

**DECOUVERTES ET RESULTATS
DE LA CAMPAGNE D'EXPLORATION
RAMOGE 2018**

**SCOPERTE E RISULTATI
DELLA CAMPAGNA DI ESPLORAZIONE
RAMOGE 2018**



Créé dès 1976, l'Accord RAMOGE permet aux 3 pays parties (la France, l'Italie et la Principauté de Monaco) de mettre en œuvre des actions communes et coordonnées pour limiter les pollutions marines et préserver le littoral et le milieu marin entre Marseille et La Spezia, incluant ainsi pleinement les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Ligurie, ainsi que la Principauté de Monaco.

Cet Accord s'inscrit dans le cadre de la Convention de Barcelone. Fort de plus de quarante années d'existence, il est un symbole de coopération et de solidarité sous-régionale pour la préservation de la Méditerranée.

Creato nel 1976, l'Accordo RAMOGE permette ai 3 paesi parti (Francia, Italia e Principato di Monaco) di attuare azioni congiunte e coordinate per limitare l'inquinamento marino e preservare il litorale e l'ambiente marino tra Marsiglia e La Spezia, includendo così pienamente le regioni Provenza-Alpi-Costa Azzurra e Liguria, nonché il Principato di Monaco.

Questo Accordo rientra nel quadro della Convenzione di Barcellona. Con più di quarant'anni di esistenza, è un simbolo di cooperazione e solidarietà subregionale per la conservazione del Mediterraneo.

www.ramoge.org



[accordramoge](https://www.facebook.com/accordramoge)

[ramoge_21](https://twitter.com/ramoge_21)



[accord_ramoge](https://www.instagram.com/accord_ramoge)

À BORIS,

RAMOGE et l'ensemble des membres de l'équipe embarquée sur le navire océanographique N/O Atalante pour l'exploration RAMOGE 2018 sont profondément attristés par la tragique disparition de Boris DANIEL, ce 23 juin 2020, emporté brutalement par un cancer à l'âge de 45 ans alors qu'il était plein de vie.



Nous avons connu Boris en 2015 lorsque chargé de mission « Patrimoine naturel marin » au sein de l'antenne Méditerranée de l'Agence Française pour la Biodiversité, il intègre le groupe de travail de l'Accord RAMOGE « gestion intégrée des zones côtières ». Pendant près de 4 ans à nos côtés, Boris a témoigné de son ouverture d'esprit, de sa volonté de coopérer et de sa capacité à surpasser les difficultés pour atteindre des objectifs communs. Il a pleinement démontré son implication et son engagement au service de la préservation du milieu marin et de la biodiversité. En septembre 2019, il devient Directeur du Parc marin de la Côte Bleue. Même si nous regrettons son départ, nous étions heureux qu'il puisse voguer vers un nouvel horizon, plein de projets en tête pour mieux protéger cette Méditerranée qu'il savait si fragile et qu'il aimait tant.

C'est au cours des campagnes océanographiques d'exploration RAMOGE que nous avons pu appréhender la personnalité attachante de Boris. En 2015, nous avons partagé une première exploration lors de laquelle nous avons déjà noué des liens de travail et de sympathie. En 2018, l'équipe RAMOGE s'embarquait à nouveau pour une exploration sur le N/O Atalante, et cette fois avec Boris comme chef de mission. Nous avons vécu pendant 10 jours une inoubliable aventure scientifique et humaine, où le travail scientifique rimait avec amitié. Tout au long de la campagne nous avons eu le loisir d'apprécier ses qualités humaines, sa sincérité, son écoute, son enthousiasme, sa joie de vivre, son humour mais aussi ses qualités professionnelles, scientifiques, sa compétence, son pragmatisme, sa détermination, bref... son TALENT ! Son entrain garantissait le succès de cette mission.

La campagne d'exploration profonde RAMOGE 2018 sera toujours pour nous l'exploration « Boris », remplie de magnifiques souvenirs, dans lesquels nous nous replongerons avec plaisir pour partager encore ces moments avec lui !

Le monde marin attristé perd un de ses vaillants protecteurs mais nous veillerons avec ardeur à poursuivre l'engagement qui était le sien en faveur de la Grande Bleue, et plus largement de l'environnement.

Boris, tu seras toujours dans nos cœurs !

Tes compagnons de route RAMOGE

A BORIS,

RAMOGE e tutti i membri del team della nave oceanografica N/O Atalante per l'esplorazione RAMOGE 2018 sono profondamente addolorati per la tragica scomparsa di Boris DANIEL, avvenuta il 23 giugno 2020, deceduto tragicamente per cancro a 45 anni, nel pieno della vita.

Abbiamo conosciuto Boris nel 2015 quando, come responsabile della missione «Patrimonio naturale marino» presso la sezione mediterranea dell'Agencia francese per la Biodiversità, è entrato a far parte del gruppo di lavoro dell'Accordo RAMOGE «gestione integrata delle zone costiere». I quasi 4 anni di collaborazione trascorsi ci hanno permesso di apprezzare Boris per la sua apertura mentale, la propensione a cooperare e la capacità di superare le difficoltà per raggiungere gli obiettivi comuni. Ciò sempre avendo come obiettivo l'impegno per la salvaguardia dell'ambiente marino e della biodiversità. Nel settembre 2019 è diventato Direttore del Parco marino della Côte Bleue. Anche se rammaricati dal fatto che ci avrebbe lasciati, siamo stati felici che potesse veleggiare verso un nuovo orizzonte, pieno di progetti per meglio proteggere questo Mediterraneo, che sapeva essere così fragile e che amava così tanto.

È stato durante le campagne di esplorazione oceanografica RAMOGE che abbiamo avuto modo di apprezzare la personalità solare di Boris. Nel 2015 avevamo già condiviso una prima campagna oceanografica durante la quale avevamo stabilito dei legami di lavoro e di simpatia. Nel 2018, il team RAMOGE si è imbarcato nuovamente per un'esplorazione con la N/O Atalante con, questa volta, Boris in veste di "capo missione". Per 10 giorni abbiamo vissuto un'indimenticabile avventura scientifica ed umana, dove il lavoro scientifico si è accompagnato all'amicizia. Durante tutta la campagna abbiamo avuto l'opportunità di apprezzare le sue doti umane, la sua sincerità, la sua capacità di ascolto, il suo entusiasmo, la sua gioia di vivere, il suo spirito, ma anche le sue qualità professionali, scientifiche, la sua competenza, il suo pragmatismo, la sua determinazione, insomma... il suo TALENTO! Il suo entusiasmo ha garantito il successo di questa missione.

La campagna di esplorazione profonda RAMOGE 2018 sarà per sempre, per noi, l'esplorazione «Boris», piena di magnifici ricordi, in cui ci immergeremo con piacere per rivivere con lui questi momenti!

Il mondo marino è addolorato per la scomparsa di uno dei suoi valorosi protettori, ma noi ci impegniamo fermamente nel dare continuità al suo impegno per il Mare, il Grande Blu, il nostro Mediterraneo e, più in generale, per l'ambiente.

Boris, sarai sempre nei nostri cuori!

I tuoi compagni di viaggio RAMOGE



SOMMAIRE SOMMARIO

Préface du Vice-Amiral d'Escadre Charles-Henri de la Faverie du Ché, Préfet maritime de la Méditerranée/
Prefazione del Vice-Ammiraglio di Squadra Charles-Henri de la Faverie du Ché, Prefetto marittimo del Mediterraneo.

- p.7 **1** Introduction de la Secrétaire exécutive de l'Accord RAMOGE
Introduzione della Segretaria esecutiva dell'Accordo RAMOGE.
- p.8 **2** L'importance de cette campagne d'exploration internationale pour l'étude des zones d'intérêt écologique profondes
L'importanza della campagna di esplorazione internazionale per lo studio delle zone di interesse ecologico profonde.
- p.10 **3** Préparation d'une exploration océanographique et vie à bord durant la mission
Preparazione di un'esplorazione oceanografica e vita a bordo durante la missione.
- p.12 **4** Submersibles et véhicules sous-marins téléguidés (ROV – Remotely Operated Vehicle)
Sommergibili e veicoli robotici filoguidati (ROV – Remotely Operated Vehicle).
- p.16 **5** La gestion des données d'une exploration océanographique
La gestione dei dati di un'esplorazione oceanografica.
- p.18 **6** Vue d'ensemble des zones étudiées et observations géologiques
Panoramica delle aree studiate ed osservazioni geologiche.
- p.30 **7** Une découverte exceptionnelle
Un ritrovamento straordinario.
- p.32 **8** Communautés benthiques profondes
Comunità bentoniche profonde.
- p.50 **9** Biodiversité ichthyologique profonde
Biodiversità ittica profonda.
- p.55 **10** Zoom sur les relevés bathymétriques du canyon de Cannes et du haut-fond de Méjean
Focus sui rilievi batimetrici del canyon di Cannes e del banco di Mejean.
- p.57 **11** Les déchets marins
I rifiuti marini.
- p.60 **12** Impact des engins de pêche perdus sur les communautés benthiques
Impatto degli attrezzi da pesca persi sulle comunità.
- p.64 **13** La campagne RAMOGE, et la Directive-cadre Stratégie pour le milieu marin (DCSMM) : développement et test du protocole d'observation des déchets marins et des de leurs interactions avec la faune épibenthique.
La campagna RAMOGE e la Direttiva Quadro sulla Strategia per l'ambiente Marino (MSFD): sviluppo e sperimentazione del protocollo per l'osservazione dei rifiuti marini e delle loro relazioni con la fauna epibentonica.
- p.66 **14** Perspective futures
Prospettive future.

PRÉFACE DU VICE-AMIRAL D'ESCADRE CHARLES-HENRI DE LA FAVERIE DU CHÉ, PRÉFET MARITIME DE LA MÉDITERRANÉE

PREFAZIONE DEL VICE-AMMIRAGLIO DI SQUADRA CHARLES-HENRI DE LA FAVERIE DU CHÉ, PREFETTO MARITTIMO DEL MEDITERRANEO



Les milieux profonds ont pendant longtemps été des espaces méconnus du grand public, principalement à cause de leur caractère inaccessible.

Grâce au développement technologique et aux nombreuses campagnes océanographiques comme celles menées depuis 2015 dans le cadre de l'Accord RAMOGE (France, Italie et Principauté de Monaco), nous savons aujourd'hui que les milieux profonds (comme les canyons et les monts sous-marins) abritent une riche biodiversité et sont aussi des environnements vulnérables, comme l'illustre les peuplements constitués des fameux coraux blancs profonds.

Les campagnes de recherche ont également mis au jour les déchets et pollutions qui se répartissent sur les fonds profonds selon les configurations de leur topographie et des courants sous-marins. Nous savons aujourd'hui que ces habitats, essentiels à la vie sous-marine, pourraient disparaître si nous n'agissons pas rapidement. La richesse écologique des têtes de canyons est soulignée notamment dans le Plan d'action français pour le Milieu Marin, adopté en 2016 dans le cadre de la Directive Cadre européenne « Stratégie pour le Milieu Marin » (DCSMM).

Il est donc primordial d'approfondir nos connaissances scientifiques pour mieux protéger ces environnements. C'est donc tout naturellement que j'ai soutenu la proposition française de mettre à disposition de l'Accord RAMOGE, « L'Atalante », un navire de l'Ifremer avec ses ingénieurs et son ROV afin de réaliser une nouvelle campagne d'acquisition de données à l'été 2018, dans le cadre de l'Accord RAMOGE.

Le grand intérêt que suscitent les canyons sous-marins, source importante d'une biodiversité encore trop méconnue, est une formidable opportunité pour améliorer nos connaissances sur ce milieu extraordinaire au sens propre, et est une étape indispensable pour en préserver toute la richesse.

Et nos actions ne s'arrêteront pas là !

Gli ambienti profondi sono stati a lungo spazi poco conosciuti dal grande pubblico, principalmente a causa della loro inaccessibilità.

Grazie allo sviluppo tecnologico ed alle numerose campagne oceanografiche come quelle condotte dal 2015 nell'ambito dell'Accordo RAMOGE (Francia, Italia e Principato di Monaco), oggi sappiamo che gli ambienti profondi (come i canyon e le montagne sottomarine) ospitano una ricca biodiversità e sono anche ambienti vulnerabili, basti pensare ai popolamenti costituiti dai famosi coralli bianchi profondi.

Le campagne di ricerca hanno anche permesso di scoprire che i rifiuti e l'inquinamento si distribuiscono sui fondali profondi in relazione alla configurazione della loro topografia e delle correnti sottomarine. Ora sappiamo che questi habitat, essenziali per la vita sottomarina potrebbero scomparire se non agiamo rapidamente. La ricchezza ecologica delle teste dei canyon è inoltre evidenziata nel Piano d'azione francese per l'ambiente marino, adottato nel 2016 nell'ambito della Direttiva quadro sulla strategia marina europea per l'ambiente marino (Marine Strategy Framework Directive - MSFD).

È quindi essenziale approfondire le nostre conoscenze scientifiche per proteggere meglio questi ambienti. È quindi naturale che io abbia supportato la proposta francese di mettere a disposizione dell'Accordo RAMOGE una nave IFREMER, "L'Atalante", con i suoi ingegneri e ROV, per realizzare una nuova campagna di acquisizione dati nell'estate del 2018, nell'ambito dell'Accordo RAMOGE.

Il grande interesse che suscitano i canyon sottomarini, importante fonte di biodiversità ancora troppo poco conosciuta, è una grande opportunità per migliorare le nostre conoscenze su questo straordinario ambiente, straordinario nel vero senso della parola, ed è un passo indispensabile per preservarne tutta la ricchezza.

E le nostre azioni non si fermeranno qui!

INTRODUCTION DE ANNE VISSIO, SECRÉTAIRE EXÉCUTIVE DE L'ACCORD RAMOGE

INTRODUZIONE DI ANNE VISSIO, SEGRETARIA ESECUTIVA DELL' ACCORDO RAMOGE

En 2014, à la suite d'un atelier de la Convention pour la Diversité Biologique (CDB), organisé à Malaga, il est établi que la partie nord de la Méditerranée occidentale abrite une zone d'importance écologique ou biologique (ZIEB) regroupant les écosystèmes pélagiques du nord-ouest de la Méditerranée et une autre ZIEB recouvrant les écosystèmes benthiques de cette même zone.



L'Accord RAMOGE, qui concerne une aire au centre de ces deux grandes ZIEB est donc pleinement caractérisé par une valeur écologique et biologique élevée.

En s'appuyant sur les critères élaborés par la CDB, les scientifiques faisant partis du groupe de travail dédié aux enjeux liés à l'état écologique, ont procédé à l'identification de 66 sites d'intérêt spécifiques.

Après ce premier travail d'inventaire, l'Accord a choisi de poursuivre cette coopération internationale pour aborder l'étude scientifique des sites profonds et de proposer tous les deux ans une campagne d'exploration pour un suivi de leur état de conservation.

Après une première campagne dans la zone côtière en 2015, la seconde campagne océanographique menée en 2018 a permis de recueillir de nouvelles données dans les canyons et les zones profondes au large. Cette mission a été rendue possible grâce au généreux concours de la délégation française et du soutien du Vice-Amiral d'Escadre Charles-Henri de la Faverie du Ché, que je tiens à remercier au nom de toute l'équipe, qui a gracieusement mis à disposition de l'Accord RAMOGE des moyens d'exploration scientifique exceptionnels pour étudier ces milieux encore très peu connus.

Dix scientifiques des trois pays membres de l'Accord ont ainsi pu embarquer à bord de « *L'Atalante* », remarquable navire océanographique de l'Ifremer pour cette exploration 2018. Ce livret a pour objectif de permettre au lecteur de s'immerger dans le monde caché des abysses et de connaître les surprenantes découvertes scientifiques et les préoccupantes pressions qui menacent ces milieux profonds.

Nel 2014, a seguito di un workshop della Convenzione per la Diversità Biologica (CBD), organizzato a Malaga, è stato stabilito che la parte settentrionale del Mediterraneo occidentale ospita sia un'Area Ecologicamente o Biologicamente Significativa (EBSA)

relativa agli ecosistemi pelagici del Mediterraneo nord-occidentale e una seconda EBSA, per gli ecosistemi bentonici della stessa area.

L'Accordo RAMOGE interessa un ambito spaziale al centro di queste due grandi EBSA, ed è quindi è pienamente caratterizzato da una elevata valenza ecologica e biologica.

Applicando proprio i criteri sviluppati dalla CBD, gli scienziati che fanno parte del gruppo di lavoro dedicato agli aspetti relativi allo stato ecologico, hanno proceduto ad identificare dei siti di interesse specifici.

Dopo questo primo lavoro di inventario, l'Accordo ha deciso di proseguire questa cooperazione internazionale per affrontare lo studio scientifico dei siti profondi e di proporre una campagna di esplorazione ogni due anni per valutarne lo stato di conservazione.

Dopo una prima campagna nella zona costiera nel 2015, la seconda campagna oceanografica condotta nel 2018 ha consentito la raccolta di nuovi dati nei canyon e nelle zone profonde al largo. Questa missione è stata resa possibile grazie al generoso sostegno della delegazione francese e all'appoggio del Vice-Ammiraglio Charles-Henri de la Faverie du Ché, che ringrazio a nome di tutta la squadra, il quale ha gentilmente fornito all'accordo RAMOGE eccezionali risorse di esplorazione scientifica per studiare questi ambienti ancora poco conosciuti.

Dieci scienziati dei tre Paesi membri dell'Accordo hanno così potuto imbarcarsi a bordo de « *L'Atalante* », la straordinaria nave oceanografica dell'Ifremer, per questa esplorazione del 2018. Questo opuscolo ha l'obiettivo di consentire al lettore di "immergersi" nel mondo nascosto degli abissi e di conoscere le sorprendenti scoperte scientifiche e le preoccupanti pressioni che minacciano questi ambienti profondi.

L'IMPORTANCE DE CETTE CAMPAGNE D'EXPLORATION INTERNATIONALE POUR L'ÉTUDE DES ZONES D'INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE PROFONDES

Grâce à la mise à disposition par la Préfecture Maritime Méditerranée du navire océanographique français «*L'Atalante*» par l'Ifremer, une deuxième campagne RAMOGE a pu être organisée en 2018 pour l'étude des canyons et monts sous-marins au-delà des 2000 m de profondeur. La disponibilité du ROV Victor 6000, un robot téléguidé pouvant descendre jusqu'à une profondeur de 6000 m, et équipé de caméras et d'instruments pour la collecte d'échantillons biologiques et de sédiments, a ainsi permis l'acquisition d'informations jamais recueillies auparavant.

L'utilisation de cette instrumentation impressionnante a permis l'étude de sept sites d'intérêt écologique particulier, des zones profondes peu connues et encore largement inexplorées, identifiés à la fois pour approfondir les connaissances sur les habitats et les espèces présentes, mais aussi pour collecter des données sur la présence de l'impact des activités humaines, avec une attention particulière à l'accumulation des déchets. Tout cela a servi à promouvoir de nouvelles mesures de conservation et à répondre aux exigences des principales directives européennes telles que la directive-cadre «Stratégie pour le milieu marin» et la directive «Habitats».

