée d'une personne à terre responsable de l'achat de matériels, de l'approvisionnement des courses, et du transport des équipes de scientifiques qui se sont relayées durant la mission, et de trois personnes en mer responsables de l'intendance basée sur les catamarans base de vie (conception et préparation des repas). Responsable : **Charlotte Bigard**.

Outils déployés pour la sécurité des plongeurs

Contrairement à la plongée à saturation industrielle où le scaphandre est relié à la tourelle par un « cordon ombilical », les quatre plongeurs étaient libres d'explorer en autonomie avec leur recycleur électronique. « Couper le cordon » a nécessité une sécurité et une surveillance optimale.

Les équipes en surface avait la possibilité de suivre la progression des plongeurs à l'aide d'un GPS sous-marin. Ce système, développé en collaboration avec Andromède Océanologie, l'Université de Montpellier (laboratoire commun InToSea) et les sociétés SyERA et REEDS (dirigée par Benoît Ropars, Ingénieur robotique) permet aux plongeurs de visualiser leurs positions sur la cartographie et de communiquer avec la surface par « sms sous-marin ».


GPS sous-marin


Suivi des plongeurs en temps réel

Villefranche-sur-Mer

© Laurent Ballesta

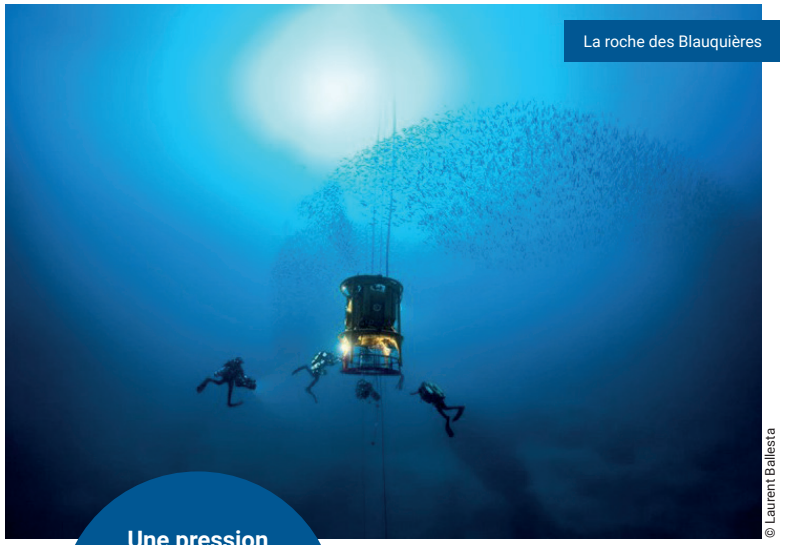
UN DÉFI DE PLONGÉE

Durant 28 jours (24 jours d'exploration à saturation suivis de 4 jours de désaturation), les quatre **plongeurs profonds** ont vécu dans un module de 5 m² pressurisé à la profondeur de 120 m. Une pression treize fois supérieure à celle de la surface. Quotidiennement, ils effectuaient deux sorties de 3 heures pour explorer et étudier la zone crépusculaire entre -65 et -142 m de fond, de Marseille à Monaco. Prisonniers volontaires de cette cage d'acier ou « Station Bathyale », ils ont dû cohabiter et s'adapter aux conditions environnementales : une atmosphère avec beaucoup d'hélium et peu d'oxygène, un espace de vie confiné, sans jamais pouvoir sortir à l'air libre.

Une première mondiale

L'équipe d'Andromède Océanologie menée par Laurent Ballesta a réalisé une première mondiale durant l'expédition Gombessa 5 en mariant avec succès les moyens de la **plongée à saturation** initialement dédiée à l'exploitation offshore avec les **techniques de plongée autonome en recycleur à gestion électronique**, dans le but d'explorer en toute liberté les écosystèmes profonds de Méditerranée.

Cette **association inédite de deux méthodes bien connues** a été mise en place par Laurent Ballesta et Jean-Marc Belin (Andromède Océanologie) en relation avec Théo Mavrostomos et Eric Albier (INPP).



La roche des Blauquières

© Laurent Ballesta

Une pression 13 fois supérieure à celle de la surface

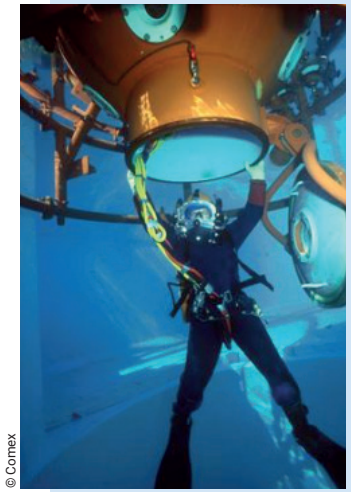
28 jours dans 5 m²

Les quatre plongeurs profonds

Laurent Ballesta | **Antonin Guilbert** | **Thibault Rauby** | **Yanick Gentil**

La plongée à saturation

La plongée à saturation existe depuis les années 1960. Elle a été développée pour l'exploitation des ressources sous-marines, plus particulièrement celle des hydrocarbures. Elle consiste à maintenir sous pression les plongeurs-travailleurs pendant toute la durée de leur chantier (en les faisant vivre dans une chambre pressurisée entre les plongées), leur corps est alors à saturation de gaz pour la profondeur de vie. Reliés à la tourelle par un gros ombilical ils sont alimentés en gaz, en électricité, en eau chaude, en lumière et peuvent communiquer avec la surface. Les temps de plongée ne sont donc plus limités et la décompression ne se fait qu'à la fin du chantier, au sec, en sécurité dans leur chambre pressurisée. **Il n'existe aujourd'hui plus qu'une seule école dans le monde, à Marseille : l'INPP.**



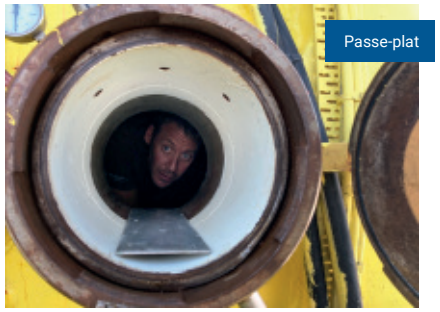
© Comex

La station bathyale

D'une surface totale de 10 m², la station bathyale est divisée en trois parties : **un caisson de vie (5 m²), un module sanitaire (2 m²) et un module de transition (3 m²)**, également appelé « **Tourelle ascenseur** », permettant aux plongeurs de descendre puis de s'immerger dans les grands fonds. À la fin de la plongée, les plongeurs déposaient leur matériel dans des paniers couplés à la tourelle-ascenseur pressurisée qui les remontait vers le caisson de vie. Cette station bathyale était installée sur la **barge CETRAVIM**, tractée par le **remorqueur COSTAUD** tout le long du littoral méditerranéen français.