Il a été décidé d'étudier trois sites dans les eaux françaises (le « haut-fond de Méjean », un site au large de Ramatuelle et au canyon de Cannes), un à Monaco (canyon de Monaco) et trois dans les eaux italiennes (les montagnes sous-marines «Ulysse», «Janua» et l'éperon rocheux profond «Spinola»), avec des objectifs multiples autour de deux composantes principales:

- Acquérir des informations sur la diversité biologique et les déchets présents dans des environnements très profonds de la Méditerranée, afin de disposer d'informations utiles pour protéger l'environnement marin, y compris par la création de nouvelles aires marines protégées profondes, et acquérir de nouvelles informations utiles pour mieux réguler les activités humaines;

L'IMPORTANZA DELLA CAMPAGNA DI ESPLORAZIONE INTERNAZIONALE PER LO STUDIO DELLE ZONE DI INTERESSE ECOLOGICO PROFONDE

Grazie alla messa a disposizione da parte della Prefettura Marittima mediterranea francese della nave oceanografica francese «*L'Atalante*» dell'Ifremer, nel 2018 è stato possibile organizzare una seconda campagna RAMOGE per lo studio di canyon e monti sottomarini al di sotto dei 2000 m di profondità. La disponibilità del ROV Victor 6000, robot filoguidato che può scendere sino a 6000 m di profondità, e dotato di telecamere e strumenti per il prelievo di campioni biologici e di sedimenti, ha così consentito l'acquisizione di informazioni mai raccolte in precedenza.

L'impiego di questa imponente strumentazione ha consentito lo studio di sette siti di particolare interesse ecologico, zone profonde poco conosciute e ancora in gran parte inesplorate, identificate sia per approfondirne le conoscenze sugli habitat e le specie presenti, che per raccogliere dati sulla presenza dell'impatto delle attività umane, con particolare attenzione all'accumulo di rifiuti. Tutto ciò è servito sia per promuovere nuove misure di conservazione che per rispondere a quanto previsto dalle principali Direttive europee, come la Direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino e la Direttiva Habitat.

Si è scelto di studiare tre siti nelle acque francesi (il banco di Méjean, un sito al largo di Ramatuelle ed il canyon di Cannes), uno nel Principato di Monaco (canyon di Monaco) e tre in acque italiane (i monti sottomarini «Ulysse», «Janua» e lo sperone roccioso profondo «Spinola»), perseguendo molteplici obiettivi riconducibili a due componenti principali, ambedue estremamente importanti:

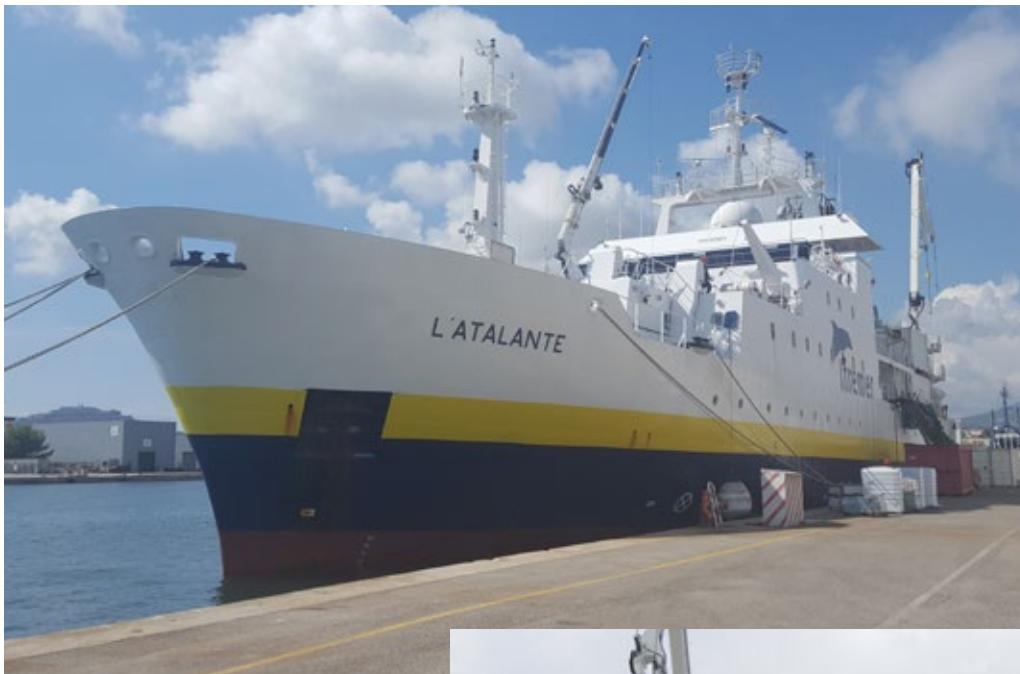
- Acquisire informazioni di carattere biologico e sulla presenza di rifiuti in ambienti molto profondi per il Mediterraneo, in modo da disporre di informazioni utili a proteggere l'ambiente marino, anche con l'istituzione di nuove aree marine protette profonde, e di acquisire nuove informazioni utili per una migliore regolamentazione delle attività umane;

- Consolider la collaboration internationale entre les chercheurs des trois pays signataires de l'Accord ; en effet, la campagne 2018 a vu la participation de personnels de l'Agence française de la biodiversité, de l'Ifremer, du Musée national d'histoire naturelle de Paris, du GIS Posidonie et de l'EIPC pour la partie française, de la Direction de l'environnement et du Centre scientifique de Monaco, pour la Principauté, de l'ISPRA et de l'Université de Gènes pour l'Italie.

La coopération coordonnée entre pays transfrontaliers est en effet un élément essentiel de l'Accord RAMOGE, car elle favorise la définition de solutions communes pour la conservation de la biodiversité et la lutte contre la pollution.

- Consolidare la collaborazione internazionale tra i ricercatori dei tre Paesi firmatari l'Accordo; infatti alla campagna 2018 ha partecipato personale dell'Agenzia francese per la Biodiversità, dell'Ifremer, del Museo Nazionale di Storia Naturale di Parigi, di GIS Posidonie e dell'EIPC per la parte francese, della Direzione del Centro Ambiente e Scientifico di Monaco, per il Principato, e dell'ISPRA e dell'Università di Genova, per l'Italia.

La cooperazione coordinata tra paesi transfrontalieri costituisce infatti un elemento essenziale per l'Accordo RAMOGE, perché favorisce la definizione di soluzioni condivise per la conservazione della biodiversità e per la lotta all'inquinamento.



PRÉPARATION D'UNE EXPLORATION OCÉANOGRAPHIQUE ET VIE À BORD DURANT LA MISSION

PREPARAZIONE DI UN'ESPLORAZIONE OCEANOGRAFICA E VITA A BORDO DURANTE LA MISSIONE



Réunion avec les scientifiques pour préparer la prochaine plongée.
Riunione con gli scienziati per preparare la prossima immersione.

La préparation d'une campagne océanographique est un processus long car sa durée et les moyens techniques à utiliser doivent être définis en fonction de ses objectifs. Plus précisément, la campagne RAMOGE 2018 a été conçue pour poursuivre les objectifs suivants :

- Etudier les sites d'intérêt des trois pays membres de l'Accord RAMOGE ;
- retourner sur des sites historiques pour pouvoir en évaluer l'évolution ou prélever des échantillons d'espèces observées uniquement sur ces sites (en particulier, pour vérifier la présence du faciès à *Isidella elongata* (Friedj,1964) ;
- réaliser des relevés bathymétriques détaillés de zones inconnues à des profondeurs comprises entre 400 et 2500 mètres;
- sur ces différentes zones acquérir des données relatives à la biodiversité et à la présence de déchets anthropiques à des fins de sensibilisation.

Un an avant la campagne, l'équipe de scientifiques a été constituée en recherchant un équilibre de représentation et de compétences entre les trois pays membres de l'Accord RAMOGE, avec la possibilité d'élargir l'équipe de la première campagne RAMOGE de 2015 grâce à la capacité accrue du navire océanographique « *L'Atalante* » de l'Ifremer.

La preparazione di una campagna oceanografica è un processo lungo perché la sua durata ed i mezzi tecnici da utilizzare devono essere definiti sulla base dei suoi obiettivi. Nello specifico, la campagna RAMOGE 2018 è stata concepita per perseguire i seguenti obiettivi:

- studiare siti di interesse per i tre paesi membri dell'Accordo RAMOGE;
- tornare su siti storici, per valutarne l'evoluzione o per prelevare campioni di specie osservate solo in essi (in particolare verificare la presenza della facies a *Isidella elongata* descritta da Friedj nel 1964;
- acquisire i rilievi batimetrici di dettaglio di zone sconosciute a profondità comprese tra i 400 e i 2500 metri;
- acquisire dati sulla biodiversità e sulla presenza di rifiuti di origine antropica in queste aree ai fini della sensibilizzazione.

Già un anno prima della campagna è stato costituito il team scientifico, composto in modo da bilanciare appartenenza e competenze tra i rappresentanti dei tre paesi membri dell'Accordo RAMOGE, e con la possibilità di ampliare il team della prima campagna RAMOGE, quella del 2015, grazie alla maggiore capienza della nave oceanografica "*L'Atalante*" dell'Ifremer.

Gli scienziati hanno avuto modo di imbarcarsi il giorno prima della partenza su "*L'Atalante*", ormeggiata presso la sede Ifremer di La Seyne-sur-Mer, così da familiarizzare con il mondo che li avrebbe ospitati per quasi una settimana.

Les scientifiques ont embarqué la veille du départ de « L'Atalante », amarré au siège de l'Ifremer à la Seyne-sur-Mer, afin de se familiariser avec l'univers dans lequel ils allaient évoluer pendant près d'une semaine.

Le planning prévisionnel des travaux de la campagne a été défini plusieurs mois en amont afin d'obtenir l'ensemble des autorisations nécessaires à la mise à l'eau des instruments de recherche, notamment dans les eaux monégasques et italiennes. Le planning doit être conçu de manière à tenir compte du temps de transit entre les ports, entre les zones à explorer, de la durée de la plongée, du traitement des échantillons, du temps de reconditionnement du ROV entre les plongées mais aussi du cycle de travail des personnels. Il est évident que des ajustements sont nécessaires quotidiennement pour tenir compte des aléas dus à la météorologie, aux problèmes techniques ou aux exercices militaires.

Un navire océanographique ne s'arrête jamais et les périodes où le ROV était à bord ont été utilisées pour les réunions quotidiennes de préparation, réaliser les relevés bathymétriques avec le sondeur multifaisceaux, gérer les échantillons récoltés avec le ROV, répondre aux attentes de l'équipe de tournage de télévision et, parfois, se reposer.

Les objectifs initiaux de la mission ont tous été réalisés avec succès, mais les données à analyser sont nombreuses et le travail se poursuit.

Il programme provisoire delle attività previste dalla campagna è stato messo a punto diversi mesi prima dell'avvio della stessa, per consentire la presentazione delle domande di autorizzazione necessarie per ottenere tutti i permessi per poter mettere gli strumenti in mare, in particolare nelle acque monegasche ed italiane. Il programma deve essere concepito in modo da considerare il tempo richiesto per gli spostamenti tra i porti, per l'esplorazione dei siti previsti, per le singole immersioni, per il trattamento dei campioni, del tempo necessario per rimettere a punto il ROV tra un'immersione e l'altra, nonché del ciclo di lavoro del personale. Ovviamente, il suddetto programma richiede aggiornamenti quotidiani per tenere conto anche di problemi legati alle condizioni meteorologiche, ad aspetti tecnici o a possibili esercitazioni militari.

Una nave oceanografica non si ferma mai ed i periodi in cui il ROV non era operativo, perché a bordo, sono stati impegnati per le riunioni quotidiane di preparazione, per effettuare rilievi batimetrici con il sonar multifascio (*multibeam echosounder*), per gestire i campioni raccolti con il ROV, per soddisfare le aspettative della troupe televisiva e, talvolta, per riposare.

Gli obiettivi iniziali della missione sono stati tutti raggiunti con successo, ma ci sono ancora molti dati da analizzare e il lavoro continua.



Localisation préalable du faciès à *Isidella elongata* décrit par Friedj en 1964.

Identificazione della facies a *Isidella elongata* descritta da Friedj nel 1964.

SUBMERSIBLES ET VÉHICULES SOUS-MARINS TÉLÉGUIDÉS (ROV – REMOTELY OPERATED VEHICLE)

La difficulté de l'homme à évoluer sous l'eau a fait que les milieux marins sont restés inexplorés pendant de nombreux millénaires. En l'absence d'instruments qui lui permettaient de descendre dans les profondeurs, l'homme a essayé d'étudier

ces environnements en utilisant des techniques qui lui permettraient de prélever des échantillons à la surface, comme des dragues, des seaux et des engins de pêche, mais en opérant sur le fond marin à distance et pratiquement à l'aveuglette.

Inspirés du chef-d'œuvre de science-fiction «Vingt mille lieues sous les mers» de Jules Gabriel Verne, William Beebe et Otis Barton, en 1934, descendent à une profondeur de 923 mètres à l'intérieur d'une simple sphère d'acier avec un hublot (la bathysphère) suspendue au navire de support. Ce moment a représenté un événement historique pour l'exploration des grands fonds. Depuis cette première plongée, bien que moins de 90 ans se soient écoulés, l'exploration des mers et des océans a fait des pas de géant : de grandes étendues de fonds marins ont été cartographiées avec beaucoup de détails, des véhicules robotisés et des bathyscaphes plongent chaque jour dans les abysses, atteignant maintenant sans problème même le point le plus profond des océans, à près de 11000 mètres de profondeur ; le rôle clé que jouent les océans dans le fonctionnement de la planète est maintenant reconnu par tous.

La campagne RAMOGE 2018 a donné aux chercheurs français, italiens et monégasques l'occasion de travailler à bord du navire multidisciplinaire « L'Atalante » de l'Ifremer et d'utiliser deux des instruments d'exploration des grands fonds les plus avancés au monde : le système d'acquisition bathymétrique multifaisceaux Kongsberg

SOMMERGIBILI E VEICOLI ROBOTICI FILOGUIDATI (ROV – REMOTELY OPERATED VEHICLE)



Victor 6000
véhicule sous-marin téléguidé (ROV – Remotely Operated Vehicle).
veicolo robotico filoguidato (ROV – Remotely Operated Vehicle).

La difficulté que l'homme a de spingersi sott'acqua ha fatto sì che gli ambienti marini per molti millenni siano rimasti inesplorati. In assenza di strumenti che gli consentissero di scendere in profondità, l'uomo ha cercato di studiare questi ambienti utilizzando tecniche che gli

consentissero di raccogliere campioni dalla superficie, come draghe, benne e attrezzi da pesca, operando però sui fondali da remoto e, praticamente alla cieca.

Inspirati dal capolavoro di fantascienza «Venticinque leghe sotto i mari» di Jules Gabriel Verne, William Beebe ed Otis Barton, nel 1934, scendono fino alla profondità di 923 metri all'interno di una semplice sfera di acciaio munita di oblò (la batisfera) appesa alla nave da appoggio. Questo momento ha rappresentato un evento storico per l'esplorazione delle grandi profondità. Da quella prima immersione, sebbene siano passati meno di 90 anni, l'esplorazione dei mari e degli oceani ha fatto passi da gigante: ampi tratti di fondale sono stati mappati con estremo dettaglio, veicoli robotici e batiscafi si immergono ogni giorno negli abissi, raggiungendo ormai senza problemi anche il punto più profondo degli oceani, a quasi 11000 metri di profondità; il ruolo chiave che gli oceani ricoprono nel funzionamento del pianeta è ormai riconosciuto da tutti.

La campagna RAMOGE 2018 ha dato la possibilità ai ricercatori francesi, italiani e monegaschi di lavorare a bordo della nave multidisciplinare «L'Atalante» dell'Ifremer di avvalersi di due strumenti tra i più avanzati al mondo per l'esplorazione sottomarina profonda: il sofisticato sistema di acquisizione batimetrica multifascio Kongsberg EM122 (multibeam echosounder) ed il veicolo robotico filoguidato (ROV -Remotely Operated Vehicle) VICTOR 6000.

EM122 (sondeur multifaisceaux) et le véhicule robotisé filoguidé VICTOR 6000 (ROV - Remote Operated Vehicle). L'échosondeur multifaisceaux Kongsberg EM122 a permis de créer des cartes tridimensionnelles extrêmement précises des fonds marins étudiés, tant des canyons que des montagnes sous-marines, permettant ainsi d'identifier avec une extrême précision les affleurements et les crêtes rocheuses à explorer avec le ROV.

VICTOR 6000 est un grand ROV capable d'atteindre une profondeur de 6000 m. Il est piloté depuis la surface, à l'intérieur du navire, par un groupe d'ingénieurs et de techniciens qui, avec les chercheurs, planifient et réalisent l'exploration des fonds marins et la collecte d'échantillons.

VICTOR 6000 est impressionnant tant par sa taille (3 m de longueur et de hauteur, un peu plus de 2 m de largeur, pesant environ 4 500 kg) que par la quantité et la qualité de l'instrumentation scientifique composée d'un puissant système d'éclairage, de nombreuses caméras très haute résolution (4K) et haute résolution (fullHD), et de deux puissants bras mécaniques pour réaliser des prélèvements. Il dispose également d'une instrumentation scientifique très importante : une sonde (SBE 19plus V2 Seacat), qui mesure la conductivité, la température et la pression 4 fois par seconde avec une extrême précision, un sonar pour la navigation et la détection d'obstacles, un altimètre pour mesurer la distance au fond, un système de positionnement sous-marin USBL (Ultra Short BaseLine), pour calculer la position géographique du ROV, un système de navigation inertielle et un système DVL (Doppler Velocity Log), pour corriger et réduire l'erreur sur la position du ROV à quelques centimètres.

La partie inférieure du ROV accueille également un appareil photo full frame NIKON D5500 pointé vers le bas et qui réalise des prises de vue des fonds-marins en continu, qui permettent ensuite d'avoir une représentation très précise du fond et de créer des photomosaïques de vastes étendues de fonds marins.

Trois pointeurs laser projettent trois petits points rouges qui forment les trois sommets d'un triangle rectangle dont les deux côtés mesurent 16 et 20 cm de long, qui permettent d'obtenir une indication précise de la dimension des objets et des organismes cadrés dans le viseur.

De plus, le ROV est équipé d'un «aspirateur» et d'un «panier refermable» ; le premier permet d'aspirer les petits échantillons, et de les recueillir dans 8 récipients numérotés et distincts ; le second est utilisé pour déposer les gros échantillons recueillis avec le bras manipulateur hydraulique.

L'ecoscandaglio multifascio Kongsberg EM122 ha permesso di creare mappe tridimensionali estremamente accurate dei fondali marini studiati, sia dei canyon che dei monti sottomarini, consentendo così di individuare con estrema precisione affioramenti e crinali rocciosi da esplorare con il ROV.

VICTOR 6000 è un grande ROV in grado di spingersi sino a 6000 m di profondità, che viene pilotato dalla superficie, dall'interno della nave, da un gruppo di ingegneri e tecnici che, insieme con i ricercatori, pianificano ed eseguono le esplorazioni dei fondali e la raccolta dei campioni.

VICTOR 6000 è impressionante sia per dimensioni (3 m di lunghezza e di altezza, poco di più di 2 metri di larghezza, per un peso di circa 4.500 kg), che per quantità e qualità di strumentazione scientifica costituita da un potente impianto di illuminazione, numerose telecamere ad altissima risoluzione (4K) e ad alta risoluzione (fullHD), e da due poderose braccia meccaniche per prelevare campioni. Esso inoltre dispone di una strumentazione scientifica di tutto rilievo: una sonda (SBE 19plus V2 Seacat), che 4 volte al secondo misura con una estrema accuratezza conducibilità, temperatura e pressione, un sonar per la navigazione e l'individuazione degli ostacoli, un altimetro per misurare la distanza dal fondo, un sistema di posizionamento subacqueo USBL (Ultra Short BaseLine), per il calcolo della posizione geografica del ROV, un sistema di navigazione inerziale ed un sistema DVL (Doppler Velocity Log), per correggere e ridurre l'errore sulla posizione del ROV a pochi centimetri.

La parte inferiore del ROV ospita anche una macchina fotografica full frame NIKON D5500 puntata verso il basso che, scattando fotografie del fondale in continuo permette di avere una chiara immagine del fondo e di creare foto mosaici di ampi tratti di fondale.

Tre puntatori led proiettano tre piccoli punti rossi che si posizionano ai vertici di un triangolo rettangolo con i due lati della lunghezza di 16 e 20 centimetri, che consentono di conoscere con precisione le dimensioni di quanto inquadrato.

Inoltre sul ROV sono presenti un «aspiratore» e un «cestello richiudibile»; il primo permette di aspirare piccoli campioni e di raccogliarli in 8 contenitori numerati e distinti; il secondo serve per depositare i campioni di grandi dimensioni raccolti con il braccio manipolatore idraulico.

La gestione del sistema ROV è molto complessa e coinvolge tutto l'equipaggio, soprattutto durante le delicatissime operazioni di messa a mare e di recupero, quando sul ponte di coperta lavorano contemporaneamente più di una dozzina di marinai e tecnici.

La gestion du système ROV est très complexe dans la mesure où elle implique la participation de l'ensemble de l'équipage lors des opérations de mise à l'eau et de récupération, tandis que plus d'une douzaine de marins et de techniciens sont à pied d'œuvre sur le pont principal.

Une fois que le ROV est à l'eau, la descente vers les abysses est très longue, nécessitant parfois plus d'une heure lors des plongées les plus profondes. Durant cette phase, il est possible d'observer de nombreuses

Una volta che il ROV è in acqua inizia la discesa verso il fondo che richiede molto tempo: nelle immersioni più profonde anche più di un'ora. In questa fase è possibile osservare numerose specie di organismi pelagici, che vivono nella colonna d'acqua, come meduse, ctenofori, molluschi cefalopodi e piccoli pesci, organismi che, soprattutto in profondità, sono caratterizzati da un'accesa bioluminescenza. VICTOR 6000 è un robot molto stabile che permette di raccogliere incredibili immagini ad altissima risoluzione di organismi poco conosciuti e fragilissimi. La sua discesa avviene quasi in



Opération de mise à l'eau de Victor 6000.
Operazione di messa a mare del Victor 6000.

espèces d'organismes pélagiques qui vivent dans la colonne d'eau comme les méduses, les cténophores, les mollusques céphalopodes et des petits poissons, autant d'organismes qui sont caractérisés, surtout en profondeur, par une bioluminescence élevée. VICTOR 6000 est un robot très stable qui permet d'obtenir des images incroyablement nettes et à très haute résolution d'organismes à la fois peu connus et très fragiles.

automatico, il team del ROV, formato generalmente da 3 piloti, siede calmo davanti ai 14 monitor che servono per il controllo completo del sistema.

Una volta arrivato sul fondo, inizia il lavoro dei ricercatori: biologi, naturalisti e geologi. Solo due di loro possono entrare nella cabina di pilotaggio del ROV e indirizzare i piloti per l'esplorazione, la raccolta dei campioni o il prelievo di "carote" di sedimento.

Généralement composée de trois pilotes, l'équipe ROV suit la descente, qui se fait de manière pratiquement automatique, face à 14 écrans qui servent au contrôle complet du système. Une fois arrivé sur le fond, le travail des chercheurs commence : biologistes, naturalistes et géologues. Seuls deux d'entre eux peuvent entrer dans le poste de commande du ROV afin de guider les pilotes dans l'exploration, le prélèvement des échantillons ou de « carottes » de sédiment.

À l'extérieur du poste de commande, il y a trois autres moniteurs qui permettent à ceux qui ne peuvent entrer dans la cabine de pilotage de voir les images que retransmettent les caméras.

Pendant ce temps, la plus grande concentration règne dans la salle de contrôle de « L'Atalante » : navire et ROV sont reliés par un très long câble, très résistant mais non indestructible. Le commandant doit prendre en compte le vent, les vagues et les trajectoires des autres navires. Dans le poste de commandes du ROV, les pilotes doivent éviter les obstacles, remonter les pentes parfois verticales et éviter que le câble ne se prenne dans un éperon rocheux au risque de se coincer. Tout doit être parfaitement coordonné et synchronisé. Au-delà des échanges continus via radio entre un poste de commande et l'autre, l'expérience, la connaissance du système et la confiance réciproque entre les équipes du ROV et du navire joue un rôle essentiel.

Une seule exploration peut durer de nombreuses heures, souvent plus d'une journée. Les pilotes et les scientifiques se relaient jusqu'à ce que l'exploration arrive à son terme et que le ROV entame sa lente remontée jusqu'à arriver à la surface et être enfin remonté et fixé sur le pont du navire. C'est alors le moment pour les techniciens de faire les contrôles et les manutentions nécessaires à l'exploration suivante, et pour les chercheurs de collecter et identifier les échantillons prélevés sur les fonds à parfois plus de 2000 mètres de profondeur.

Les échantillons sont transportés dans les laboratoires du navire, où ils sont identifiés, étiquetés puis conditionnés jusqu'à leur destination finale : les laboratoires des divers instituts où les experts pourront en tirer toutes les informations possibles.

La semaine d'explorations à bord de « L'Atalante » est passée très vite, le matériel prélevé, les images et les échantillons feront l'objet de plusieurs mois d'étude, tout en continuant de raviver le souvenir de cette expérience magnifique.

Fuori dalla cabina di pilotaggio ci sono altri tre monitor che consentono al personale che non può accedere di vedere cosa stanno inquadrando le telecamere.

Intanto, mentre tutto scorre serenamente, sul ponte di comando de "L'Atalante" vige la massima concentrazione: nave e ROV sono collegati da un lunghissimo cavo, molto resistente ma non indistruttibile, e in plancia il comandante è impegnato dal vento, dalle onde e dalle altre navi che passano, mentre in cabina di pilotaggio ROV, i piloti devono evitare gli ostacoli, risalire pendii a volte verticali ed evitare che il filo ombelicale si agganci a qualche sperone taglientissimo di roccia. Tutto deve essere coordinato e sincronizzato, e lo scambio continuo di informazioni tramite radio tra una postazione e l'altra, testimonia l'esperienza, la conoscenza del sistema e la fiducia reciproca tra il team che pilota il ROV e quello che governa la nave.

Una singola esplorazione può durare molte ore, a volte anche più di mezza giornata. I piloti e gli scienziati si alternano sino a quando l'esplorazione giunge al termine ed ha inizio la lenta risalita verso la superficie che termina fino a quando il ROV arriva in superficie ed è recuperato e fissato sul ponte della nave. Questo è il momento per i tecnici, per fare i controlli e le manutenzioni necessarie per l'esplorazione successiva, e per i ricercatori di raccogliere ed identificare i campioni raccolti sui fondali, talvolta ad oltre 2000 metri di profondità.

I campioni sono trasportati nei laboratori della nave, dove sono identificati, etichettati e condizionati fino alla loro destinazione finale: i laboratori dei diversi Istituti, dove persone esperte potranno estrarne tutte le informazioni possibili.

La settimana di esplorazioni a bordo de "L'Atalante" è passata in un attimo ma il materiale raccolto, le immagini e i campioni saranno oggetto di studio per parecchi mesi, ripensando continuamente alla bellissima esperienza.

LA GESTION DES DONNÉES D'UNE EXPLORATION OCÉANOGRAPHIQUE

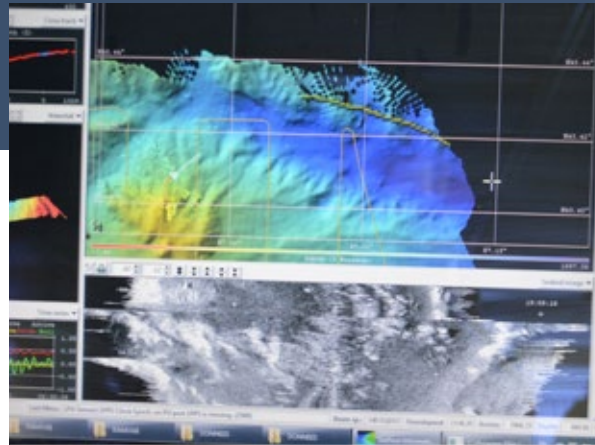
LA GESTIONE DEI DATI DI UN'ESPLORAZIONE OCEANOGRAFICA

L'archivage et le stockage de toutes les données vidéos et photographiques constituent une phase essentielle d'une mission d'exploration sous-marine pour en permettre, par la suite, l'analyse par les chercheurs. Il est donc crucial que chaque base de données soit opportunément cataloguée et archivée.

La chaîne d'acquisition des données fournit, pour chaque événement, des informations spatiales (coordonnées GPS et profondeur) et temporelles grâce à un code temporel, (c'est-à-dire jour et heure d'observation pour une vidéo ou une image). En parallèle, lors des plongées, les chercheurs ont le moyen d'insérer des observations en temps réel, permettant ainsi de disposer ensuite d'un cahier de quart informatisé (logbook) facilitant par la suite l'archivage des données et des images.

Un important travail de post-traitement est nécessaire et requiert le visionnage de toutes les séquences vidéo acquises au cours de la campagne afin de :

- Déterminer, pour chaque organisme vivant observé, le nom de genre et d'espèce car de nombreuses observations sont seulement mentionnées dans le logbook par leur nom vernaculaire;
- Ajouter des signalements manquants (échantillons vivants, déchets ou observations géologiques)
- Contrôler les événements qui ont été signalés plusieurs fois en phase de pré-traitement pour supprimer les éventuels doublons, pour disposer du nombre exact d'observations.



Traitement cartographique des données bathymétriques recueillies à partir du sondeur à multi faisceaux.

Elaborazione cartografica dei dati batimetrici raccolti dal multi beam.

L'archiviazione e la conservazione di tutti i dati video e fotografici raccolti costituisce una fase essenziale di una missione di esplorazione sottomarina per consentire la successiva analisi da parte dei ricercatori. È quindi importantissimo che ogni set di dati sia opportunamente catalogato ed archiviato.

La catena di acquisizione dei dati fornisce, per ogni evento, informazioni precise localizzate nello spazio (coordinate GPS e profondità) e nel tempo tramite un codice temporale (ad esempio giorno e ora di osservazione per un video o un'immagine). Oltre a ciò, nel corso delle diverse immersioni, i ricercatori hanno avuto modo di inserire ulteriori osservazioni, in tempo reale, permettendo così la predisposizione di un quaderno informatizzato di missione (logbook), che facilita l'archiviazione dei dati e delle immagini.

A partire da questi dati è necessario un notevole lavoro di post-elaborazione che richiede la visione di tutte le sequenze video acquisite nel corso della campagna al fine di:

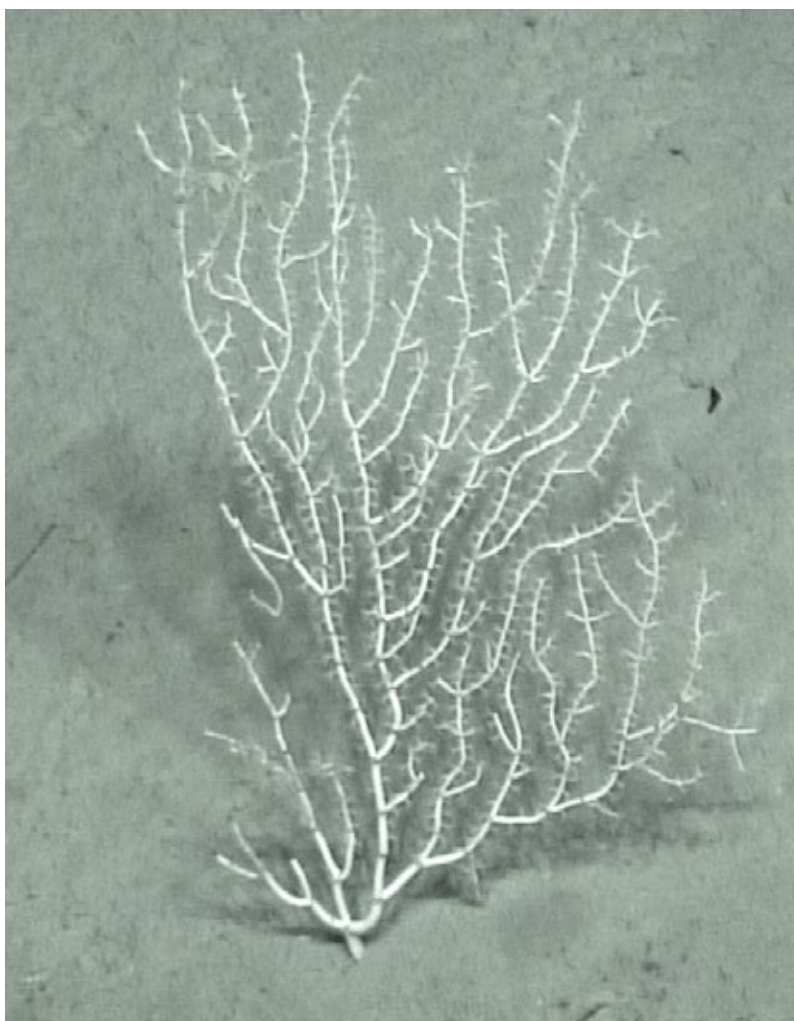
- Determinare, per ogni organismo vivente osservato, il nome del genere e della specie perché nel logbook molti eventi sono menzionati solo con note, usando spesso solo il nome vernacolare;
- Aggiungere segnalazioni mancanti (campioni viventi, rifiuti od osservazioni geologiche);
- Controllare gli eventi che sono stati segnati più volte in fase di pre-elaborazione, per eliminare eventuali duplicati, per risalire al numero esatto di osservazioni.

L'organisation des informations requiert également que soient compilées les informations sur le type de fond, le dénivelé, et sur la présence de bioturbation ou de déchets, en appliquant les codifications (qui se basent sur des définitions précises, communes à tous les scientifiques) utilisées par les directives européennes pour les habitats benthiques et pour les déchets.

L'objectif final est la réalisation d'un « logbook » composé de cartes et de tableaux consolidés qui permettent de visualiser l'ensemble des paramètres de localisation, les paramètres abiotiques et biotiques ainsi que les événements rencontrés. C'est un outil indispensable aux chercheurs pour sélectionner les informations nécessaires à leurs études, pour revenir aux données originales pour vérifier une observation ou un résultat, et, en général, il permet d'avoir une vision d'ensemble des caractéristiques de chaque plongée.

L'organizzazione delle informazioni richiede anche che siano compilati i dati sul tipo di fondale, sulla sua pendenza e sulla presenza di bioturbazione, applicando le codifiche (che si basano su definizioni precise, comuni a tutti i ricercatori) utilizzate dalle direttive europee per habitat bentonici e rifiuti.

L'obiettivo finale è la realizzazione di un "logbook" composto da mappe e tabelle omnicomprensive che consentono di visualizzare tutti i parametri di localizzazione, abiotici e biotici, e gli eventi registrati. Questo è uno strumento indispensabile ai ricercatori per selezionare le informazioni necessarie per effettuare le loro analisi, e anche per risalire ai dati originali per verificare un'osservazione o un risultato e, in generale, fornisce una visione d'insieme delle caratteristiche di ogni immersione.



Isidella elongata

VUE D'ENSEMBLE DES ZONES ÉTUDIÉES ET OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES

PANORAMICA DELLE AREE STUDIATE ED OSSERVAZIONI GEOLOGICHE

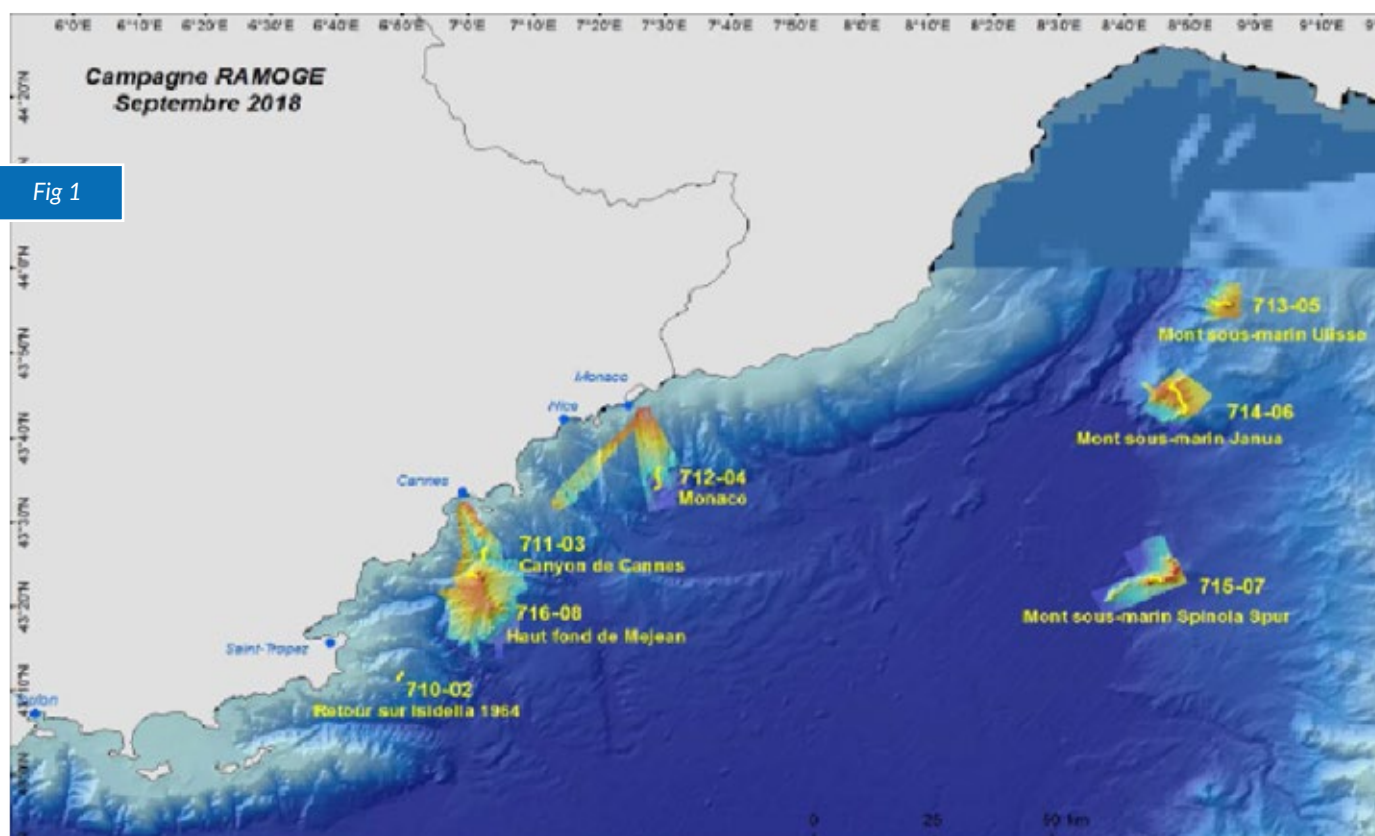


Fig 1

Fig 1 : Les sept sites cartographiés avec le sondeur multifaisceaux et visités avec le ROV Victor 6000.
I sette siti cartografati con il MBES e studiati con il ROV Victor 6000.

La campagne conduite du 17 au 25 septembre 2018 à bord du N/O «L'Atalante» de l'Ifremer a permis d'étudier sept sites pour lesquels ont d'abord été recueillies les données bathymétriques haute résolution avec le sondeur multifaisceaux (SMF) Kongsberg EM 122, indispensables pour planifier des transects réalisés par le ROV.