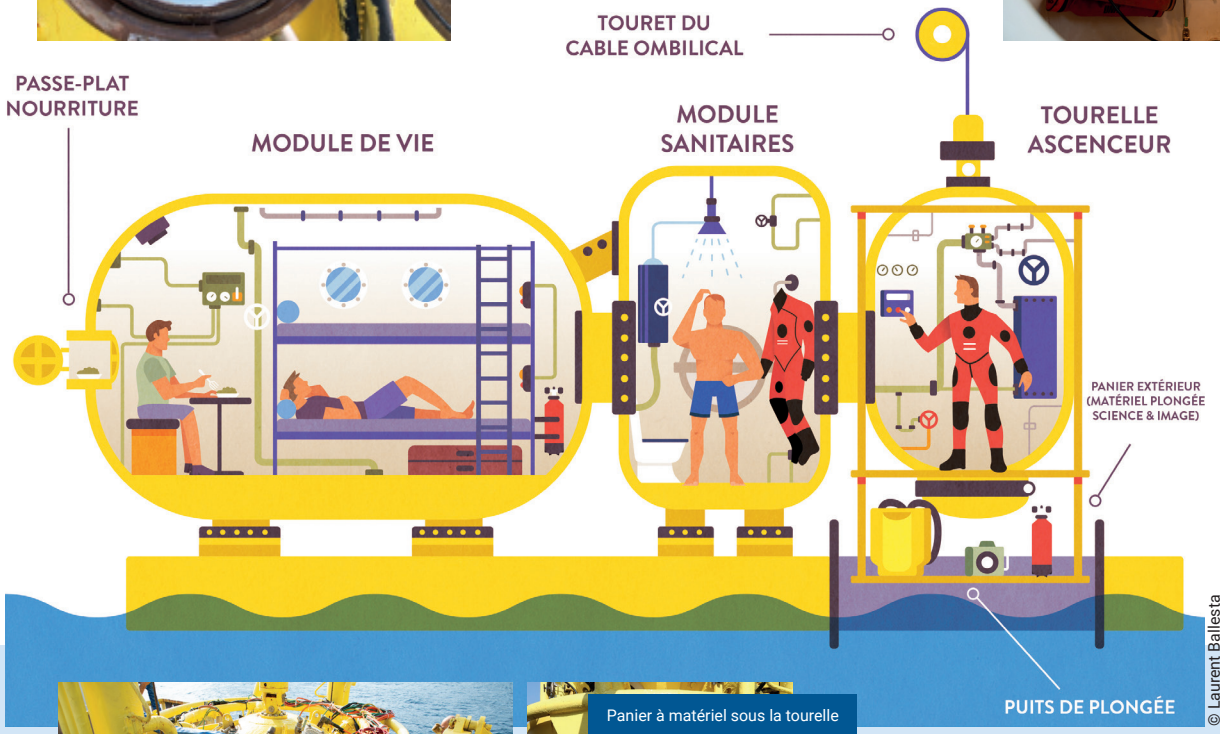
Module de vie - repas

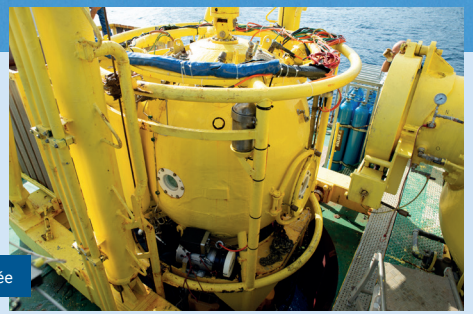
Module de vie - lit



Passe-plat

Intérieur de la tourelle ascenseur





Tourelle ascenseur et puits de plongée

Panier à matériel sous la tourelle

Un aménagement spécifique a été conçu et fabriqué par Christian Lumbreras en lien avec Andromède Océanologie : un vaste panier en acier situé en dessous de la tourelle ascenseur, permettant aux quatre plongeurs profonds de récupérer et de déposer leur matériel avant et après chaque plongée (appareils photos, recycleurs, matériels scientifiques, …), ainsi que l'ensemble des échantillons collectés.

Photos © Andromède Océanologie

Le tombant du Cap Taillat

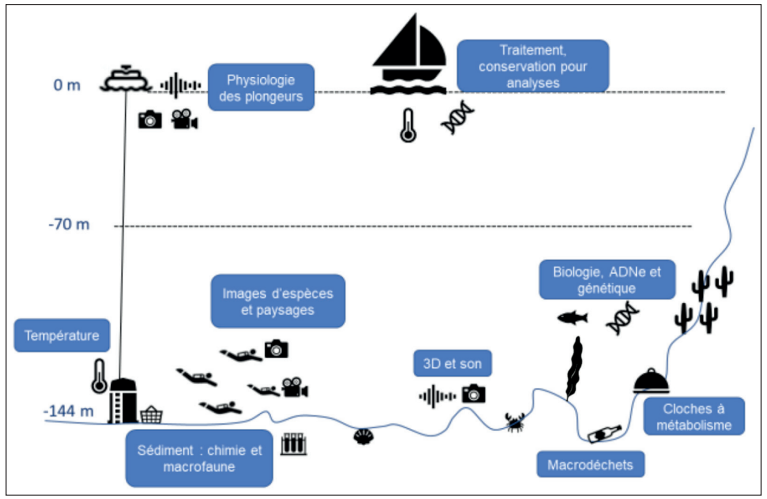
© Laurent Ballesta

DES MYSTÈRES SCIENTIFIQUES

Voici déjà plus d'un an que les quatre plongeurs de l'expédition scientifique Gombessa 5 « Planète Méditerranée » sont sortis de leur station bathyale démontrant ainsi **la réussite du mariage de la plongée à saturation avec la plongée autonome moderne en recycleur électronique.**

À partir des prélèvements effectués lors des **31 plongées entre 65 et 142 m de profondeur**, cette année a été pleinement exploitée par les **17 partenaires scientifiques** de l'expédition pour produire des résultats uniques et originaux.

Les différents protocoles scientifiques ont été regroupés en sept catégories illustrées sur la figure suivante : physiologie des plongeurs, température/conductivité, chambres benthiques, biodiversité (Biologie, ADNe, génétique), images d'espèces et paysages, sédiments (chimie et macrofaune), 3D et son, macrodéchets.



Synthèse des protocoles scientifiques réalisés durant la mission Gombessa 5.
Les organismes scientifiques partenaires : Alfred Wegener Institute à Bremerhaven (Allemagne), Andromède océanologie à Mauguio, Centro de Ciências do Mar à Faro (Portugal), Chorus à Grenoble, CEFE (UMR CNRS, Université de Montpellier, Montpellier Supagro, EPHE, INRA, IRD) à Montpellier, Centre Scientifique de Monaco (CSM) à Monaco, ECLA (UMR AFB, ONCFS, IRSTEA, USMB), IMBE (UMR Aix Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon Université), HE2B, le laboratoire commun InToSea à Montpellier, le laboratoire Arago à Banyuls-sur-mer (Observatoire océanologique de Banyuls-sur-Mer, CNRS, IRD, UPMC), MARBEC à Montpellier (UMR IRD, Université de Montpellier, Ifremer et CNRS), MIO (UMR Université Aix-Marseille, Université de Toulon, CNRS, IRD) à Marseille, REEDS à Montpellier, TETIS (UMR AgroParis-Tech, CIRAD, IRSTEA, CNRS) à Montpellier, STARESO à Calvi, l'université libre de Bruxelles (Belgique).

Que sait-on de l'impact physiologique et psychologique sur les plongeurs

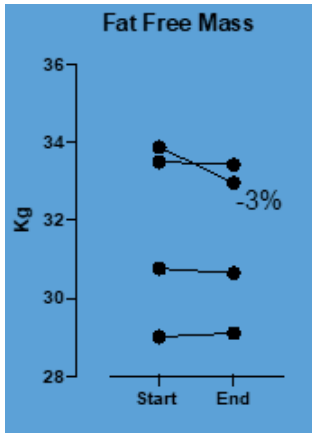
Lors de l'expédition, les plongeurs ont vécu confinés dans un minuscule espace pendant 28 jours tout en respirant un mélange gazeux inhabituel composé majoritairement d'hélium (90 %) et seulement 2 % d'oxygène, à plus de 13 bars de pression.

Un suivi quotidien des plongeurs a permis de vérifier que ces conditions « extrêmes » n'altéraient pas leur santé par :

- l'analyse de la variation de composition corporelle par impédancemétrie multifréquencielle
- l'analyse du microbiote
- l'analyse approfondie du sommeil
- l'analyse des effets toxiques de l'oxygène (Pulmonaire et Neurologique)
- l'analyse des performances mentales
- La recherche de bulles de décompression en circulation.