Sur les sept sites étudiés, trois sont dans les eaux françaises (« Isidella 1964 » au large de Ramatuelle-Saint-Tropez, le canyon de Cannes et le plateau du Méjean), un est dans les eaux de la Principauté de Monaco (le canyon de Monaco) et trois dans les eaux italiennes (le mont sous-marin Ulysse, le mont sous-marin Janua et l'éperon rocheux Spinola) (Fig. 1).

La campagna condotta dal 17 al 25 settembre 2018 a bordo del R/V «L'Atalante» dell'Ifremer ha permesso di studiare sette siti, per i quali sono stati dapprima acquisiti i dati batimetrici ad alta risoluzione, con un MBES (Multibeam Echo Sounder) Kongsberg EM 122, indispensabili per pianificare i transetti ROV.

Nei sette siti esaminati, tre sono in acque francesi (« Isidella 1964 » a largo di Ramatuelle-Saint-Tropez, il canyon di Cannes e il banco di Méjean), uno è nelle acque del Principato di Monaco (il canyon di Monaco) e tre sono in acque italiane (il monte sottomarino Ulysse, il monte sottomarino Janua e lo sperone roccioso di Spinola) (Fig.1).

FRANCE

CANYON DE CANNES

Le relevé bathymétrique du canyon de Cannes a été effectué pour sa partie supérieure jusqu'à une profondeur de 1700 m, là où le canyon rejoint le plateau de Méjean. Le canyon a une orientation NW-SE et sa tête est située à environ 2,5 km de la côte, l'incision réelle du canyon commençant à environ 350 m de profondeur (Fig. 2A). Le canyon de Cannes présente, dans sa partie supérieure, un profil en V caractéristique d'un creusement aérien Messinien. Le chenal principal présente un fond plus plat suite à son envasement (Fig. 2C). Des marques de surcreusement de chenal sont visibles autour de 1300 m. Une de ces falaises a pu être explorée par le ROV. Elle est formée par un conglomérat de galets ronds d'origine fluviale dont la taille varie de quelques centimètres à quelques décimètres (Fig. 2B). Cette formation date probablement de l'épisode Messinien (Fig. 3).

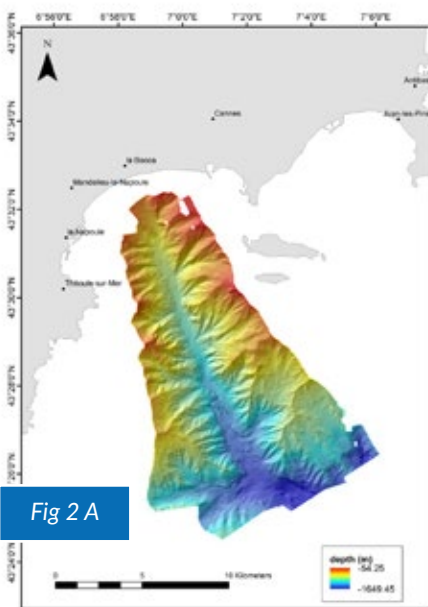


Fig 2 : Carte bathymétrique du Canyon de Cannes (A), Parois envasées (C) à 1191 m de profondeur et conglomérats (B) à 1225 m de profondeur. Les parois comme les conglomérats se situent à environ 6 km de distance de la côte.

Carta batimetrica del Canyon di Cannes (A), Pareti fangose (C) a 1191 m di profondità e conglomerati (B) a 1225 m di profondità. Sia le pareti che i conglomerati si trovano a circa 6 km di distanza dalla costa.

Fig 3 :

Conglomerats dans le chenal principal du canyon de Cannes à une profondeur de 1239 m, à environ 6 km de distance de la côte.

Conglomerato nel canale principale del canyon di Cannes a -1239 m di profondità, a circa 6 km di distanza dalla costa.



FRANCIA

CANYON DI CANNES

L'indagine batimetrica relativa al canyon di Cannes è stata condotta fino ad una profondità di 1700 m, dove il canyon si congiunge con il banco di Mejean. Il canyon ha un orientamento NW-SE e la sua testa si trova a circa 2,5 km dalla costa, a circa 350 m di profondità (Fig. 2A). Nella parte superiore, il canyon di Cannes presenta un profilo a V caratteristico di uno scavo aereo del periodo Messiniano e le sue pareti sono fangose (Fig. 2C). Il canale principale è caratterizzato da un fondale abbastanza piatto essendo stato soggetto a fenomeni di sedimentazione. Attorno ai -1300 m sono visibili tracce di incisioni di canali molto profonde. Una falesia, esplorata con l'ausilio del ROV, è risultata essere formata da un conglomerato di ciottoli rotondi, di misura compresa tra qualche centimetro e qualche decimetro, di origine fluviale (Fig. 2B) che formano alte terrazze, così come accade lungo il corso dei nostri attuali fiumi. Probabilmente si tratta di una formazione risalente all'episodio Messiniano (Fig.3).

HAUT-FOND DE MÉJEAN

Le haut-fond de Méjean (Fig. 4A) s'élève de -2255 m à -361 m et est dans le prolongement du canyon de Cannes (Fig. 4B), sa partie supérieure se trouvant à environ 18 km de la côte. Le plateau est caractérisé par un fond marin vaseux avec des roches éparses, recouvertes de sédiment (Fig. 5A et B).

BANCO DI MEJEAN

Il banco di Mejean (Fig. 4A) sale da -2255 m a -361 m ed è allineato con il canyon di Cannes (Fig. 4B). La sua parte superiore dista circa 18 km dalla costa. Il banco è caratterizzato da un fondale fangoso con rocce sparse, ricoperte di sedimento (Fig. 5A e B).

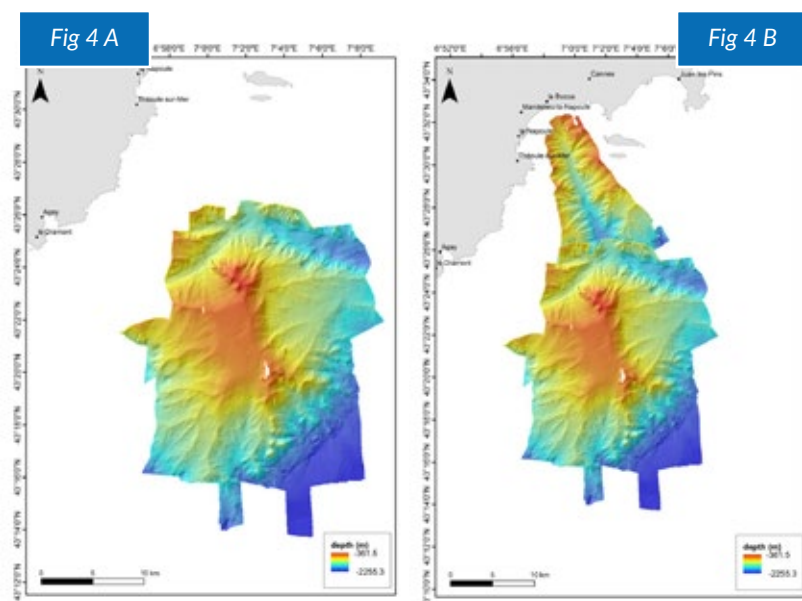


Fig 4 :

Carte bathymétrique du Haut-fond de Méjean (A) et le même associé avec le canyon de Cannes (B).

Carta batimetrica del banco di Mejean (A) e lo stesso unito al canyon di Cannes (B).

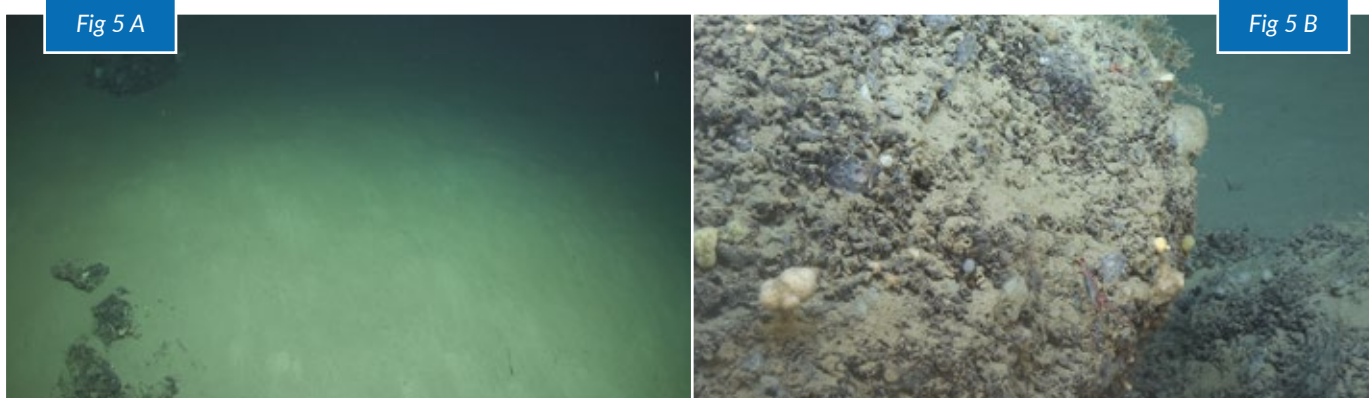


Fig 5 :

Haut-fond de Méjean : Fond vaseux (A) à - 462 m et environ 10 km de la côte et roches recouvertes de sédiments (B) à - 853 m, et environ à 9 km de la côte.

Banco di Mejean : Fondo fangoso (A) a -462 m, a circa 10 km dalla costa e rocce ricoperte di sedimento (B) a -853 m, a circa 9 km dalla costa.

MONACO

CANYON DE MONACO

La tête du canyon de Monaco, située à environ 3 km de la côte, est divisée en deux parties et a une orientation Nord - Sud. Les deux sillons descendent doucement de -150 m à une profondeur d'environ 1700 m, pour se rejoindre à environ 21 km de la côte. À seulement 30 km de la côte, le canyon atteint une profondeur de 2200 m (Fig. 6).

Dans le canyon de Monaco, le ROV (Fig. 7) a permis d'explorer une importante formation de conglomérat d'une épaisseur de 100 m. L'origine de ce conglomérat fluvial est à rechercher à l'épisode Messinien entre 6 et 5 millions d'années. Avec l'arrêt des échanges d'eau avec l'Atlantique, le niveau de la Méditerranée s'est abaissé de plus de 1500 m par assèchement. L'érosion intense des Alpes a amené le paléo-Var à charrier de nombreux blocs et galets qui se sont accumulés en bas de pente sur des épaisseurs importantes. Le retour des échanges avec l'Atlantique a amené une sédimentation plus fine de vases compactes Plio-quadernaire observées au-dessus de la formation précédente. Ces falaises se sont formées à la faveur de plusieurs glissements en masses spectaculaires à l'origine de la formation du Cirque Marcel.

Le canyon s'est avéré être une zone d'accumulation de déchets dans sa partie la plus profonde, à environ -2100 mètres (Fig. 7G).

MONACO

CANYON DI MONACO

La testa del canyon di Monaco, situata a circa 3 km dalla costa, è divisa in due parti ed ha un orientamento da Nord a Sud. I due calanchi scendono dolcemente da -150 m ad una profondità di circa 1700 m, per unirsi a circa 21 km dalla costa. A soli 30 km dalla costa il canyon raggiunge una profondità di 2200 m (Fig. 6).

Nel canyon di Monaco, il ROV (Fig. 7) ha permesso di esplorare un'importante formazione di conglomerato di 100 m di spessore. Questo conglomerato, di origine fluviale, si è originato durante l'episodio Messiniano 5 o 6 milioni di anni fa. Quando si è interrotto lo scambio di acque con l'Atlantico, il livello del Mediterraneo si è abbassato di oltre 1500 m per prosciugamento. A causa dell'intensa erosione delle Alpi, il paleo-Var ha trasportato numerosi ciottoli e blocchi che si sono accumulati in fondo alla scarpata con spessori importanti. Il ripristino degli scambi con l'Atlantico ha portato una sedimentazione più fine, dei fanghi compatti Plio-Quaternari, osservati al di sopra della formazione precedente. Queste falesie sono formate da spettacolari frane che hanno portato alla formazione del Cirque Marcello.

Il canyon è risultato essere una zona di accumulo di rifiuti nella sua parte più profonda, a circa -2100 metri (Fig. 7G).

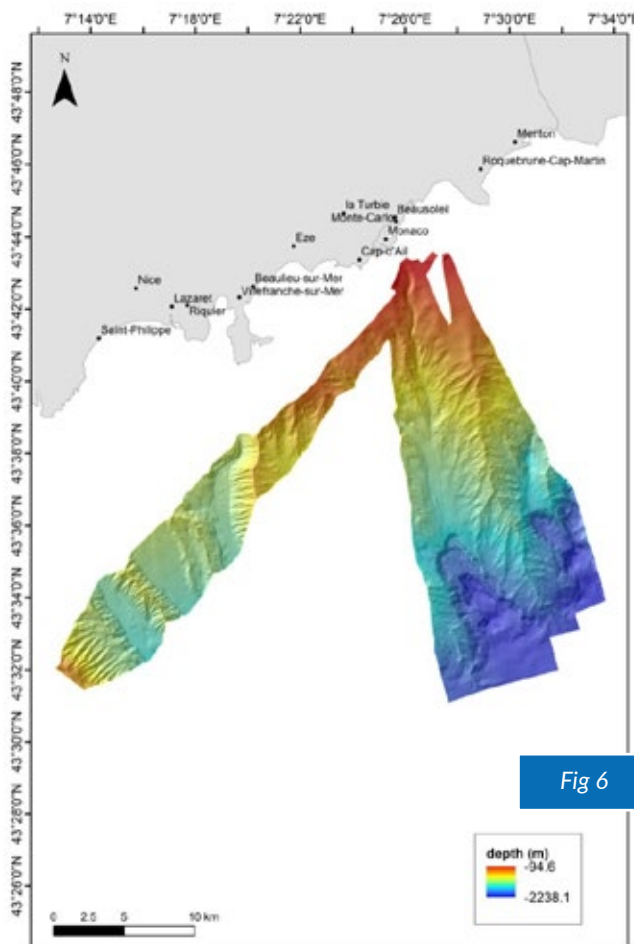


Fig 6

Fig 6 :

Carte bathymétrique du Canyon de Monaco.
Carta batimetrica del Canyon di Monaco.

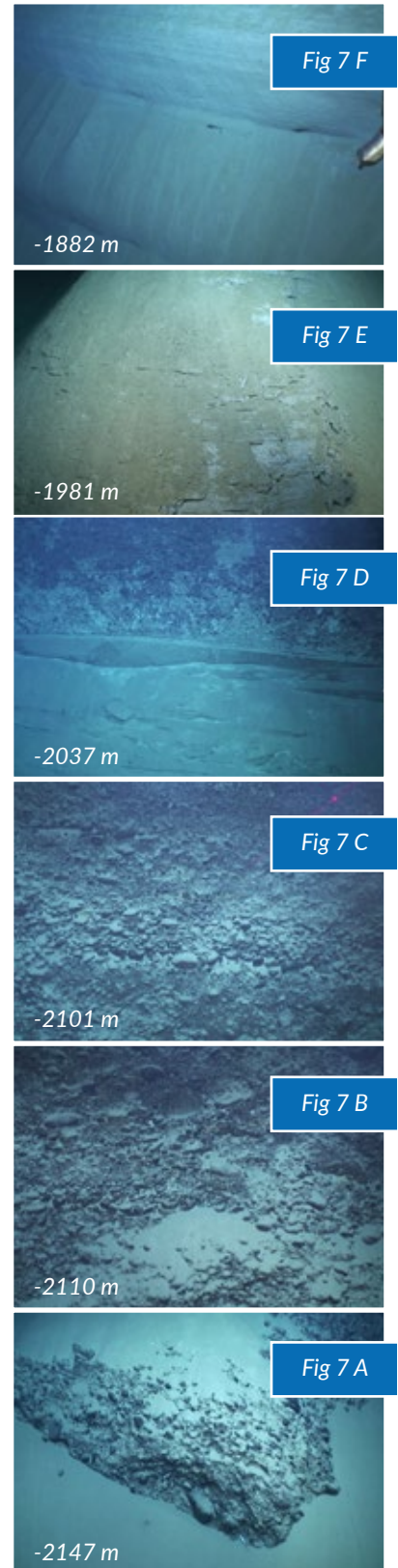
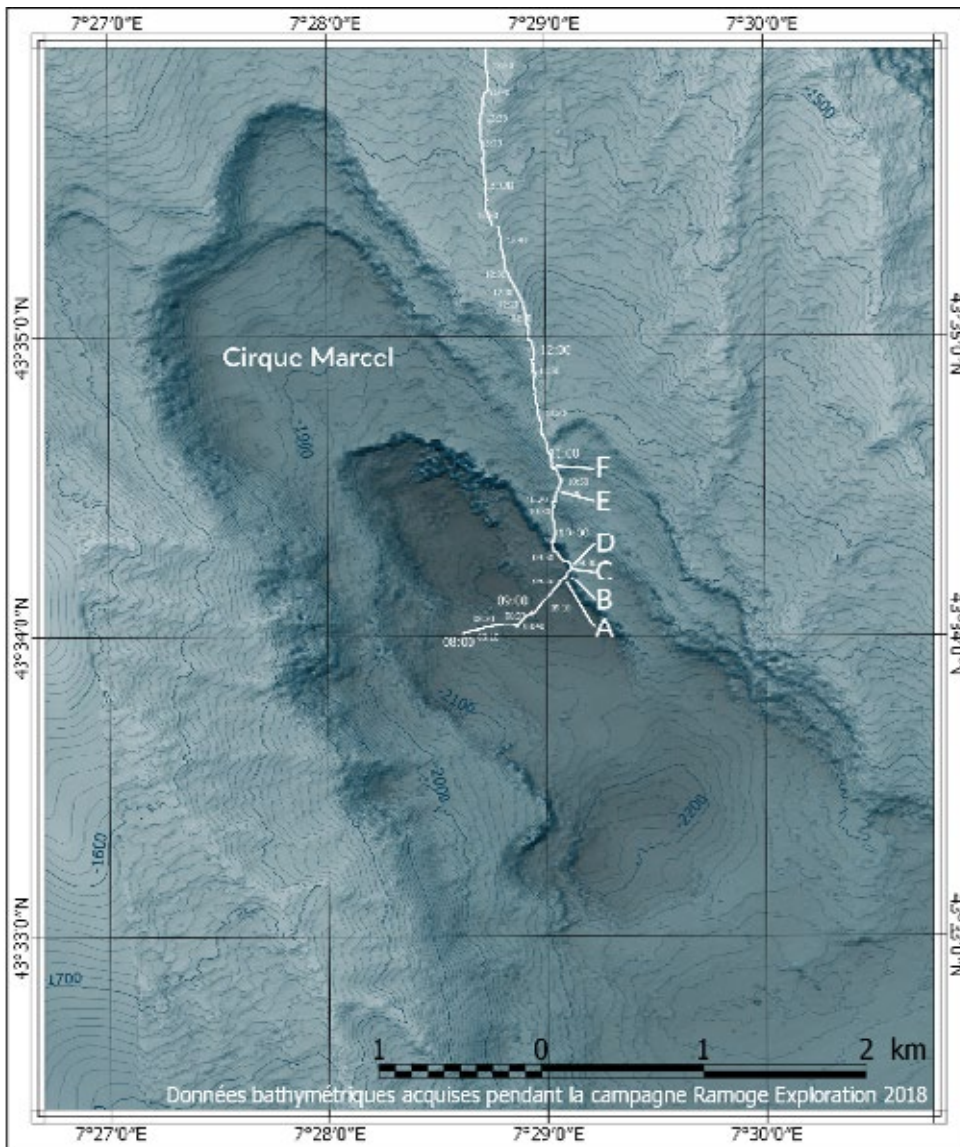


Fig 7 :

Le cirque Marcel, bathymétrie et observation de conglomérats fluviaux (A-F) probablement d'âge Messinien, situés entre 16 et 17 km de la côte.

Il Circo Marcello, batimetria e osservazione (A-F) dei conglomérati fluviali probabilmente di età Messiniana, situati ad una distanza dalla costa compresa tra i 16 ed i 17 km.

ITALIE

MONT SOUS-MARIN ULYSSE

Le mont sous-marin Ulysse est à environ 72 km au sud de la côte genevoise (Fig. 8A). C'est une formation volcanique liée à l'ouverture du bassin ligurien, il y a 18 millions d'années. Les épanchements de laves sont bien visibles. Les profondeurs de 800 à 450 m font que ces laves ont été soumises à une érosion aérienne lors de l'épisode messinien avec des formes tourmentées et pointues. Actuellement, le mont sous-marin est caractérisé par deux pics : un à - 407 m de profondeur, et le second à - 477 m (Fig. 8B). Sur ce mont sont présentes des roches d'origine volcanique (Fig. 9A) avec une thanatocénose caractérisée par la découverte d'un gorgonaire fossile proche de *Paragorgia arborea* (Fig. 9B), sa datation a permis d'en estimer l'âge à environ 10 000 ans (datation au Carbone 14).

ITALIA

MONTE SOTTOMARINO ULYSSE

Il monte sottomarino Ulysse è a circa 72 km a sud della costa di Genova (Fig. 8A). È una formazione vulcanica dovuta all'apertura del bacino ligure, avvenuta 18 milioni di anni fa (MA). I versamenti di lava sono ancora ben visibili. Vista la profondità compresa tra 800 e 450 m, i versamenti di lava sono stati soggetti ad un'erosione aerea durante l'episodio Messiniano e presentano forme aguzze e sconnesse. Attualmente il monte Ulysse è costituito da due picchi: uno a -407 m di profondità ed il secondo, più profondo, a -477 m (Fig. 8B). Su questo monte sono presenti rocce di origine lavica (Fig. 9A) e una tanatocenosi caratterizzata dal ritrovamento di uno cnidario fossile, simile a *Paragorgia arborea* (Fig. 9B), la cui datazione ha consentito di stimarne l'età a circa 10.000 anni (datazione al Carbonio 14).

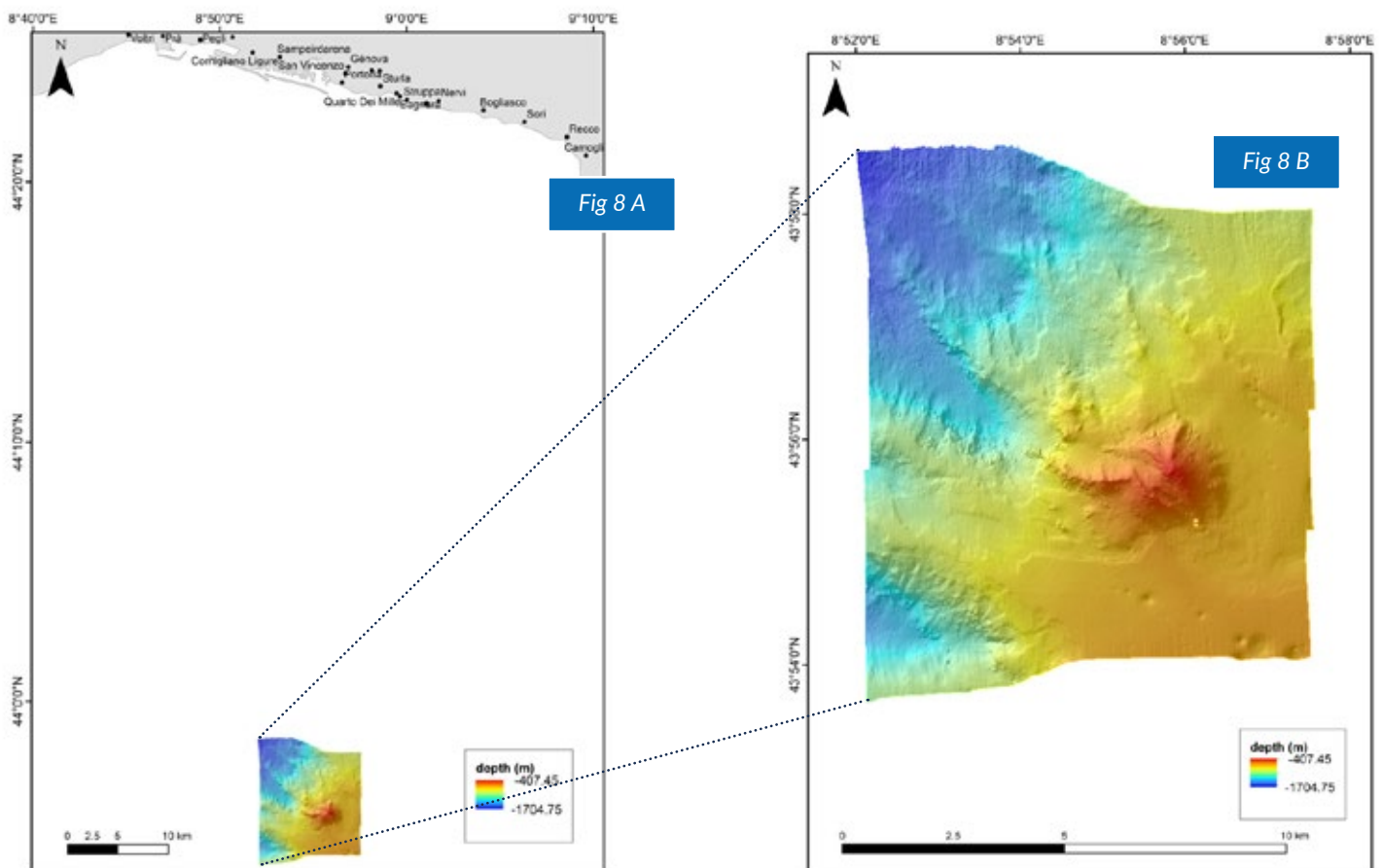


Fig 8 :

Carte bathymétrique du mont sous-marin Ulysse (A et B).

Carta batimetrica del monte sottomarino Ulysse (A e B).



Fig 9 A

Fig 9 :

- (A) Le mont sous-marin Ulysse : roches d'origine volcanique, à -1116 m, à environ 48 km de la côte.
- (B) Fossile d'un cnidaire semblable à *Paragorgia arborea* à -750 m, à environ 47 km de la côte.

- (A) Il monte sottomarino Ulisse: rocce di origine lavica, a -1116 m, a circa 48 km dalla costa.
- (B) Fossile di uno cnidario simile a *Paragorgia arborea* a -750 m, a circa 47 km dalla costa.



Fig 9 B

MONT SOUS-MARIN JANUA

Le mont sous-marin Janua est à environ 100 km au sud de la côte de Gênes (Fig. 10A) et, à l'instar du mont sous-marin Ulysse, il est d'origine volcanique datant d'environ de 18 MA. Cependant, comme le mont Janua est plus profond que le mont sous-marin Ulysse (entre -1200 et -1000 m), il a subi une érosion aérienne moins intense lors de l'épisode du Messinien.

Le sommet de l'élévation volcanique atteint 797 m de profondeur (Fig. 10B). Comme sur le mont sous-marin Ulysse, des roches d'origine volcanique sont présentes (Fig. 11A) ainsi qu'une thanatocénose par un *Paragorgia arborea* fossile (Fig. 11B).

MONTE SOTTOMARINO JANUA

Il monte sottomarino Janua è a circa 100 km a sud della costa genovese (Fig. 10A) e, come il monte marino Ulisse, è di origine vulcanica, con un'età che risale a circa 18 MA. Tuttavia, poiché il monte Janua è a profondità maggiori dell'Ulisse (tra -1200 e -1000 m), ha subito un'erosione aerea meno intensa durante l'episodio del Messiniano.

La sommità del rilievo vulcanico risale a -797 m di profondità (Fig.10B). Come sul monte sottomarino Ulisse, sono presenti rocce di origine lavica (Fig. 11A) e una tanatocenosi con uno cnidario fossile, simile a *Paragorgia arborea* (Fig. 11B).

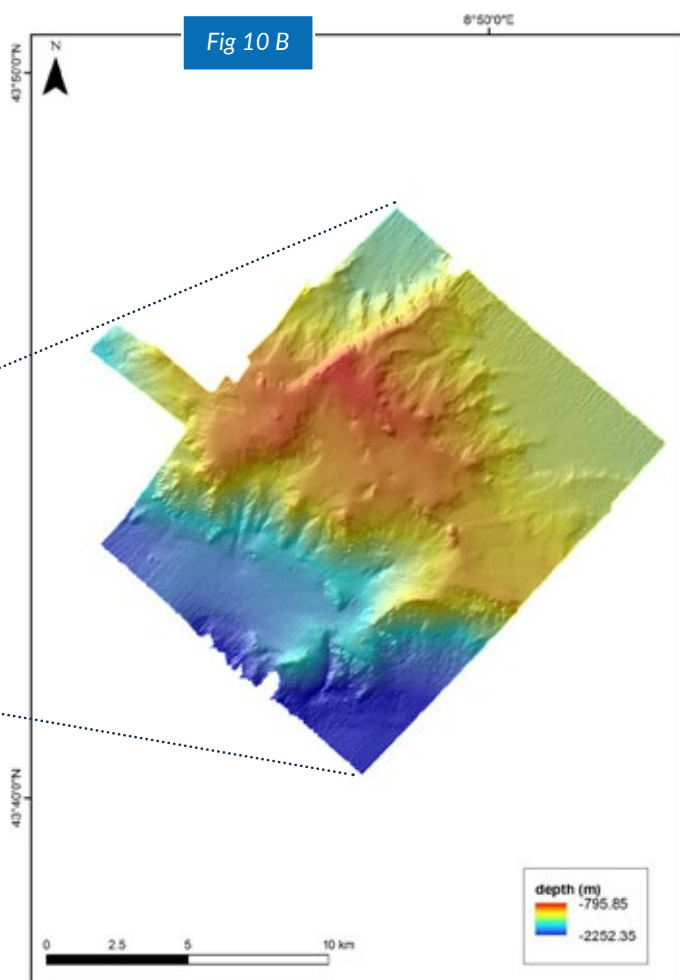
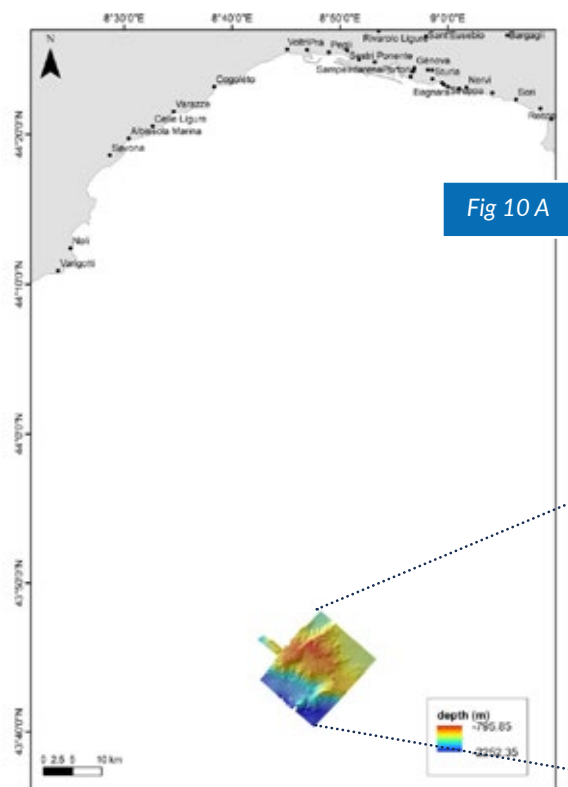


Fig 10 :

Carte bathymétrique du mont sous-marin Janua (A et B).
Carta batimetrica del monte sottomarino Janua (A e B).

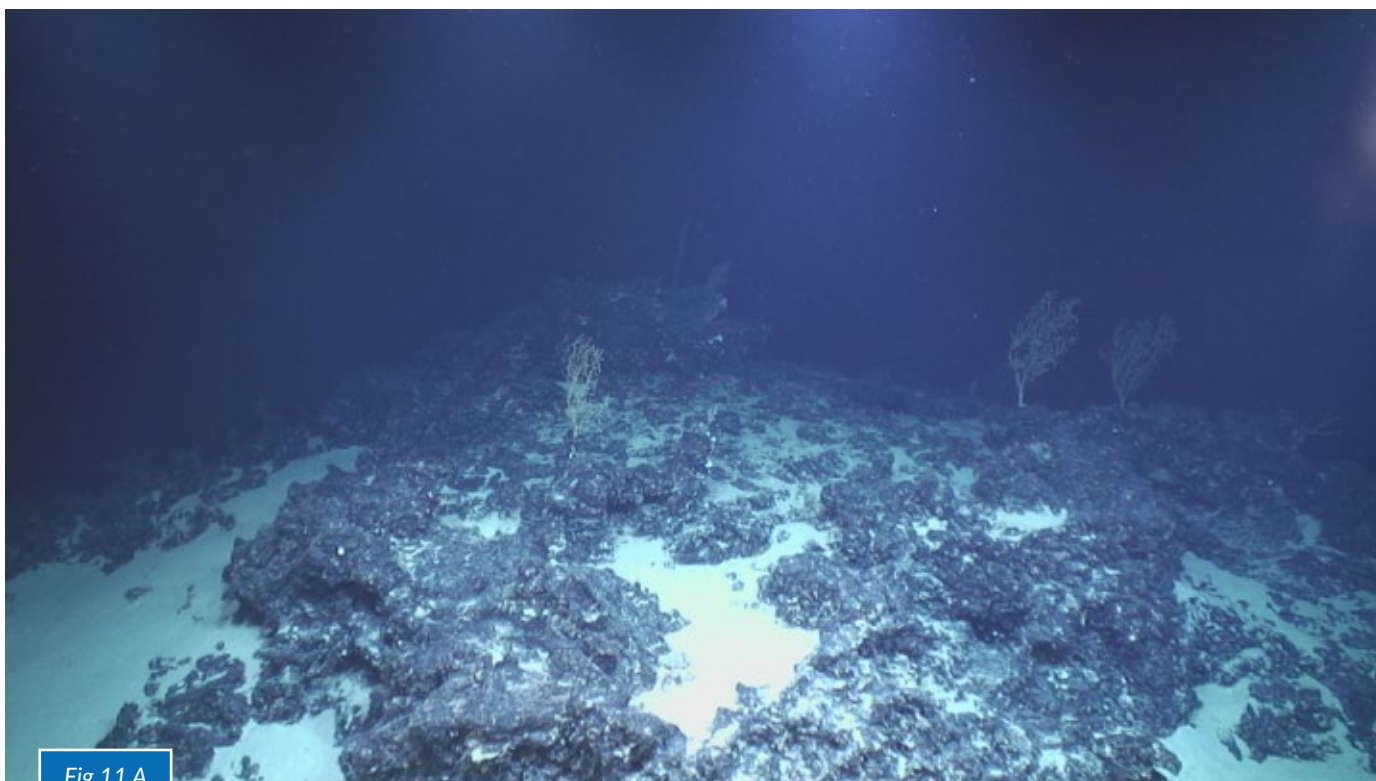


Fig 11 A

Fig 11 :

- (A) Mont sous-marin Janua : Roches d'origine volcanique à -1056 m et à environ 57 km de la côte.
- (B) Fossiles d'un cnidaire semblable à *Paragorgia arborea* à -1008 m et à environ 55 km de la côte.

- (A) Monte sottomarino Janua: Rocce di origine lavica a -1056 m e a circa 57 km dalla costa.
- (B) Fossile di uno cnidario simile a *Paragorgia arborea* a -1008 m, a circa 55 km dalla costa.



Fig 11 B

EPERON ROCHEUX SPINOLA

L'éperon rocheux Spinola est situé à environ 157 km au sud de la côte de Gênes (Fig. 12A B). C'est le site le plus profond qui a été étudié au cours de la campagne RAMOGE 2018 ; et est formé de deux éperons rocheux, l'un avec son sommet à une profondeur de 1800 m et l'autre à -2200 m (Fig. 12B). L'éperon Spinola est également une formation volcanique mais située à plus de 2000 m de profondeur. Dans ce cas, les épanchements volcaniques ont été sous-marins et forment des reliefs particuliers. Le site est caractérisé par une faible sédimentation et la présence de nombreux cailloutis volcaniques et *ripples marks*, indicateurs de fort courant de fond (Fig. 13A). Des agglomérats de roches volcaniques ont aussi été observés (Fig. 13B).

Ces affleurements rocheux sont fortement concrétionnés par une croûte Fe-Mn donnant une couleur noire mate caractéristique (Fig. 14). Ce phénomène a transformé les squelettes calcaires fixés en modifiant leur coloration du blanc au noir profond.

SPERONE ROCCIOSO SPINOLA

Lo sperone roccioso Spinola si trova a circa 157 km a sud della costa genovese (Fig. 12A). È il sito più profondo studiato nel corso della campagna RAMOGE 2018 ed è formato da due speroni rocciosi, uno con la cima a -1800 m di profondità e l'altro a -2200 m (Fig. 12B). Anch'esso è una formazione vulcanica, situata però a oltre -2000 m di profondità. In questo caso i versamenti lavici hanno avuto origine sottomarina e formano rilievi particolari. Il sito è caratterizzato da una debole sedimentazione e da numerosi ciottoli e *ripples marks*, indicatori di forti correnti di fondo (Fig. 13A). Sono stati osservati anche agglomerati di rocce vulcaniche (Fig. 13B).

Questi affioramenti rocciosi sono fortemente concrezionati da una copertura di Fe-Mn dal caratteristico colore nero opaco (Fig. 14). Questo fenomeno ha quindi modificato le caratteristiche degli scheletri calcarei degli animali morti presenti sul fondo, cambiandone la colorazione da bianca a nero opaco.