L'état nutritionnel et l'hydratation étaient bons et stables grâce aux soins réguliers apportés aux plongeurs et ce malgré les fortes chaleurs. L'inactivité du confinement s'est fait le plus sentir chez le plongeur à l'activité sportive la plus régulière avec une perte de masse musculaire de 3 %. Les aspects neuropsychométriques ont déjà démontré une très bonne résilience et adaptation au confinement de cette équipe de vieux copains !

D'après les mesures, ils étaient parfois objectivement fatigués et éprouvés par le froid mais de façon générale toujours alertes et actifs lors des plongées. Concernant les impacts toxiques sur les poumons, ils étaient légers et correspondaient aux effets attendus. Les bulles de gaz en circulation relevées au retour des incursions étaient négligeables *(Pr Costantino Ballestra, Université de Bruxelles - Laboratoire Biologie appliquée).*



Variation de masse maigre

© Laurent Ballesta

Thibault Rauby, Antonin Guilbert, Yanick Gentil et Laurent Ballesta dans la tourelle ascenceur

Quel temps fait-il sous la mer

Pour connaitre les caractéristiques physiques de chaque site exploré, dans un contexte d'été particulièrement chaud, une sonde multi-paramètres a été immergée depuis le Zembra, le catamaran scientifique. Elle a servi à dresser le profil de la colonne d'eau du fond à la surface : température, salinité, turbidité, pH, fluorescence, quantité d'oxygène.

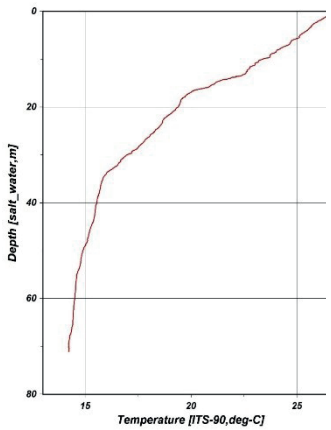
Les températures ont varié de 26,7°C en surface à 13,8°C au plus profond de la sonde de mesure (-197 m). Ces températures sont en moyenne de 2°C à 3°C supérieures à la normale. La Méditerranée figure parmi les « hot-spots » du changement climatique, elle se réchauffe 20 % plus vite que le reste du globe.

(Régis Hocde, IRD, Université de Montpellier - UMR Marbec ; Julie Deter, Andromède Océanologie / Université de Montpellier - UMR Marbec / Labcom InToSea).

Les données sont publiées et disponibles : Deter *et al.*, 2020. Gombessa 5 cruise: CTD profiles in western Mediterranean, July 2019. SEANOE. https://doi.org/10.17882/71814. Elles seront prochainement intégrées au réseau de surveillance de la température en Méditerranée : **CALOR.**

Julie Deter, directrice scientifique de Gombessa 5, prépare la sonde CTD avant son immersion pour effectuer le profil de température et conductivité de la colonne d'eau.

Site Plaine de la Cassidaigne :



Métabolisme de l'écosystème : les récifs coralligènes sont-ils des puits de carbone

On s'intéresse à la capacité de photosynthèse des récifs coralligènes ainsi qu'à leur contribution dans la production et/ou le stockage de gaz. La plongée profonde autonome a permis la pose de chambres benthiques étanches, développées spécifiquement pour l'étude, pour mesurer les flux de gaz (émission et consommation) au niveau du coralligène. De telles mesures n'avaient encore jamais été réalisées in situ du fait des contraintes techniques qu'elles imposent.

© Laurent Ballesta

Pose de chambres benthiques - Gombessa 5 - Le tombant du Cap Lardier

Les scientifiques ont noté la persistance d'une **faible activité de photosynthèse** malgré la faible lumière ainsi qu'une **légère émission de méthane, sur deux massifs coralligènes à - 70 m : le Pain de sucre des Impériaux et le tombant du Cap Lardier**. La mission a validé la faisabilité de ces mesures. Ces résultats doivent être confirmés sur d'autres sites.

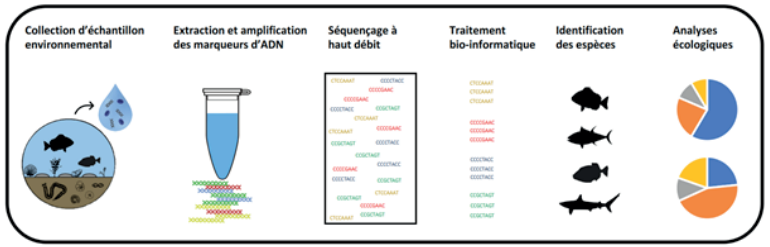
(Martin Daufresne et Fanny Baudouin, IRSTEA – UR RECOVER ; Nicolas Mouquet, Université de Montpellier - UMR Marbec / CNRS / IFREMER / IRD ; Julie Deter, Andromède Océanologie / Université de Montpellier - UMR Marbec / Labcom InToSea).

Julie Deter, directrice scientifique de l'expédition (Chef de projets R&D à Andromède Océanologie / maître de conférences associé à l'université de Montpellier).

« Faire rêver avec de belles images c'est bien mais si cela permet en même de temps de faire avancer les connaissances sur les écosystèmes marins, c'est mieux ! Le propre des expéditions Gombessa est justement de ne pas prendre la science uniquement comme prétexte, en fédérant de multiples chercheurs autour d'un sujet.
L'expédition a mobilisé **une trentaine de chercheurs de 17 structures différentes françaises et étrangères**, sélectionnés pour leurs compétences et leur complémentarité. Certains protocoles ont été testés en amont lors de la mission préparatoire de mars 2019 (deux semaines de préparation en accueil au laboratoire de Villefranche-sur-Mer) ; cela était indispensable pour la cartographie sonore ou les cloches benthiques par exemple qui étaient mises en place pour la première fois à de telles profondeurs. Mon rôle consiste donc à soulever des questions et trouver comment et avec qui y répondre au mieux... puis à faire connaitre les résultats. Durant l'expédition, j'étais moi-même chargée de différents protocoles et j'ai coordonné toute la partie scientifique avec le reste (plongée, logistique, film). J'en retiens de belles avancées et une formidable aventure humaine.»

L'ADN environnemental a-t-il permis de détecter la présence d'espèces rares

L'ADN environnemental est une méthode prometteuse qui inventorie les espèces présentes dans un milieu à partir de leurs traces d'ADN. Il suffit donc de récupérer de l'eau pour savoir ce qui y vit et s'y cache !



De l'eau a été prélevée en surface et au fond (jusqu'à -120 m) dans le but d'inventorier les communautés de poissons **à partir de l'ADN environnemental** sur six sites : **le Pain de sucre des Impériaux, les Beachrocks de Cassis, le banc de Magaud, le tombant du Cap Lardier, le tombant des Américains Est et le banc au large du Cap Nègre.**

Sur ces profils de profondeur, les variations de composition des communautés de poissons seront étudiées pour éventuellement mettre en évidence des populations particulièrement profondes d'espèces de surface (effet refuge des profondeurs) ou des seuils thermiques en deçà desquels certaines espèces ne sont plus présentes (effet physiologique). La composition des espèces présentes dans les habitats remarquables tels que les champs de laminaires ou les massifs profonds sera examinée afin de déterminer l'importance écologique de ces derniers.

(Pr David Mouillot, Jean-Baptiste Juhel, Laure Velez, Université de Montpellier - UMR MARBEC ; Emilie Boulanger, Université de Montpellier - UMR CEFE).

Un **Uranoscope** (*Uranoscopus scaber*) a été échantillonné afin **d'en extraire et séquencer son ADN** pour compléter la **base de référence** qui permettra, à terme, d'identifier les 250 espèces de poissons côtiers de Méditerranée nord-occidentale à partir de leur empreinte génétique laissée dans l'eau.