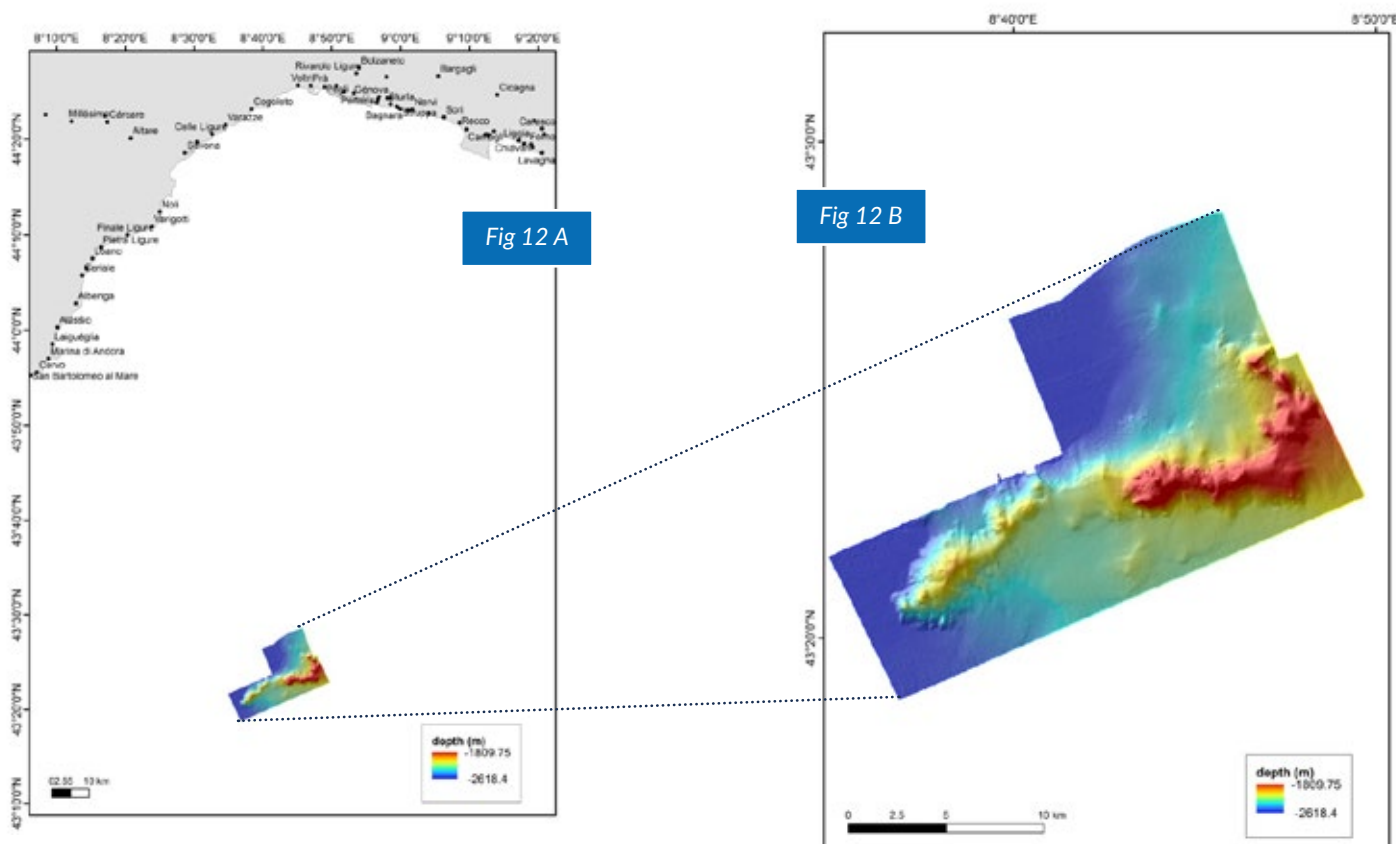


Fig 12 :
Carte bathymétrique de l'Éperon rocheux Spinola (A et B).
Carta batimetrica dello Sperone roccioso Spinola (A e B).

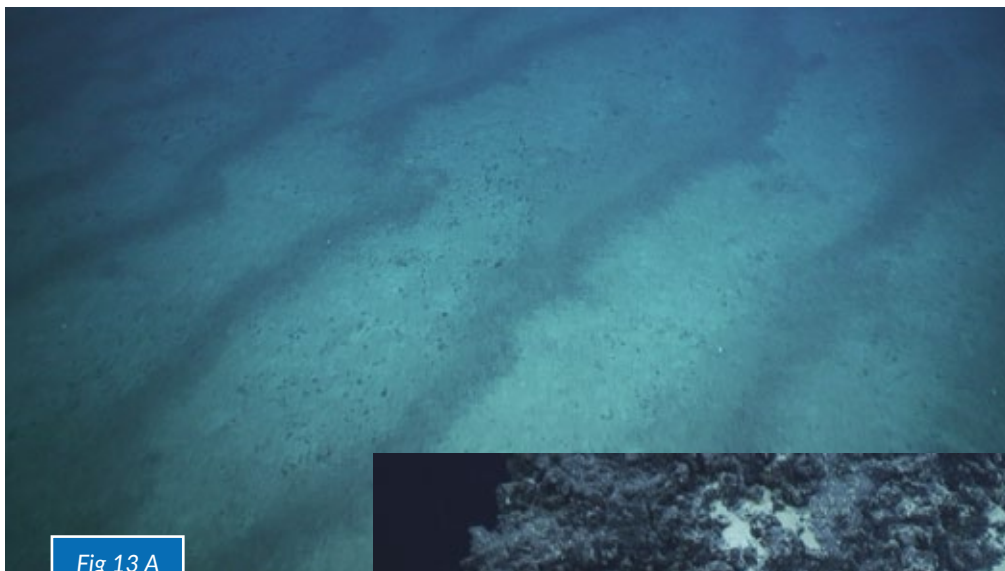


Fig 13 A

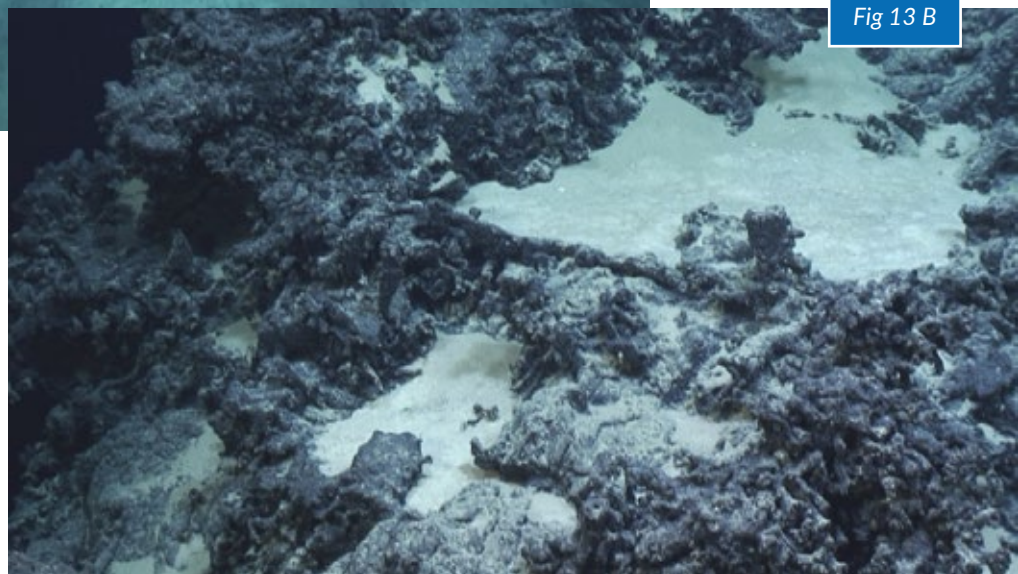


Fig 13 B

Fig 13 :

Eperon rocheux Spinola : (A) *ripple marks* sur le fond meuble à -2012 m, à environ 79 km de la côte.
 (B) Agglomérats de roches volcaniques à -2028 m, à environ 78 km de la côte.

Sperone roccioso Spinola: (A) *ripple marks* su fondo mobile a -2012 m, a circa 79 km dalla costa.
 (B) Agglomerati di rocce vulcaniche a -2028 m, a circa 78 km dalla costa.



Fig 14

Fig 14 :

Eperon rocheux Spinola :
 Affleurements volcaniques
 concrétionnés à -1950 m, à
 environ 78 km de la côte.

Lo Sperone roccioso
 Spinola: Affioramenti
 vulcanici concrezionati a
 -1950 m, a circa 78 km
 dalla costa.

Les sites côtiers (cf. *Isidella* 1964, canyon de Cannes, canyon de Monaco, haut-fond de Méjean) se caractérisent par un fort taux de sédimentation. La « neige sous-marine » est visible sur toutes les photographies. Les mouvements du ROV mettent facilement la vase en suspension. Cette « neige sous-marine » favorise les apports de matière organique de la surface et constitue une source de nourriture pour la faune profonde. Au large, notamment sur le Mont Janua, le taux de sédimentation est beaucoup plus faible, comme en témoigne une amphore antique posée sur le fond à 850 m de profondeur et pratiquement pas recouverte de vase depuis 2000 ans.

Des accumulations de Ptéropodes thécosomes, petits mollusques pélagiques, ont été observées, dont les coquilles carbonatées sédimentent à la mort de l'animal et contribuent au piégeage du dioxyde de carbone atmosphérique par les océans. Dans le canyon de Monaco, ces thécosomes sont associés à de nombreux débris de posidonie (fibres, feuilles, rhizomes), de végétaux terrestres et de macro-déchets légers. Ces accumulations, observées dans le fond du *Cirque Marcel*, sont liées à la baisse de l'hydrodynamisme au pied du talus continental.

Les observations géologiques réalisées durant la campagne d'exploration RAMOGE 2018 ont permis de récolter des informations inédites comme les conglomérats dans les fonds des canyons et les reliefs des monts sous-marins. Les relevés bathymétriques recueillis permettent d'améliorer les connaissances géomorphologiques et les vidéos et les photographies ont donné la possibilité de voir « en vrai » aussi bien comment se sont constituées ces formations sous-marines que d'identifier la faune et la flore qui les peuplent. Ces informations méritent d'être mises à disposition du grand public pour favoriser la connaissance de ces milieux méconnus et qui sont à préserver.

I siti costieri (cfr. *Isidella* 1964, canyon di Cannes, canyon di Monaco, banco di Mejean) sono risultati essere caratterizzati da un forte tasso di sedimentazione. La "neve marina", infatti, è visibile in tutte le fotografie e anche i movimenti del ROV determinano la risospensione del fango presente sul fondale. La "neve marina", flocculi composti da insieme di virus, batteri, frammenti di gusci, ecc., costituisce una fonte di materia organica proveniente dalla superficie e rappresenta una importante fonte di nutrimento per la fauna in profondità. Al largo, in particolare sul Monte Janua, il tasso di sedimentazione è molto più limitato, come testimoniato da un'anfora antica posata sul fondale a -850 m di profondità che, dopo oltre 2000 anni, non è ancora ricoperta di fango.

Sono stati osservati accumuli di Pteropodi tecosomati, piccoli molluschi pelagici, le cui conchiglie di carbonato sedimentano alla morte dell'animale, contribuendo al sequestro dell'anidride carbonica atmosferica da parte degli oceani. Nel canyon di Monaco i tecosomati sono associati a numerosi detriti di Posidonia (fibre, foglie e rizomi), vegetali terrestri e macro-rifiuti leggeri. Questi accumuli, osservati sul fondo del *Circo Marcello*, sono dovuti a una riduzione dell'idrodinamismo ai piedi della scarpata continentale.

Le osservazioni geologiche realizzate durante la campagna di esplorazione RAMOGE 2018 hanno permesso di raccogliere nuove informazioni sui conglomérati presenti nei fondali dei canyon e sui rilievi delle montagne sottomarine. I dati batimetrici raccolti hanno consentito di migliorare le conoscenze geomorfologiche ed i video e le fotografie hanno permesso di vedere "dal vero" sia come sono fatte queste formazioni sottomarine che di identificare gli animali che le popolano. Queste informazioni meritano di essere messe a disposizione del grande pubblico per favorire la conoscenza di questi ambienti, meritevoli di tutela.



Janua (-850 m) : Amphore antique / Anfora antica

UNE DÉCOUVERTE EXCEPTIONNELLE

UN RITROVAMENTO STRAORDINARIO



« Troncs fossiles » de *Paragorgia arborea* (Mont sous-marin Janua, -1008 m).
« Tronchi fossili » di *Paragorgia arborea* fossile (Monte sottomarino Janua, -1008 m).

La présence de paléo-communautés de coraux blancs est bien connue en Méditerranée, elles remontent à la dernière phase glaciaire du pléistocène (qui a débuté il y a 13 000 ans), lorsque les conditions environnementales ont favorisé l'expansion des espèces boréales d'affinité froide. Il y a environ 9000 ans, la fin de cette phase glaciaire fut entraînée par un déclin spectaculaire suivie de la mort de ces populations sur les fonds profonds dans des proportions énormes. Une nouvelle phase de prolifération a commencé il y a environ 6000 ans avec un nouveau flux venu de l'Atlantique qui a donné naissance aux provinces de coraux actuellement connues dans le bassin méditerranéen. À ce jour, toutefois, on pensait que les paléo-communautés étaient principalement représentées par des scléractiniaires communément appelés « coraux blancs » ou « coraux d'eau froide » et par certaines espèces associées de foraminifères et de mollusques.

Les explorations RAMOGE sur les monts sous-marins ligures, ont permis de retrouver certaines grandes formations fossiles (jusqu'à 1 m de hauteur), d'un aspect arborescent, qui ont attiré l'attention des chercheurs. Une dizaine de morceaux qui ont été découverts principalement sur les monts Ulysse (-400 m), Janua (-790-980 m) et Spinola (-2060 m). Les échantillons recueillis ne sont comparables à aucune formation géologique connue, ni même à des fossiles de plantes. Au contraire, la section transversale d'une grande branche a révélé une structure carbonatée poreuse semblable à celle d'une gorgone cosmopolite, *Paragorgia arborea*, appartenant à la famille des *Paragorgiidae* et connue pour pouvoir atteindre des dimensions considérables (jusqu'à 5 m de hauteur).

La presenza di paleo-comunità a coralli bianchi è ben nota in Mediterraneo; esse risalgono all'ultima fase glaciale del Pleistocene (a partire da 13.000 anni fa), quando le condizioni ambientali favorirono l'espansione di specie boreali ad affinità fredda. Circa 9000 anni fa questa fase fu seguita da un drammatico declino e da una moria di enormi proporzioni sui fondali profondi, causata da numerosi fattori legati alla fine della fase glaciale. Una nuova fase di proliferazione ebbe inizio circa 6000 anni fa, con un nuovo flusso dall'Atlantico che diede origine alle province a coralli attualmente note in Mediterraneo. Fino ad oggi tuttavia si riteneva le paleo-comunità fossero rappresentate principalmente dalle sclerattinie comunemente chiamate coralli bianchi e da alcune specie associate di foraminiferi e molluschi.

Le esplorazioni RAMOGE sui monti sottomarini liguri, tuttavia, hanno permesso di ritrovare alcune formazioni di grandi dimensioni (fino a 1 m di altezza) e dall'aspetto arborescente che hanno notevolmente attirato l'attenzione dei ricercatori. Si tratta di una decina di ritrovamenti distribuiti prevalentemente sul monte Ulisse (-400 m), Janua (-790-980 m) e Spinola (-2060 m), incastonati sul fondale o liberi. I campioni raccolti non sono assimilabili ad alcuna formazione geologica nota, e nemmeno a fossili vegetali. Al contrario, la sezione trasversale di una grossa ramificazione ha messo in luce una struttura carbonatica porosa assimilabile a quella di una gorgonia cosmopolita, *Paragorgia arborea*, appartenente alla famiglia *Paragorgiidae* e nota per essere in grado di raggiungere dimensioni considerevoli (fino a 5 m di altezza). Questa gorgonia è attualmente presente in Atlantico a profondità superiori a 200 m, ma non in Mediterraneo.

Cette gorgone est actuellement présente en Atlantique à des profondeurs supérieures à 200 m, mais pas en Méditerranée.

La datation du fossile au radiocarbone a révélé que la colonie avait environ 200 ans lorsqu'elle est morte et que cet événement s'est produit il y a environ 10 000 ans. Cela suggérerait qu'à l'époque, la région accueillait une population de *Paragorgia* qui mourut plus tard, coïncidant avec l'extinction des « coraux blancs » ou « coraux d'eau froide ». Les explorations menées dans la région n'ont pas permis de détecter la présence de colonies de *Paragorgia* vivantes, ce qui confirmerait, pour la première fois, l'extinction d'une espèce d'octocoralliaires dans le bassin.

La successiva datazione al radiocarbonio del fossile ha rivelato che la colonia aveva circa 200 anni quando è morta e che tale evento si colloca circa 10.000 anni fa. Questo farebbe supporre che, all'epoca, la regione ospitasse una popolazione di *Paragorgia* successivamente morta in coincidenza con la grande moria dei coralli bianchi. Le esplorazioni condotte nella regione non hanno rilevato la presenza di colonie vive, il che confermerebbe, per la prima volta per un ottocorallo, l'estinzione della specie nel bacino.



Section transversale d'une grande branche semblable à celle de *Paragorgia arborea*.
Sezione trasversale di una grossa ramificazione assimilabile a quella di *Paragorgia arborea*.

BIODIVERSITE BENTHIQUE DE LA MEDITERRANEE POFONDE

Les écosystèmes marins profonds représentent le plus grand biome de la planète. Cependant, à ce jour, seule une très petite fraction a été explorée de manière systématique et les informations relatives à la diversité et au fonctionnement de ces systèmes sont encore très fragmentées. Au cours des deux dernières décennies, le développement des technologies sous-marines a considérablement favorisé l'exploration directe des fonds et entraînant de nombreuses découvertes, notamment en ce qui concerne la diversité, la distribution et l'écologie de la mégafaune benthique, espèces de grandes tailles qui vivent en contact étroit avec les fonds marins et sont généralement visibles sur les images des véhicules filoguidés.

La mer Méditerranée est largement reconnue comme un *hotspot* de la biodiversité marine côtière hébergeant environ 7,5% de la biodiversité mondiale, mais elle est encore relativement peu connue en termes de richesse spécifique profonde, c'est-à-dire tout ce qui vit à plus de 200 m de profondeur. Une étude récente a estimé qu'environ 2000 espèces sont encore potentiellement à découvrir dans le bassin profond, suggérant ainsi qu'un effort d'investigation plus important est nécessaire dans cette région biogéographique particulière. Nous devons aussi nous rappeler que la faune marine méditerranéenne actuelle résulte à la fois de phénomènes géologiques complexes qui ont affecté le bassin il y a 6 à 5 millions d'années (fermeture puis réouverture du détroit de Gibraltar), favorisant l'établissement d'une faune profonde d'origine atlantique, ainsi que de multiples phénomènes climatiques qui ont pris fin avec la dernière glaciation et qui ont façonné la faune en provoquant l'expansion ou la disparition de nombreuses espèces d'affinités froides. L'étude de la faune profonde, qu'elle soit fossile ou vivante, peut donc permettre de disposer de nouveaux et importants éléments pour reconstituer

BIODIVERSITA' BENTONICA DEL MEDITERRANEO PROFONDO

Gli ecosistemi marini profondi rappresentano il più grande bioma del pianeta, tuttavia, ad oggi, solo una frazione molto ridotta è stata esplorata in maniera sistematica e le informazioni legate alla diversità ed al funzionamento di questi sistemi sono ancora molto frammentarie. Negli ultimi due decenni, lo sviluppo di tecnologie per l'esplorazione sottomarina ha notevolmente incrementato l'investigazione profonda diretta. Ciò ha permesso numerose scoperte, in particolar modo su diversità, distribuzione ed ecologia della megafauna bentonica, specie di dimensioni cospicue che vivono a stretto contatto con il fondale e che sono generalmente visibili nelle immagini dei veicoli filoguidati.

Il mar Mediterraneo è ampiamente riconosciuto come un *hotspot* di biodiversità terrestre e marina costiera ospitando circa il 7.5% della biodiversità globale, ma è ancora relativamente poco conosciuto dal punto di vista della ricchezza specifica profonda, ovvero tutto ciò che vive al di sotto dei 200 m di profondità. Un recente studio ha stimato che sono circa 2000 le specie ancora potenzialmente da scoprire nel bacino profondo, suggerendo quindi come un maggior sforzo investigativo sia necessario in questa particolare regione biogeografica. Bisogna inoltre ricordare che la fauna marina mediterranea attuale è il risultato sia di complessi fenomeni geologici che hanno interessato il bacino tra 6 e 5 milioni di anni fa, favorendo l'instaurarsi di una fauna profonda di origine atlantica, e sia di molteplici fenomeni climatici terminati con l'ultima glaciazione, che hanno plasmato la fauna determinando l'espansione o la scomparsa di numerose specie ad affinità fredda. Lo studio della fauna profonda, sia di quella fossile che di quella vivente, può quindi consentire di disporre di nuovi, importanti elementi per ricostruire i flussi attuali e passati delle specie su ampia scala

les flux d'espèces actuels et passés à une large échelle géographique et ainsi reconstituer l'histoire de la biodiversité profonde du bassin méditerranéen.

Généralement en milieu océanique la diversité marine de la mégafaune benthique tend à diminuer avec la profondeur, y compris sur les structures topographiques qui parsèment le bassin, notamment dans les canyons et sur les monts sous-marins. Les canyons sont des incisions profondes de la pente continentale qui véhiculent d'importantes quantités de débris organiques continentaux vers les grands fonds et qui sont affectées par des événements sédimentologiques de grande envergure, tels que des glissements de terrain sous-marins. Les monts sous-marins, ou *seamount*, sont quant à eux le produit d'événements géologiques volcaniques et orogéniques qui ont conduit à la formation d'imposantes élévations rocheuses soumises à de forts courants profonds.

Ces deux environnements sont caractérisés par des situations hydrodynamiques complexes qui favorisent le développement de communautés planctoniques hautement productives et, d'autre part, de communautés benthiques dominées par de grands organismes filtreurs (éponges, cnidaires, bryozoaires, ascidies), ainsi que des détritivores et leurs prédateurs (polychètes, crustacés, échinodermes, poissons). Ces communautés sont généralement associées à une fréquentation intense de la part des grands planctivores et prédateurs apicaux qui font de ces milieux des zones d'alimentation, d'abris ou de nurseries rendant ces sites encore plus riches en espèces par rapport aux sites adjacents (dit l'« effet canyon » ou l'« effet *seamount* »).

La présence d'une riche composante de poissons rend ces écosystèmes particulièrement attractifs pour la pêche hauturière, ce qui peut avoir un impact mécanique important sur les espèces les plus vulnérables, à savoir celles qui présentent un squelette fragile et des taux de croissance et de récupération très lents. À cela s'ajoute également la présence de déchets anthropiques provenant de la côte ou du trafic maritime, phénomène susceptible d'accroître la vulnérabilité de ces environnements.

geografica e quindi la storia della biodiversità profonda del bacino mediterraneo.

Così come osservato in ambiente oceanico, anche in Mediterraneo la biodiversità marina megabentonica tende a decrescere con la profondità trovando però nelle numerose strutture topografiche che costellano il bacino un punto di aggregazione importante, in particolare nell'ambito di canyon e seamount. I canyon sono profonde incisure del pendio continentale interessate da eventi sedimentologici di grande portata, come frane sottomarine, che veicolano importanti quantità di detrito organico continentale in profondità. Le montagne sottomarine, o *seamount*, sono invece il prodotto di eventi geologici vulcanici ed orogenetici che hanno portato alla formazione di imponenti elevazioni rocciose, investite da forti correnti profonde.

Entrambi questi ambienti sono caratterizzati da complesse situazioni idrodinamiche che favoriscono lo sviluppo di comunità planctoniche altamente produttive e, di contro, comunità bentoniche dominate da grandi organismi filtratori (spugne, cnidari, briozoi, ascidie), così come di detritivori e loro predatori (policheti, crostacei, echinodermi, pesci). Queste comunità sono generalmente associate anche ad una intensa frequentazione da parte di grandi planctivori e di predatori apicali che fanno di queste aree zone di alimentazione, rifugio o di nursery, rendendo questi siti ancora più ricchi di specie rispetto a quelli adiacenti (il cosiddetto "effetto canyon" o "effetto *seamount*").

La presenza di una ricca componente ittica rende questi ecosistemi di particolare interesse per la pesca offshore, che però è in grado di causare un forte impatto meccanico sulle specie più vulnerabili, caratterizzate da uno scheletro fragile e da tassi di crescita e recupero molto lenti. Oltre a questo impatto, in questi ambienti è presente anche quello costituito dalla presenza di rifiuti antropici provenienti da costa o dal traffico navale, fenomeno in grado di aumentarne la vulnerabilità.

FORETS DE CORAIL DE LA MEDITERRANEE PROFONDE

De nombreuses espèces de mégafaune benthique profonde, en vertu de leur capacité à former des agrégations denses ou des bioconstructions imposantes, sont définies comme structurantes, ou en influençant le milieu environnant, elles augmentent la tridimensionnalité du milieu, interceptant les courants, servent de refuges ; elles constituent un véritable écosystème d'une grande biodiversité.

Les Cnidaires sont certainement parmi les principaux organismes profonds structurants, capables de former de véritables forêts de colonies arborescentes ou de récifs coralliens représentés par l'accumulation de carbonates, de sédiments et de colonies vivantes. En Méditerranée, les principales espèces de cnidaires structurants appartiennent au groupe des anthozoaires, en particulier les scléactiniaires (tels que les *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* et *Desmophyllum dianthus*), les gorgones et les coraux noirs, trouvés principalement sur des fonds durs, mais aussi sur des fonds meubles constitués de vase compacte. Dans l'ensemble, ils sont appelés « coraux d'eau froide », en raison de leur affinité pour les basses températures des bassins profonds. En tant qu'organismes filtreurs, ces espèces s'agrègent généralement sur les substrats rocheux soumis à de forts courants de fond, tout comme ceux que l'on trouve sur les flancs des canyons et au sommet des monts sous-marins. La présence, la densité et l'état de santé de ces espèces structurantes représentent un bio-indicateur important de la sensibilité de ces écosystèmes face aux impacts mécaniques induits par la pêche, soit professionnelle (artisanale et chalutage) soit sportive, qui travaille en contact avec le fond.

À ce jour, les connaissances sur la diversité, la distribution, la biologie et l'écologie des cnidaires structurants profonds de Méditerranée sont très limitées. Certaines régions géographiques ont toutefois été plus explorées (telles que le golfe du Lion, le canal de Sicile et la mer d'Alboran) parce qu'elles présentent des espèces comme les « coraux blancs » de grande importance à la fois comme exemplaires fossiles et comme lieu de vie dans les deux bassins, central et occidental et le long de la marge continentale atlantique.

FORESTE DI CORALLO DEL MEDITERRANEO PROFONDO

Numerose specie megabentoniche profonde, in virtù della loro capacità di formare dense aggregazioni o imponenti bioconstruzioni, sono definite strutturanti ovvero in grado di influenzare l'ambiente circostante, incrementandone la tridimensionalità, intercettando le correnti di fondo ed agendo come zone di rifugio e costituendo quindi un vero e proprio ecosistema ad alta biodiversità.

Tra i principali organismi strutturanti profondi vi sono certamente gli cnidari, in grado di formare vere e proprie foreste di colonie arborescenti o barriere coralline rappresentate dall'accumulo di scheletri di carbonato, sedimento e colonie vive. In Mediterraneo le principali specie di cnidari strutturanti appartengono al gruppo degli antozoi; in particolare sono sclerattinie (come *Madrepora oculata*, *Lophelia pertusa* e *Desmophyllum dianthus*), gorgonie e coralli neri, ritrovati prevalentemente su fondi duri ma anche su fondi incoerenti di detrito biogenico o fango compatto. Nel complesso sono chiamati cold-water corals (CWCs) per la loro affinità con le temperature più basse del bacino, in corrispondenza appunto delle zone profonde. Essendo organismi filtratori, tipicamente queste specie si aggregano su elevazioni rocciose in corrispondenza di forti correnti di fondo, proprio come quelle che si trovano lungo i canyon o sui fianchi e le cime dei seamount. La loro presenza, densità e stato di salute rappresenta un importante bioindicatore della sensibilità di un certo ecosistema agli impatti meccanici derivati dalla pesca, sia professionale (artigianale ed a strascico) che sportiva, che opera a contatto con il fondo, sia artigianale che a strascico.

Ad oggi le conoscenze riguardanti la diversità, la distribuzione, la biologia e l'ecologia degli cnidari strutturanti profondi del Mediterraneo è molto limitata con alcune eccezioni per alcune regioni geografiche più esplorate (come il Golfo del Leone, il Canale di Sicilia ed il Mare di Alboran) o alcune specie, come i coralli bianchi, di grande rilevanza sia con esemplari fossili che viventi nei bacini centrale ed occidentale e lungo il margine continentale Atlantico.

OBJECTIFS DE L'EXPLORATION

Le bassin corso-liguro-provençal, situé à l'extrême nord de la Méditerranée occidentale, est une région caractérisée par une topographie très hétérogène avec un réseau dense de canyons répartis principalement le long de l'arc Liguro-provençal et du golfe du Lion, ce dernier ayant fait l'objet d'intenses campagnes de cartographie et d'hydrographie au cours de la dernière décennie. Le bassin abrite également plusieurs monts sous-marins, qui à l'instar des autres seamount méditerranéens, ont été encore peu étudiés jusqu'à ce jour d'un point de vue biologique. C'est justement une des principales motivations de la campagne RAMOGE 2018

Compte tenu de l'histoire géologique du bassin liguro-provençal et de ses caractéristiques hydrodynamiques particulières et à la lumière d'études approfondies menées antérieurement dans la région, les activités d'étude RAMOGE ont permis de recueillir des informations détaillées sur les habitats et les espèces et, dans le même temps, d'évaluer la biodiversité des sites à travers une approche comparative.

Comme nous l'avons vu, la campagne RAMOGE 2018 a permis de réaliser 7 plongées par ROV : 2 sur des canyons (Cannes, Monaco), 3 le long des pentes de monts sous-marins (Spinola, Janua, Ulysse) et un sur un haut-fond (Méjean) et un sur une zone sédimentaire (« Isidella 1964 », au large de Ramatuelle-Saint-Tropez). Les données recueillies à bord ont été analysées afin de fournir un aperçu général des sites du point de vue de la faune. Les observations ont été regroupées par grands groupes taxonomiques. Malgré les différences entre les bandes bathymétriques étudiées, la composition et la densité des principaux groupes taxonomiques des 7 sites présentent des similitudes en accord avec les caractéristiques géomorphologiques des fonds respectifs.

OBIETTIVI DELL'ESPLORAZIONE

Il bacino corso-liguro-provenzale, situato nella porzione più settentrionale del Mediterraneo occidentale rappresenta una delle realtà più rilevanti del nostro mare; è infatti caratterizzato da una topografia molto eterogenea con una fitta rete di canyon distribuiti principalmente lungo l'arco ligure ed il Golfo del Leone, questi ultimi oggetto di intense campagne di esplorazione nell'ultimo decennio. Il bacino ospita anche diverse montagne sommerse, che al pari degli altri seamount mediterranei, sino ad oggi sono stati ancora molto poco studiati dal punto di vista biologico. Questo è proprio uno dei principali motivi della campagna RAMOGE 2018.

Considerata la storia geologica del bacino ligure-provenzale e le sue peculiari caratteristiche idrodinamiche, alla luce anche di precedenti investigazioni profonde effettuate nell'area, le attività di studio RAMOGE hanno permesso la raccolta di informazioni di dettaglio su habitat e specie e, allo stesso tempo, di valutare la biodiversità dei siti con un approccio comparativo.

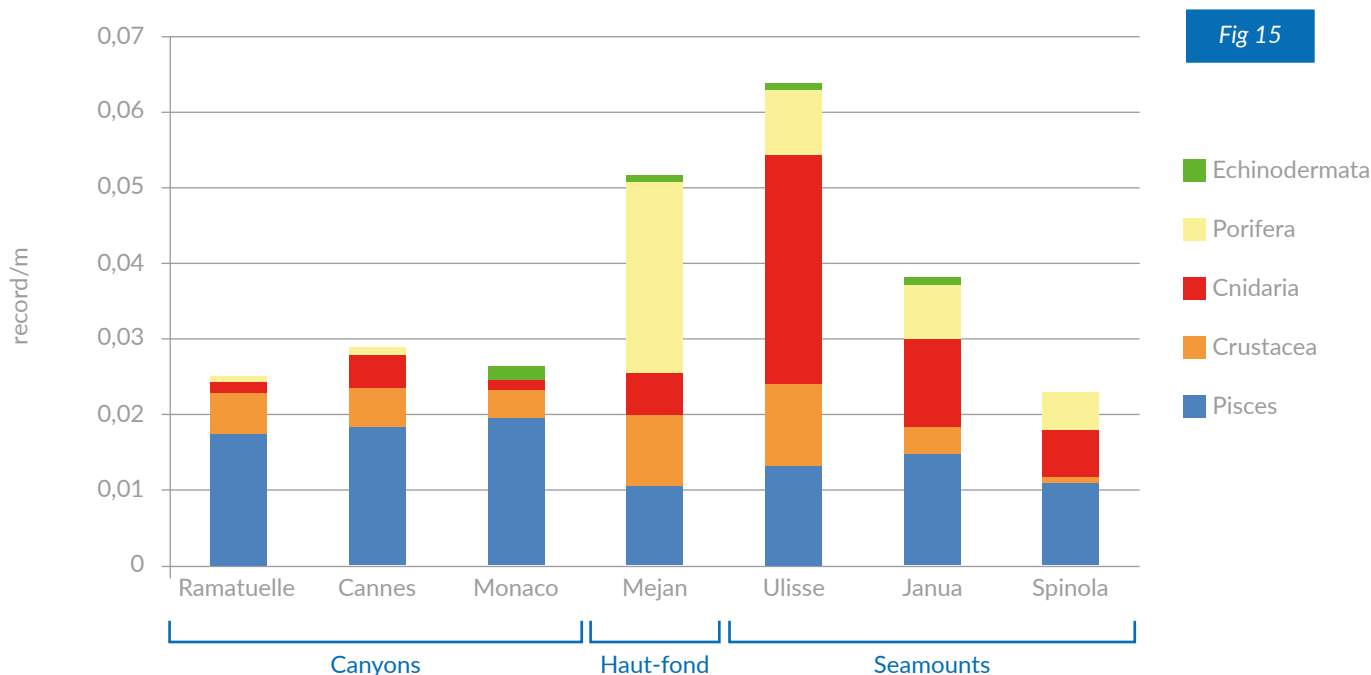
Come abbiamo visto, la campagna RAMOGE 2018 ha permesso la conduzione di sette percorsi ROV: due in corrispondenza di canyon (Cannes, Monaco), tre lungo le pendici di monti sottomarini (Spinola, Janua, Ulisse), uno su un banco Mejean) ed uno in una zona sedimentaria ("Isidella 1964", al largo di Ramatuelle-Saint-Tropez). I dati raccolti a bordo sono stati analizzati per fornire un inquadramento generale dei siti dal punto di vista faunistico. Le osservazioni sono state raggruppate per principali gruppi tassonomici. Nonostante le differenze delle fasce batimetriche indagate, la composizione e la densità dei gruppi tassonomici principali dei 7 siti mostra delle similitudini in linea con le caratteristiche geomorfologiche dei rispettivi fondali.

PRINCIPALES DECOUVERTES

Ci-après se trouvent des considérations générales sur la composition de la faune des milieux étudiés et sur les espèces observées, d'intérêt pour la conservation. La figure 15 présente la composition de la faune des différents sites étudiés, en indiquant les tendances des cinq taxons les plus courants seulement : poissons, crustacés, cnidaires, porifères et échinodermes. Des informations sur la découverte de groupes taxonomiques représentés par des spécimens uniques, et donc non signalés dans la figure 15, sont fournies ci-dessous pour chaque site.

PRINCIPALI SCOPERTE

Di seguito si forniscono considerazioni di carattere generale sulla composizione della fauna degli ambienti studiati e sulle specie di interesse conservazionistico rinvenute. La figura 15 presenta la composizione faunistica dei diversi siti studiati, mostrando gli andamenti solo dei cinque taxa più comuni: *Pisces*, *Crustacea*, *Cnidaria*, *Porifera* ed *Echinodermata*. Informazioni sul rinvenimento di gruppi tassonomici rappresentati da singoli esemplari, e quindi non riportate in figura 15, sono fornite a seguire per singolo sito.



Composition faunistique par site d'étude, pour les cinq taxons les plus courants (poissons, crustacés, cnidaires, éponges et échinodermes), en tant que densité de spécimens (nombre d'enregistrements/m) par groupe systématique et itinéraire vidéo.

Composizione faunistica per sito di studio, per i cinque taxa più comuni (Pisces, Crustacea, Cnidaria, Porifera ed Echinodermata), come densità di esemplari (n° di record / m) per gruppo sistematico e percorso video.

ZONE SÉDIMENTAIRE AU LARGE DE RAMATUELLE (ISIDELLA 1964)

Caractéristiques du parcours ROV

Durée : 2h48

Intervalle bathymétrique : entre -1070 et -786 mètres

Longueur : 2208 mètres parcourus parmi lesquels 95% sur des fonds meubles vaseux et 5% sur des fonds rocheux.

C'est le site le plus occidental de la campagne 2018, il a été exploré dans le but de vérifier la présence d'un faciès d'*Isidella elongata* signalé en 1964. Le fond, caractérisé par une prédominance de fonds vaseux avec la présence de blocs rocheux et de déchets anthropiques, il est caractérisé par l'accumulation de résidus de *Posidonia oceanica* entraînés le long du canyon par des courants profonds.

La plus grande contribution à la biodiversité est apportée par la faune ichtyologique, à l'exception d'un spécimen de *Galeus melastomus*, ce sont tous des poissons osseux, avec un total de 40 observations. Les cnidaires contribuent à hauteur de 5% à la biodiversité du site, sur les 3 observations, 2 sont des sclératinien et une espèce de *Cerianthus* non identifiée. Toutes les observations ont été faites entre -910 et -816 mètres. Aucune espèce d'intérêt pour la conservation ou espèce rare n'a été recensée.

ZONA SEDIMENTARIA A LARGO DI RAMATUELLE (ISIDELLA 1964)

Caratteristiche del percorso ROV

Durata: 2 ore e 48 minuti

Intervallo batimetrico: tra -1070 e -786 metri

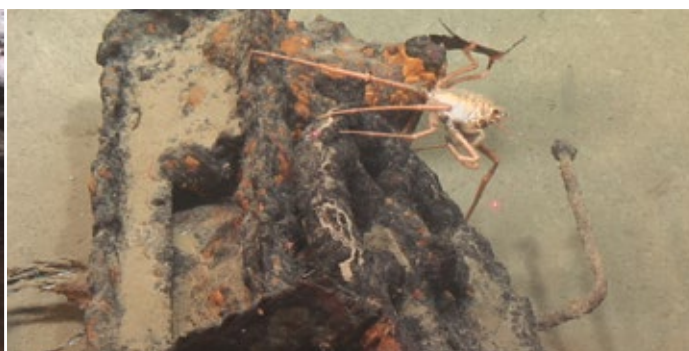
Lunghezza: 2208 metri di percorso di cui il 95% su fondi mobili fangosi ed il 5% su roccia.

È il sito più occidentale della campagna 2018; è stato indagato soprattutto con l'obiettivo di verificare la presenza di una facies ad *Isidella elongata* segnalata nel 1964. Il fondale, caratterizzato da una prevalenza di fondi fangosi con presenza di massi rocciosi e rifiuti antropici, è caratterizzato dall'accumulo di residui di *Posidonia oceanica* veicolati lungo il canyon da correnti profonde.

Il maggior contributo alla biodiversità è dato dalla fauna ittica che, ad eccezione di un esemplare del piccolo squalo boccanera *Galeus melastomus*, è composto solo da pesci ossei, con un totale di 40 segnalazioni. Gli cnidari contribuiscono con il 5% alla biodiversità del sito, delle 3 segnalazioni 2 sono rappresentati da scleractinie e da una specie di *Cerianthus* non identificato. Tutte le osservazioni sono state fatte tra -910 e -816 metri. Non sono state censite specie di interesse conservazionistico o rare.