© Andromède Océanologie

Pour maximiser l'efficacité de détection de l'ADNe potentiellement rare en mer, il a été conçu pour l'expédition scientifique Gombessa 5, une pompe sous-marine pour l'ADNe. Positionnée sur un scooter ou posée sur le fond, la pompe permet de filtrer 30 L d'eau en étant au plus proche des écosystèmes marins et donc des habitants à inventorier. Cette méthode directe *in situ* évite également les contaminations liées à l'usage de multiples contenants (sacs ou bouteilles niskin) lors d'une filtration depuis la surface. Ce système de filtration a fait l'objet d'une déclaration d'invention entre l'université de Montpellier et les entreprises Andromède océanologie, Spigen et Subspace.

Les premiers résultats ont révélé que le nombre d'espèces diminuait avec l'augmentation de la profondeur. *Les données sont toujours en cours d'analyse.*

Le tombant du Cap Taillat

© Laurent Ballesta

Le suivi des paysages sous-marins par photogrammetrie et la bio-acoustique

La photogrammétrie appliquée dans le cadre de l'expédition Gombessa 5 consiste à reconstruire en **3 dimensions des sites explorés** dans un but d'archivage de paysages profonds, d'étude écologique de la biodiversité fixée et de la complexité de l'habitat. Les sites étant de grandes tailles, leur modélisation nécessite la prise de milliers de photos 2D.

Les modèles 3D de quatre massifs coralligènes et d'une épave ont été produits par photogrammétrie sur les sites **les Beachrocks de Cassis, la roche des Blauquières 1, le tombant du Cap Taillat, le banc au large du Cap Negre, et l'Epave antique dite « Le Titanic »**.

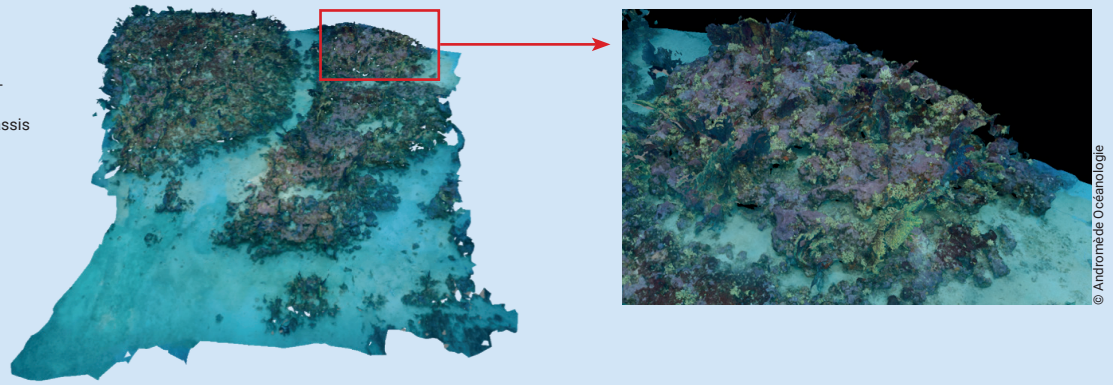
(Guilhem Marre, Florian Holon, Andromède océanologie ; Julie Deter, Andromède Océanologie / Université de Montpellier - UMR Marbec / Labcom InToSea ; Benoit Ropars, Reed).

L'ensemble des modèles 3D des sites sont disponibles sur la plate-forme Medtrix dans le projet **MODEL** dédié à la surveillance des habitats sous-marins par photogrammétrie.

En parallèle de la réalisation du modèle 3D (photogrammétrie), un dispositif d'écoute a été déployé durant trois semaines sur le massif coralligène du site **les Beachrocks de Cassis** pour une étude Bioacoustique. Tous les animaux sous-marins produisent des sons lorsqu'ils se déplacent, mangent, défendent leur territoire… La Bioacoustique consiste à étudier et estimer la biodiversité d'un site à partir des sons que l'on y enregistre.

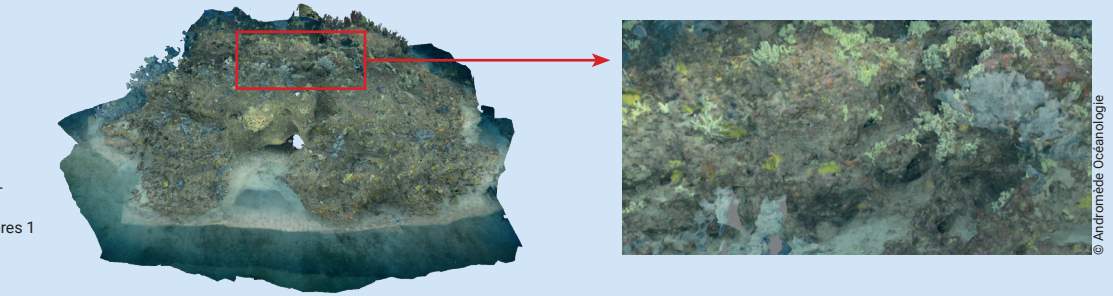
Le premier objectif de la mission est atteint : la carte sonore du site **les Beachrocks de Cassis** (origine, intensité et diversité des sons biologiques émis) a été réalisée en couplant les données des hydrophones à celles de la photogrammétrie. Il reste désormais à étudier par des analyses statistiques les liens entre complexité de l'habitat (architecture du récif), l'activité acoustique (d'origine biologique) et la biodiversité présente (identification à partir de quadrats). Les données sont en cours d'analyse.

(Julie Lossent, Chorus ; Guilhem Marre, Florian Holon, Andromède océanologie ; Julie Deter, Université de Montpellier - UMR MARBEC / Andromède océanologie / Laboratoire commun InToSea ; Benoit Ropars, Reeds).



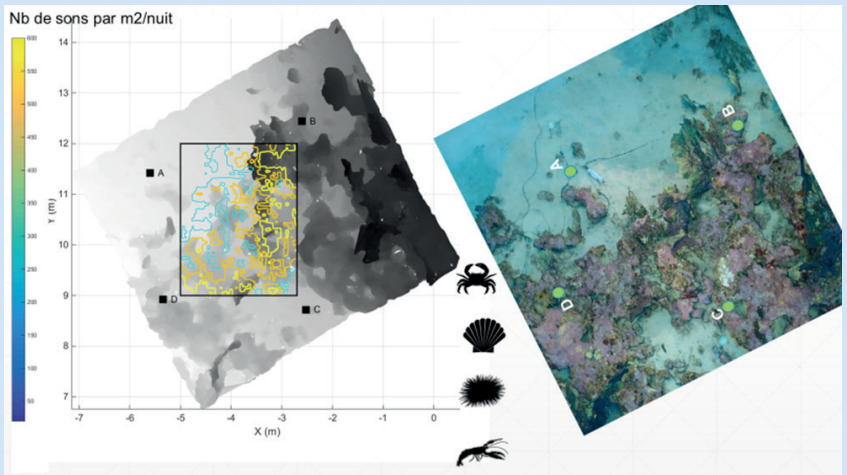
Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie - Gombessa 5
Les Beachrocks de Cassis

© Andromède Océanologie



Vue globale du site reconstitué en 3D par photogrammétrie - Gombessa 5
La roche des Blauquières 1

© Andromède Océanologie

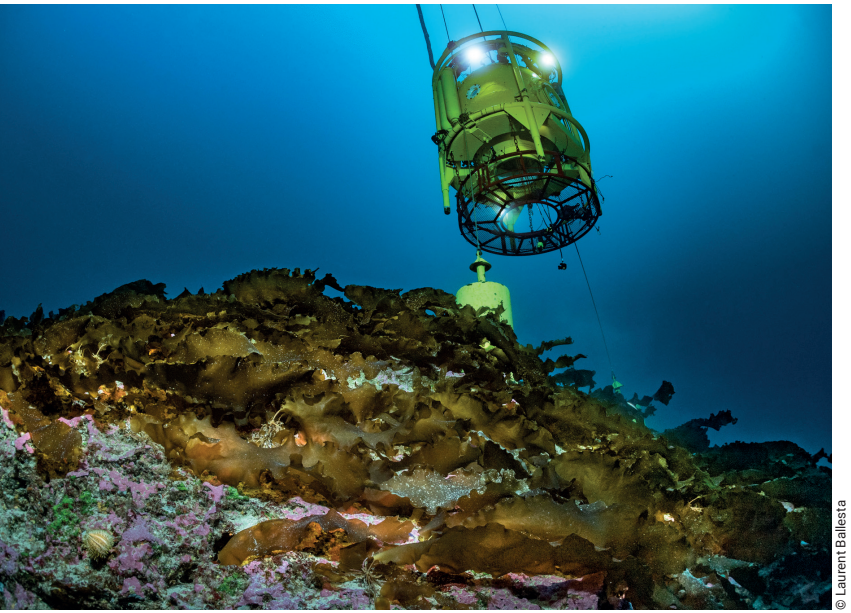


Couplage des données de photogrammétrie et de sonogrammétrie. Nombre moyen de sons émis par m²/nuit - Les Beachrocks de Cassis (source : Gervaise C., 2020, comm. Pers.)

L'étude des laminaires endémiques de Méditerranée

La laminaire de Méditerranée *Laminaria rodriguezii* est une espèce **distincte de la laminaire d'Atlantique**. Elle ne vit que dans les grands fonds, **au-delà de 60 m de profondeur**, dans des zones de faible éclairement et à courants importants. Peu de données sur la biologie et l'écologie de ces peuplements profonds existent, et seuls quatre sites méditerranéens sont connus pour abriter cette espèce protégée. Les plongeurs profonds de Gombessa 5 ont plongé sur l'un d'eux, le banc de Magaud, pour effectuer des prélèvements et des mesures afin d'analyser cette espèce remarquable (structure de la population (densité, taille), faune et flore associées).

Le cycle de vie complet de cette algue brune a été résolu. Il repose sur une alternance de deux générations : **un sporophyte macroscopique** (les individus que l'on voit) **et des gamétophytes microscopiques, les uns mâles, les autres femelles.**



© Laurent Ballesta

La tourelle positionnée au-dessus du massif couvert de laminaires.
Gombessa 5 - Le banc de Magaud

© Andromède Océanologie

Julie Deter montre une laminaire aux caméramans

Une très **forte variabilité dans la taille** des individus a été observée, de quelques centimètres à plusieurs mètres : un individu record de 3,5 m de long et âgé de trois ans (la longévité supposée était de deux ans) a été collecté à - 75 m.

L'influence de la température sur le développement des zones de croissance du sporophyte a été testée au laboratoire. Ces dernières ont été mises en culture à différentes températures afin de tester la résistance à l'augmentation des températures de la Méditerranée. Pour rappel, ces laminaires vivent à une telle profondeur que la température est pour l'instant stable (autour de 13°C). Les premiers résultats montrent une **température létale à 26°C**. Ce qui permet d'espérer une survie de l'espèce aux différentes prédictions d'augmentation de température des eaux de la Méditerranée.

(Thierry Thibaut, Lauric Reynes, Université d'Aix-Marseille - UMR MOI ; Inka Bartsch, Klaus Valentin, Andreas Wagner, Alfred Wegener Institute de Bremerhaven (Allemagne) ; Neusa Martins, Centro de Ciências do Mar à Faro (Portugal)).

Carte d'identité

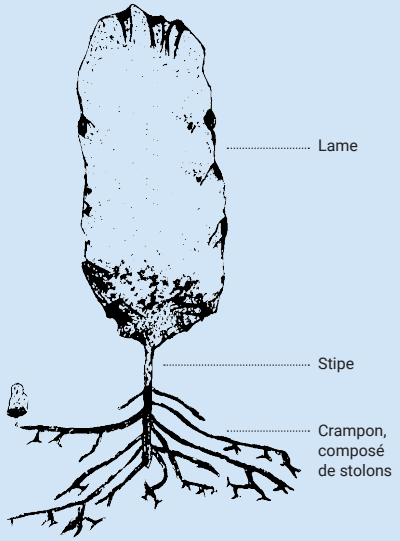
Nom : *Laminaria rodriguezii*

Groupe taxonomique :
Algue brune (Phaeophyceae)

Lieu de vie : Grands fonds, au-delà de 60 m de profondeur

Taille : de quelques cm à plusieurs mètres (record de 3,5 m de long)

Statut de protection : protégée en Méditerranée par l'annexe I de la convention de Berne et par l'annexe II (*espèces en danger et menacées*) de la Convention de Barcelone

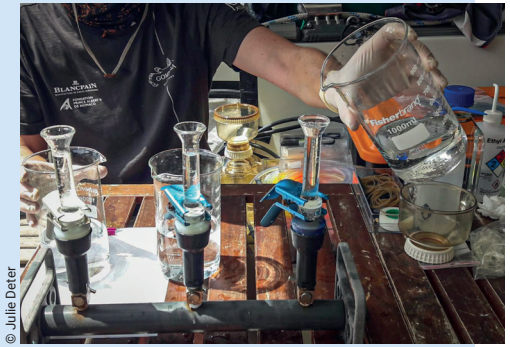


L'espèce se distingue par sa base caractérisée par la présence de stolons rampants et ramifiés, à partir desquels prennent naissance de nouveaux individus.

La lame est plane au centre et plus ou moins ondulée sur les bords.

© Julie Deter

Jeroen, Centre scientifique de Monaco, montre au réalisateur Gil Kebaïli les 5 espèces de gorgonaires échantillonnées par les plongeurs


© Julie Deter

Filtration d'eau de mer prélevée en profondeur pour en étudier les bactéries

L'étude de cnidaires : les gorgones et le corail noir

Les gorgones forment des structures tri-dimensionnelles dans lesquelles les poissons et autres animaux viennent trouver refuge. Cinq espèces de gorgonaires ont été étudiées : **gorgone rouge** *(Paramuricea clavata)*, **gorgone jaune** *(Eunicella cavolinii)*, **gorgone blanche** *(Eunicella singularis)*, **gorgone verruqueuse** *(Eunicella verrucosa)* et **corail rouge** *(Corallium rubrum)*. Des prélèvements d'espèces ainsi que d'eau et de sédiment du milieu environnant ont été réalisés sur trois sites profonds : le massif du Raventurier, St Martin profond et le tombant des Américains Est (jusque - 120 m).

Les scientifiques ont étudié les communautés bactériennes vivant en association avec les gorgones profondes et observé une abondance particulièrement importante d'un type de bactéries pourtant assez rares à l'état libre dans l'eau de mer : les Endozoicomonas. Leur rôle fait l'objet de recherche mais elles pourraient aider les gorgones à se nourrir dans ces grandes profondeurs où les nutriments sont plus rares.

(Jeroen Van de Water, Christine Ferrier-Pages, Centre scientifique de Monaco)

Un autre cnidaire, **le corail noir** (*Antipathella subpinnata*), **a été échantillonné pour une étude morphologique et génétique** sur le massif de coralligène du site la roche des Blauquières 1. Les premiers résultats montrent que l'incroyable (par sa beauté et sa densité) population de corail noir de ce site se composerait de colonies de sexe mâle et d'autres de sexe femelle, et donc un mélange de reproduction sexuée et asexuée (fragmentation) à la différence d'autres sites profonds connus (en Italie).

(Pascal Romans, Université Paris VI - Laboratoire Arago).

Corail noir, Gombessa 5 - La roche des Blauquières 1

© Laurent Ballesta

© Laurent Ballesta

© Andromède Océanologie

Tamisage du sédiment marin prélevé

L'étude de la qualité chimique du sédiment marin profond et de la macrofaune benthique

La quantification et l'identification des contaminants chimiques et organiques dans le sédiment superficiel ont été étudiées sur six sites localisés entre - 65 et - 100 m : le Pain de sucre des Impériaux, les Beachrocks de Cassis, la plaine de Cassidaigne, le banc de Magaud, l'émissaire de Nice Haliotis, et le banc de Blauquières 3. **16 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), 17 métaux, 41 congénères de Polychlorobiphényles** (PCB et PCB totaux) **et 18 pesticides** ont été recherchés et quantifiés à partir des prélèvements réalisés par les plongeurs. La caractérisation de l'état chimique des sédiments a été effectuée à partir de valeurs seuils de toxicité connues (**EAC** - Environmental Assessment Criteria et **ERL** - Effects Range Low).

Les niveaux de contamination métallique et en HAP sont faibles dans les sédiments. Les teneurs les plus élevées, tout en restant inférieures aux valeurs seuils, sont principalement relevées au niveau du site de l'émissaire de Nice Haliotis. Les niveaux de contamination en pesticides sont également faibles dans les sédiments, sauf pour le DDE sur deux sites. Des valeurs supérieures au seuil de toxicité pour les PCB sont observées sur tous les sites.

(Emmanuel Wafo, Faculté de pharmacie de Marseille ; Annick Donnay, Stareso ; et Gwenaëlle Delaruelle, Andromède Océanologie).

Les analyses de qualité écologique sur la base des espèces animales indicatrices (macrofaune benthique) sont en cours. D'après la composition du peuplement échantillonné et des sensibilités connues des organismes identifiés, il sera possible de définir l'état de santé du milieu.

(Michèle Leduc et Annick Donnay, Stareso).

L'épave du Natal

© Laurent Ballesta

LA PROMESSE D'IMAGES INÉDITES

Près d'une soixantaine d'espèces très rares (jamais illustrées vivantes dans leur milieu), rares (peu photographiées), ou remarquables par leur profondeur de vie ou leur comportement inédit ont été photographiées. En voici quelques-unes :

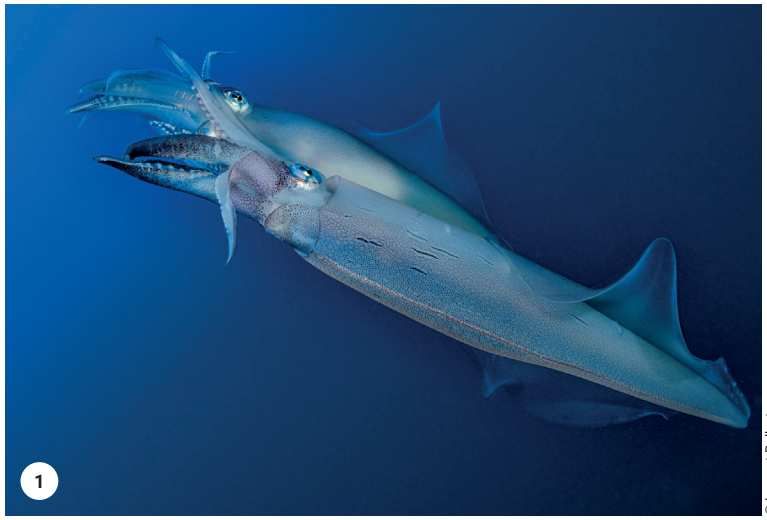
Les numéros correspondent aux sites sur lesquels les différentes espèces ont été photographiées - page 7

Le barbier perroquet adulte et juvénile (*Callanthias ruber*), espèce assez rare et surtout difficile à débusquer puisqu'il se cache parmi les barbiers communs aux couleurs similaires mais à la queue plus courte.

Pétillants de rose, les barbiers communs : symboles de l'abondance. Cette abondance qui souvent empêche de voir la rareté, l'extraordinaire au milieu des ordinaires. Pourtant il est bien là : le barbier perroquet ! Le discret cousin du barbier commun, pour la première fois photographié vivant. Les différences sont à la fois subtiles et évidentes : un corps plus élancé, un œil plus gros, une robe clairement bicolore et une queue aux remarquables filaments.

© Laurent Ballesta

© Laurent Ballesta



© Laurent Ballesta

La reproduction des calmars veinés (*Loligo forbesi*)

Le mâle se place sous la femelle, leurs tentacules s'entrelacent… Le mâle dresse alors son bras inférieur, le retourne et le glisse sous le manteau de la femelle. Ce bras modifié transporte les sacs de spermatozoïdes tout près des œufs encore à l'intérieur de la femelle. Cela n'arrive qu'une seule fois dans leur courte vie. Les calmars naissent et, trois ans plus tard, ils s'accouplent et en meurent. Sous la mer, des passions se jouent, calmes ou brutales, durables ou fatales, et nul ne s'en doute sur Terre.

© Laurent Ballesta

La crevette bossue (*Balssia gasti*)

© Laurent Ballesta

La porcelaine des gorgones rouges (*Simnia purpurea*)

© Laurent Ballesta

Le limbert à filament (*Aulopus filamentosus*)

© Laurent Ballesta

La morue cuivrée (*Gadella maraldi*)

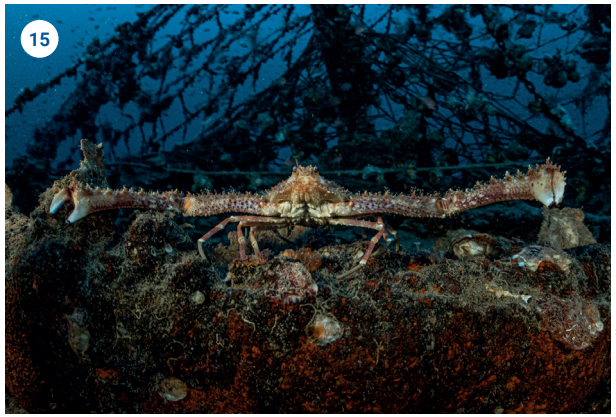
Croiser un poisson que l'on ne connaissait pas, jamais illustré vivant… Observer pour la première fois les ondulations de son corps élancé, l'éclat de ses gros yeux... Contempler la discrète vitalité de celui qui jusque-là n'était qu'une référence formolée, oubliée dans la collection poussiéreuse d'un obscur Muséum… Pouvoir lui donner un petit nom inspiré - pourquoi pas - des reflets métalliques de sa robe qui brille au fond de la Méditerranée… À l'heure de la grande extinction, il s'agit moins d'un espoir que d'une consolation mais tant qu'il y aura des morues cuivrées à baptiser, rien ne sera tout à fait perdu.

© Laurent Ballesta

L'araignée élégante (*Latreillia elegans*)

© Laurent Ballesta

La parade nuptiale des murènes (*Muraena helena*)

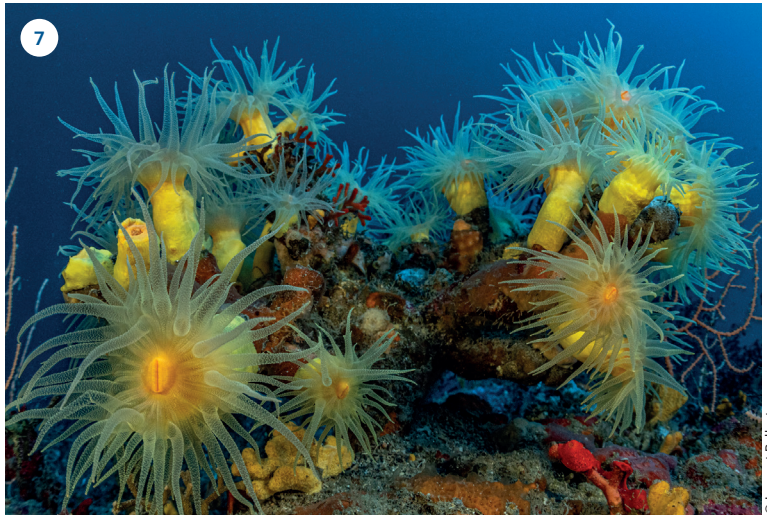


© Laurent Ballesta

Le crabe parthénope à longues pinces avec ses œufs (*Spinolambrus macrochelos*)

© Laurent Ballesta

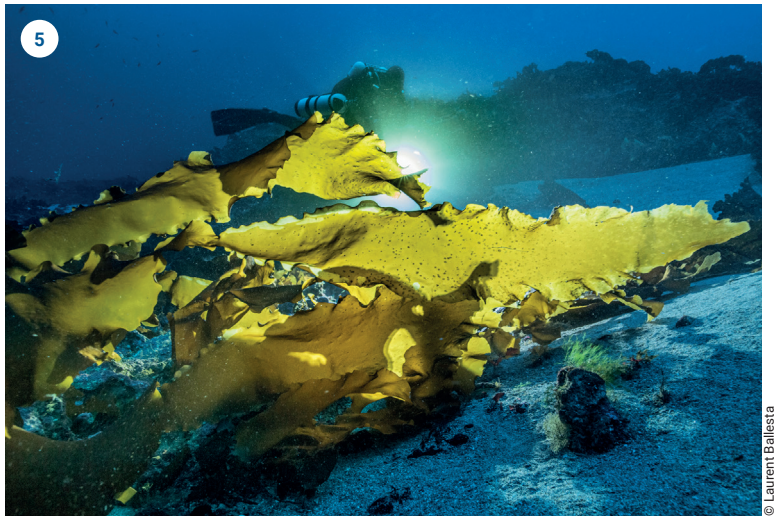
Le serpenton à long nez (*Ophisurus serpens*)



© Laurent Ballesta

Coraux arborescents jaunes (*Dendrophyllia cornigera*)

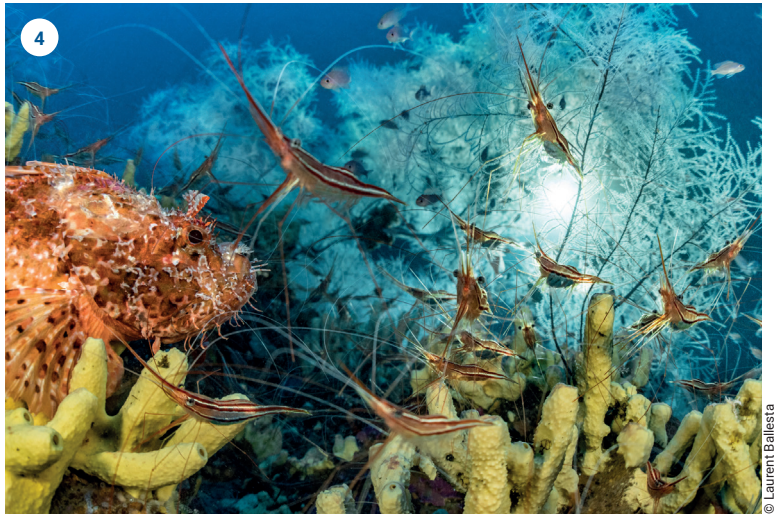
Ce n'est pas au coeur des Antilles, ni autour de Mayotte, ni dans les Îles Éparses, ni à la Réunion. Ce n'est pas non plus en Polynésie, ni en Nouvelle- Calédonie, pas même à Wallis et Futuna et encore moins à Clipperton. Ces coraux jaunes s'épanouissent au Cap d'Antibes, en France métropolitaine mais bien loin de la surface. Ironie de nos physiologies limitées, ces coraux sont finalement moins accessibles que leurs cousins tropicaux.



© Laurent Ballesta

Les laminaires de Méditerranée (*Lanimaria rodriguezii*)

Il existe dans les grandes profondeurs de la Méditerranée de vastes champs d'algues brunes. Si les feuilles des laminaires sont immenses, les sites restent rares. Ce n'est sans doute que quelques dizaines d'hectares à peine, et toujours au-delà de 80 m de fond. Les méditerranéens n'en demandaient pas plus : la Bretagne n'a plus le monopole des grandes forêts sous-marines.



© Laurent Ballesta

La chasse du chapon sur les crevettes narval (*Scorpaena scrofa* vs *Pleisionika narval*)

© Laurent Ballesta

Le gobie de Kolombatovici (*Gobius kolombatovici*)

© Laurent Ballesta

Le parasite Sacculina sp. sur la crevette cristal (*Periclimenes scriptus*)

© Laurent Ballesta

L'éponge orange (*Poecillastra compressa*)

© Laurent Ballesta

Le sébaste chèvre (*Helicolenus dactylopterus*)

Près de 140 photographies d'espèces et de paysages illustrés pendant l'expédition Gombessa 5 sont disponibles sur la plateforme Medtrix, au niveau de l'observatoire des espèces et des paysages marins MER-VEILLE.

La nouvelle technique de plongée développée dans le cadre de l'expédition Gombessa 5 ainsi que les protocoles innovants mis en place pour explorer la faune / flore de la zone crépusculaire sont valorisés à travers un **film long métrage de 90 minutes** réalisé pour la chaine de télévision ARTE et d'un **documentaire scientifique de 26 minutes** produit pour l'Agence de l'eau RMC.

La bande annonce officielle du film long métrage est disponible sur la page YouTube *Gombessa expéditions*, ainsi que l'ensemble des **vlogs** réalisés tout au long de l'expédition par **Lorie Guilbert**, vidéaste et journaliste reporter d'images.

Par ici

À tout voyage, son véhicule. Vers les étoiles, un vaisseau spatial, vers les abysses, une station bathyale. Les grandes profondeurs sont les planètes lointaines d'une galaxie voisine. 100, 120, 140 m, ces distances sont dérisoires et infranchissables à la fois. Cet univers, n'est ni proche ni distant, il est ailleurs. Alors l'atteindre, c'est rejoindre un monde parallèle : Laurent Ballesta et ses camarades sont allés très loin, mais ils ne sont pas vraiment partis. Ils sont restés chez eux, en Méditerranée profonde, 28 jours sans retourner à l'air libre. Dans la lumière crépusculaire d'espaces encore vierges, la vie était éblouissante. Là où peu de plongeurs s'aventurent, se trouvent des oasis qui semblent résister à la destruction et à l'extinction. Ce sont les derniers refuges de tous les refoulés d'un littoral sous pression. Voici les portraits de ces inconnus en sursis, les paysages de ces territoires en péril. Plus qu'un nouveau monde, c'est une autre planète, la Planète Méditerranée.

Le nouveau livre ***Planète Méditerranée*** est disponible ici !

Gil Kébaïli,
auteur et réalisateur du film
Gombessa 5 « Planete Méditerranée »

« Pour ce film, nous avons dû mettre en place un véritable studio vidéo multi caméras pour capter la vie des quatre aquanautes emprisonnés dans leur station pendant 28 jours. 15 caméras et 21 micros, répartis dans les différents modules de la station et reliés à une régie vidéo, tournaient 24h/24 comme un « loft ». Il a fallu faire rentrer des dizaines de câbles dans la station sous pression en s'assurant qu'ils ne provoquent pas de fuite. De plus il fallait corriger en temps réel et sans délai les voix des aquanautes sous hélium qui étaient incompréhensibles. Bref ce fut un gros défi technique qui s'est étalé sur six mois de préparation. L'enjeu pour moi était de réaliser un film de 90 minutes sur les profondeurs de la Méditerranée sans avoir accès aux décors, trop profonds, et sans vraiment être en présence de mes personnages principaux, séparé d'eux par une enveloppe d'acier. Les acquisitions vidéo sous-marines étaient réalisées par Yanick Gentil, un des quatre aquanautes. Cadreur-sous-marin reconnu, il a filmé les toutes premières images du cœlacanthe faite par un plongeur, mais également la reproduction des mérous camouflage et la chasse nocturnes des requins gris de Fakarava.
J'aimais cette allure de vieille barge surgi d'une époque révolue, qui avait pourtant entre ses mains en 2019, la vie de quatre hommes enfermés dans ses cloisons d'acier. Je la surnommais « la vieille dame de fer ». Elle a totalement été repensée en termes d'éclairages pour qu'elle reste graphique la nuit dans son ensemble, notamment pour les prises de vue « drone ». L'intérieur des pièces a également été aménagé pour que je puisse capter n'importe quel événement important, pouvant survenir à tout moment. Je voulais être en mesure de ne rien rater pour ne rien avoir à rejouer. La tourelle ascenseur, qui permettait aux aquanautes de monter et descendre dans les profondeurs était, elle aussi, équipée d'éclairages, ce qui lui donnait une allure d'engin spatial et suggérait l'arrivée sur une autre planète.
Je voulais que l'histoire soit le plus souvent possible racontée par les aquanautes eux-mêmes pendant l'expédition. Je voulais qu'ils se livrent à moi afin qu'ils ne soient pas considérés comme des « super héros », ce qui donne une vraie dimension humaine au film je crois. Cela a été possible grâce à la belle confiance que Laurent, Thibault, Antonin et Yanick ont avec moi. Je m'isolais avec un casque et un micro pour parler régulièrement avec eux, et empêchais tout le reste de l'équipe d'écouter ces moments précieux de confidences. »

L'EXPÉDITION GOMBESSA 5 "PLANÈTE MÉDITERRANÉE" N'AURAIT PAS ÉTÉ POSSIBLE SANS LE SOUTIEN DE NOS DIFFÉRENTS PARTENAIRES FINANCIERS :

BLANCPAIN MANUFACTURE DE HAUTE HORLOGERIE
FONDATION PRINCE ALBERT II DE MONACO
EXPLORATIONS DE MONACO
ANDROMEDE OCEANOLOGIE
arte
inpp
LES GENS BIEN PRODUCTIONS
agence de l'eau RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE
RÉGION SUD PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR
FONDATION IRIS
Fondation VEOLIA
OFB OFFICE FRANÇAIS DE LA BIODIVERSITÉ
CNC
MÉTROPOLE NICE CÔTE D'AZUR
Parc national des Calanques
Océanopolis Brest
UshuaïaTV
apdiving built for adventure
AQUALUNG
Nikon
SyERA
HE2B ISEK
molecular
SEACAM
bighlue
KELDAN Advanced Lighting Technology
NEOTEK
enlaps
RGBLUE UNDERWATER LIGHTING SYSTEM
AzOth SYSTEMS
SUBSPACE PICTURES
TOPSTAR

... ET DE TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PERMIS LE BON DÉROULEMENT DE CETTE MISSION :

- **L'équipe des plongeurs profonds** : Laurent Ballesta, Antonin Guilbert, Yanick Gentil et Thibault Rauby.
- **L'équipe *SUPPORT SURFACE*** : Jean-Marc Belin, Thomas Pavy, Justine Rauby, Jordi Chias, Cédric Gentil et Florian Holon ;
- **L'équipe *FLOTTE*** : Stephen Mauron, Thomas Pavy, Tangi Le Bot, Noémie Agel et Mélanie Santo ;
- **L'équipe *SCIENTIFIQUES*** : Julie Deter, Florian Holon, David Mouillot, Emilie Boulanger, Jean-Baptiste Juhel, Laure Velez, Régis Hocde, Michèle Leduc, Annick Donnay, Costantino Ballestra, Guilhem Marre, Thomas Bockel, Gwénaelle Delaruelle, Nicolas Mouquet, Martin Daufresne, Fanny Baudouin, Jeroen Van De Water, Christine Ferrier-Pages, Pascal Romans, Julie Lossent, Emmanuel Wafo, Bartsch Imka, Klaus Valentin, Andreas Wagner, Lauric Reynes, Thierry Thibaut, Neusa Martins et Benoît Ropars ;
- **L'équipe *INPP*** : Théo Mavrostomos, Romain Orlandini, Stéphane Ceniccola, Philippe Guarracino, Eric Guieu, Daniel Coulomb, Richard Gamba, Eric Albier et Gérard Chiarazzo ;
- **L'équipe *REMORQUEUR*** : Martial Croajou et Bertil Chambon ;
- **L'équipe *FILM*** : Gil Kebaïli, Manuel Lefevre, Cédric Gentil, Yann Rineau, Damien Luquet, Damien Chatard, Florian Dimaggio, Roberto Rinaldi, Marco Panico, Yanick Gentil, Kevin Peyrusse, et Lorie Guilbert pour la partie réalisation - et Vivien Lemaignan, Mélanie Van Kempem et Bénédicte Richard pour la partie production ;
- **L'équipe *LOGISTIQUE*** : Charlotte Bigard, Tangi Le Bot, Marie Guillot, Agathe Blandin, Célia Fery et François Mouren-Provensal

Ainsi que les **coordinateurs d'expédition, chargés de la communication et de l'animation sur les réseaux sociaux** : Caroline Ballesta, Sylvie Jaumes, Pierre Descamp et Mathieu Bourgarel.

Les photographies proposées ne sont pas libres de droits et les crédits respectifs doivent être respectés.

CAHIER DE SURVEILLANCE MEDTRIX
EXPÉDITION GOMBESSA 5 PLANÈTE MÉDITERRANÉE

Dans la joie et la bonne humeur, parfois dans la douleur, l'expédition Gombessa 5 restera un souvenir inoubliable.

NIKON GOMBESSA FILM

→1 →1A

NIKON GOMBESSA FILM

→2 →2A

NIKON GOMBESSA FILM

→3 →3A

NIKON GOMBESSA FILM

→4 →4A

NIKON GOMBESSA FILM

→5 →5A

NIKON GOMBESSA FILM

→6 →6A

NIKON GOMBESSA FILM

→7 →7A

NIKON GOMBESSA FILM

→8 →8A

NIKON GOMBESSA FILM

→9 →9A

NIKON GOMBESSA FILM

→10 →10A

NIKON GOMBESSA FILM

→11 →11A

NIKON GOMBESSA FILM

→12 →12A

NIKON GOMBESSA FILM

→13 →13A

NIKON GOMBESSA FILM

→14 →14A

NIKON GOMBESSA FILM

→15 →15A

NIKON GOMBESSA FILM

→16 →16A

NIKON GOMBESSA FILM

→17 →17A

NIKON GOMBESSA FILM

→18 →18A

NIKON GOMBESSA FILM

→19 →19A

NIKON GOMBESSA FILM

→20 →20A

NIKON GOMBESSA FILM

→21 →21A

NIKON GOMBESSA FILM

→22 →22A

NIKON GOMBESSA FILM

→23 →23A

NIKON GOMBESSA FILM

→24 →24A

NIKON GOMBESSA FILM

→25 →25A

NIKON GOMBESSA FILM

→26 →26A

NIKON GOMBESSA FILM

→27 →27A

NIKON GOMBESSA FILM

→24 →24A

NIKON GOMBESSA FILM

→29 →29A

NIKON GOMBESSA FILM

→24 →24A