Roches profondes avec coloration typique des dépôts ferreux (Ramatuella, -930 m).
Rocce profonde dalla colorazione tipica degli accumuli ferrosi. (Ramatuella, -930 m).



Un spécimen de crabe *Paramola cuvieri*, sur le reste d'un moteur de voiture (Ramatuella, -868 m).
Un esemplare del granchio *Paramola cuvieri* sul resto del motore di un'automobile (Ramatuella, -868 m).

CANYON DE CANNES

Caractéristiques du parcours ROV

Durée : 5h49

Intervalle bathymétrique : entre -1443 et -945 mètres

Longueur : 4450 mètres parcourus, parmi lesquels 73% sur des fonds meubles vaseux et 27% sur des fonds rocheux.

Le nombre d'espèces de poissons observées par rapport à la zone « Isidella, 1964 », au large de Ramatuelle, a presque doublé (77 contre 40) et la diversité taxonomique globale a augmenté grâce à la présence de céphalopodes et de brachiopodes. Outre les principaux groupes taxonomiques, des spécimens uniques de mollusques, d'échiuriens, de brachiopodes et d'annélides ont également été observés. De même, aucune espèce protégée n'a été rencontrée sur ce site.

Parmi les cnidaires, il faut souligner la découverte d'*Isidella elongata*, en particulier une colonie adulte observée à une profondeur d'environ 1310 m avec des crabes rouges de fond (*Geryon longipes*), des crevettes rouges (*Aristeus antennatus*), des terriers de langoustines (*Nephrops norvegicus*) et des céphalopodes (*Bathypolypus sponsalis*). Entre -1260 et -1220 m, commence une région d'affleurements rocheux verticaux caractérisés par une couverture de Fer et Manganèse, fortement envasés, colonisés par des serpulidés, de madréporaire *Desmophyllum dianthus*, d'éponges, de brachiopodes, d'échinoïdes et de crustacés galateïdés. En remontant encore, une crête escarpée et vaseuse caractérise les fonds marins jusqu'à -945 m avec la présence rare de cérianthes.

CANYON DI CANNES

Caratteristiche del percorso ROV

Durata: 5 ore e 49 minuti

Intervallo batimetrico: tra -1443 e -945 metri

Lunghezza: 4450 metri di percorso, il 73% dei quali su fondi mobili fangosi ed il 27% su fondo duro.

Il numero di specie ittiche osservate rispetto al sito a largo di Ramatuelle, è quasi doppio (74 vs 40) ed anche la diversità tassonomica complessiva è maggiore. Oltre ai gruppi tassonomici principali, sono stati osservati anche singoli esemplari di molluschi, echiuridi, brachiopodi ed anellidi. Anche in questo sito non sono state incontrate specie protette.

Tra gli cnidari va evidenziato il rinvenimento di *Isidella elongata*, in particolare una colonia adulta rinvenuta a circa 1310 m di profondità con granchi rossi di fondale (*Geryon longipes*), gamberi rossi (*Aristeus antennatus*), tane di scampi (*Nephrops norvegicus*) e cefalopodi (*Bathypolypus sponsalis*). A partire da -1260 m fino a -1220 m inizia una regione di affioramenti rocciosi verticali caratterizzati da una copertura di Ferro e Manganese, fortemente sedimentati, colonizzati da serpulidi, dal madreporario *Desmophyllum dianthus*, da spugne, brachiopodi, echinoidei e crostacei galateidi. Risalendo ancora, un ripido crinale fangoso caratterizza il fondale fino a -945 m con presenza sporadica di ceriantari.

Fig 1

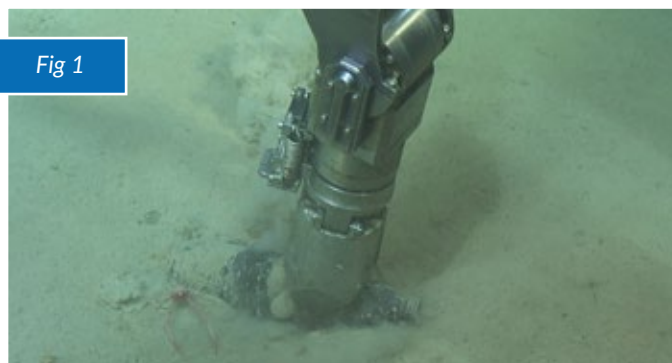


Fig 1 : Collecte d'un déchet de bouteille en plastique à côté duquel se trouve un spécimen de *Munida* (crustacé anomorphe), (Cannes, -1443 m).

Raccolta di un campione di rifiuto costituito da bottiglia di plastica, accanto alla quale c'è un esemplare di *Munida* (crostaceo anomuro) (Cannes, -1443 m).

Fig 2 : Gorgone bambou blanche (*Isidella elongata*) (Cannes, -1306 m). Cette espèce est devenue rare aujourd'hui car gravement impactée par le chalutage.

Gorgonia bambù bianca (*Isidella elongata*) (Cannes, -1306 m). Questa specie oggi divenuta rarissima perché gravemente impattata dalle attività di pesca a strascico.

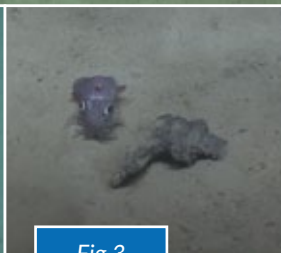
Fig 3 : Petit céphalopode (*Sepietta*) qui fréquente les fonds meubles profonds (-1426 m).

Piccolo cefalopode (*Sepietta*) che frequenta i fondi mobili profondi (-1426 m).

Fig 2



Fig 3



HAUT-FOND DE MÉJEAN

Caractéristiques du parcours ROV

Durée : 6h34

Intervalle bathymétrique : entre -918 et -375 mètres

Longueur : 3613 mètres parcourus, parmi lesquels 31% sur fonds meubles vaseux et 69% sur fonds rocheux.

Le groupe taxonomique le plus fréquemment observé est celui des porifères, la faune ichthyologique est moins abondante que sur les autres sites. Les cnidaires sont présents mais aucune espèce arborescente n'a été observée, à l'exception de quelques colonies de petites gorgones *Muriceides lepida*. Les brachiopodes, les mollusques céphalopodes et les annélides sont présents mais en nombre réduit. Aucune espèce présentant un intérêt pour la conservation n'a été observée.

L'environnement benthique est caractérisé par une riche alternance de fonds vaseux et de marches rocheuses principalement constituées par un conglomérat biogénique de coraux et de bivalves (*Spondylus*) morts. Ce fond est celui qui présentait le plus de terriers de langoustines (*Nephrops norvegicus*), de homards (*Palinurus mauritanicus*) et de poulpes (*Bathypolypus sponsalis*). Les zones rocheuses sont caractérisées par une densité et une richesse élevées d'éponges aussi bien encroûtantes que massives, d'hydrozoaires, des foraminifères arborescents, de cnidaires, de *Bonellia viridis* et de *Munida* sp. Dans la zone la plus superficielle, nous avons pu observer des squelettes de coraux noirs recouverts d'un zoanthaire parasite et d'un trait dense de gorgone blanche *Muriceides lepida*.

BANCO DI MEJEAN

Caratteristiche del percorso ROV

Durata: 6 ore e 34 minuti

Intervallo batimetrico: tra -918 e -375 metri

Lunghezza: 3613 metri di percorso di cui il 31% su fondi mobili fangosi ed il 69% su fondo duro.

I Poriferi costituiscono il gruppo tassonomico osservato con maggiore frequenza mentre la fauna ittica è risultata meno abbondante rispetto agli altri siti. Per quanto riguarda gli cnidari, non sono state osservate specie arborescenti ad eccezione di poche colonie della piccola gorgonia *Muriceides lepida*. I brachiopodi, i molluschi cefalopodi e gli anellidi sono presenti in numero ridotto. Non sono state osservate specie di interesse conservazionistico.

L'ambiente bentonico è caratterizzato da una ricca alternanza di fondali fangosi e gradoni rocciosi rappresentati perlopiù da un conglomérato biogénico di coralli e bivalvi (*Spondylus*) morti. Questo fondale è certamente quello più ricco tra quelli esplorati con zone fangose caratterizzate da una alta densità di tane di scampo (*Nephrops norvegicus*), aragoste (*Palinurus mauritanicus*) e cefalopodi (*Bathypolypus sponsalis*). Le zone rocciose sono caratterizzate da una elevata densità e ricchezza di spugne, sia incrostanti che massive, idrozoi, foraminiferi arborescenti, cidaridi, *Bonellia viridis*, e *Munida* sp. Nella zona più superficiale si osservano alcuni scheletri di coralli neri ricoperti da uno zoantario parassita ed un denso tratto caratterizzato dalla presenza della gorgonia bianca *Muriceides lepida*.

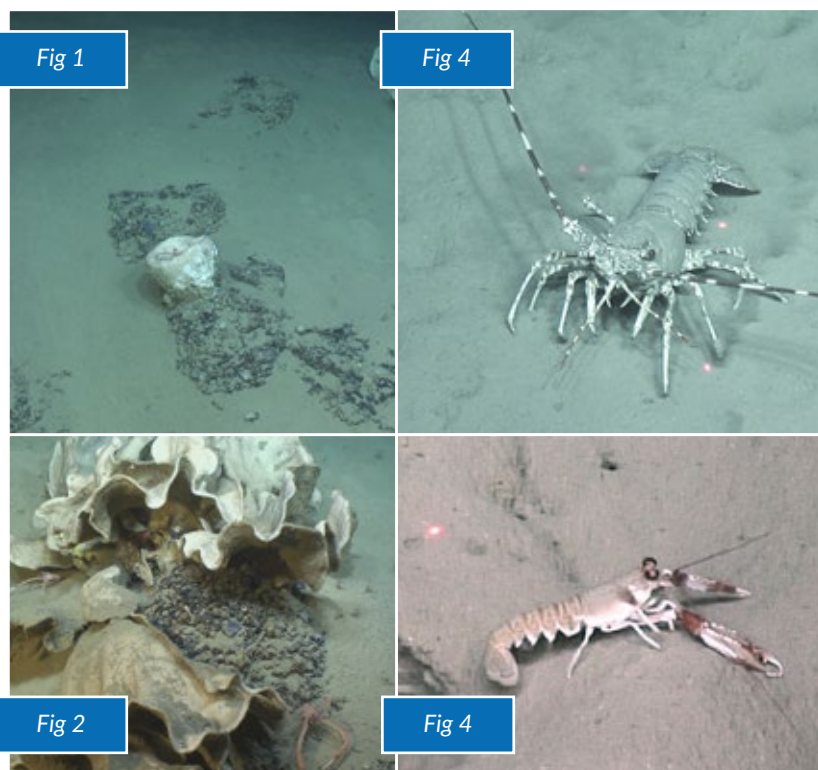


Fig 1 : Porifères blancs de grande dimension sur le haut fond de Méjean (-772 m).

Poriferi bianchi di grandi dimensioni sul fondale di Mejean (-772 m).

Fig 2 : Spécimens de crustacés Anomuro *Munida* trouvant un abri près d'une éponge *Leiodermatium* sp. (Méjean, - 512 m).

Esemplari del crostaceo Anomuro *Munida* trovano riparo in vicinanza della spugna *Leiodermatium* sp. (Mejean, - 512 m).

Fig 3 : Langouste blanche *Palinurus mauritanicus* (Méjean, - 432 m).

Aragosta bianca *Palinurus mauritanicus* (Mejean, -432 m).

Fig 4 : Langoustine (*Nephrops norvegicus*) à la sortie de sa tanière, de coloration typique de la mer ligure, caractérisée par la tâche orange foncé sur la partie antérieure de la carapace (Méjean, -405 m).

Scampo (*Nephrops norvegicus*), all'uscita della sua tana dalla colorazione tipica del Mar Ligure per questa specie, caratterizzata dalla macchia arancio scuro nel terzo anteriore del carapace (Mejean, -405 m).

CANYON DE MONACO

Caractéristiques du parcours ROV

Durée : 7h34

Intervalle bathymétrique : entre -2194 et -1291 mètres

Longueur : 6233 mètres parcourus, parmi lesquels 83% sur des fonds meubles vaseux et 17% sur des fonds rocheux.

Dans la partie la plus profonde, vers -2160 m, des spécimens de crevettes rouges (*Aristeus antennatus*) et d'astéroïdes du genre *Ceramaster* ont été signalés, ainsi que de larges traits avec des résidus de *Posidonia oceanica*. Vers -2015 m, il existe un affleurement particulier de conglomérats rocheux, fortement sédimentés et non colonisés. Dans la dernière partie de la plongée, jusqu'à 1300 m de profondeur, une crête vaseuse et escarpée se distingue avec divers organismes dispersés, dont une éponge pédonculée, des astéroïdes du genre *Ceramaster*, divers crabes *Geryon longipes*. Du point de vue des anthozoaires arborescents, la découverte la plus intéressante a été celle d'une colonie de pennatulacé rare *Protoptilum carpenteri* (vers 1460 m) (signalé aujourd'hui en Méditerranée uniquement pour la région de Santa Maria di Leuca) et d'un petit groupe d'*Isidella elongata*, gorgonaire de fonds meubles entre -1360 et -1340 m. Un cténophore et un brachiopode ont également été observés.

CANYON DI MONACO

Caratteristiche del percorso ROV

Durata: 7 ore e 34 minuti

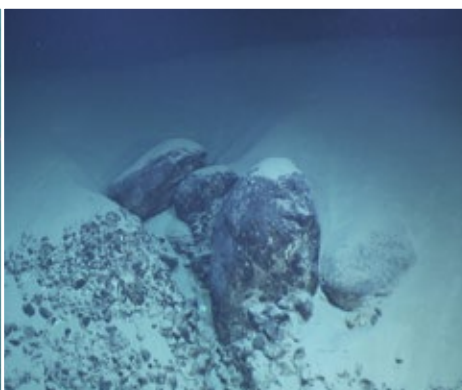
Intervallo batimetrico: tra -2194 e -1291 metri

Lunghezza: 6233 metri di percorso di cui l'83% su fondi mobili fangosi ed il 17% su fondo duro.

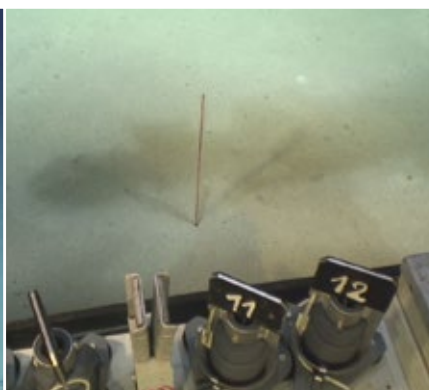
Nel canyon di Monaco non è stata rilevata una particolare ricchezza specifica. Nella parte più profonda, fino a -2160 m, sono segnalati esemplari di gambero rosso (*Aristeus antennatus*) e asteroidei del genere *Ceramaster*, unitamente ad ampi tratti con residui di *Posidonia oceanica*. Fino a -2015 m si trova un peculiare affioramento di conglomerato roccioso, altamente sedimentato e non colonizzato. Nella parte terminale dell'immersione, fino a 1300 m di profondità si staglia una ripida cresta fangosa con vari organismi sparsi, tra cui una spugna pedunculata, asteroidei del genere *Ceramaster*, vari granchi *Geryon longipes*. Dal punto di vista degli antozoi arborescenti l'incontro più interessante è rappresentato da una colonia del raro pennatulaceo *Protoptilum carpenteri* (1460 m) (ad oggi riportato in Mediterraneo solo per la zona di Santa Maria di Leuca) e da un piccolo gruppo *Isidella elongata*, gorgonaceo di fondo mobile, tra -1360 e -1340 m. Inoltre sono stati osservati uno ctenoforo ed un brachiopode.



Etoile de mer blanche
Ceramaster sp.
(Monaco, - 2192 m).
Stella marina bianca
Ceramaster sp.
(Monaco, - 2192 m).



Blocs de roche émergeant du fond
meuble (Monaco, - 2153 m).
Blocchi di roccia che emergono dal
fondo mobile (Monaco, - 2153 m).



Colonie de la rare pennatulaceo *Protoptilum
carpenterii*, signalée une seule fois en
Méditerranée à ce jour, sur les fonds de Santa
Maria di Leuca (Monaco, - 1460 m).
Détail des polypes de pennatulaceo *Protoptilum
carpenterii* (Monaco, - 1460 m).

Colonia del raro pennatulaceo *Protoptilum
carpenterii* (Monaco, - 1460 m), ad oggi segnalato
in Mediterraneo solo una volta, sui fondali di
Santa Maria di Leuca.
Particolare dei polipi del pennatulaceo *Protoptilum
carpenterii* (Monaco, -1460 m).

MONT SOUS-MARIN ULYSSE

Caractéristiques du parcours ROV

Durée : 11h53

Intervalle bathymétrique : entre -1233 et -99 mètres

Longueur : 9422 mètres parcourus, parmi lesquels 24% sur fonds meubles vaseux et 76% sur fonds rocheux.

A l'instar du mont Janua, le mont Ulysse est l'un des sites les plus riches en termes de diversité et d'abondance, il abrite une riche communauté de mégafaune benthique dominée par des antozoaires arborescents et des éponges. Le groupe taxonomique des cnidaires, en particulier, est bien représenté par les formes arborescentes et par les madréporaires. Parmi les espèces d'intérêt pour la conservation, des *Antipathes dichotoma*, *Leiopathes glaberrima* et *Dendrophyllia cornigera* ont été observées.

La plongée, réalisée entre 1200 et 400 m de profondeur, montre une riche variété de biocénoses, en particulier sur les fonds vaseux à la base des sommets qui hébergent des cérianthes et de nombreux crabes rouges de fonds (*Geryon longipes*) et *Paromola cuvieri*). À partir de -1190 m jusqu'au sommet (aux alentours de -400 m), de nombreux escarpements rocheux parsemés de zones vaseuses et de rochers épars se succèdent. Tous les fonds durs sont caractérisés par des bioconcrétions recouvertes d'oxyde de fer-manganèse (Fe-Mn), représentés principalement par des squelettes calcaires des coraux profonds *Lophelia pertusa* et *Desmophyllum dianthus*, qui présentent également des thanatocénoses libres au fond. Ces zones sont colonisées par des éponges massives et encroûtantes, des serpulidés mais également par des scléractiniaires solitaires (y compris des individus vivants de *D. dianthus*), des colonies dispersées de *Dendrophyllia cornigera*, plusieurs colonies de coraux noirs *Antipathes dichotoma* et de nombreux petits gorgonaires tels que *Muriceides lepida* et *Bebryce mollis*. Le sommet du mont est dominé par une riche population de cnidaires, notamment une forêt de *Callogorgia verticillata* mélangée à des coraux mous. De nombreuses colonies présentent des traces d'impacts des activités de pêches et des engins perdus, et sont colonisées par des épibiontes tels que le zoanthide parasite *Isozoanthus zibrowii* ou l'anémone *Amphianthus dohrni*. De nombreux crustacés (*Paromola cuvieri*, *Munida sp.*, *Bathynectes maravigna*, *Palinurus mauritanicus*, *Plesionika narval*) et d'oursins (cidarides, *Echinus melo*) qui se déplacent sur le fond. Les annélides serpulidés et les mollusques gastéropodes sont présents avec des observations individuelles.

MONTE SOTTOMARINO ULISSE

Caratteristiche del percorso ROV

Durata: 11 ore e 53 minuti

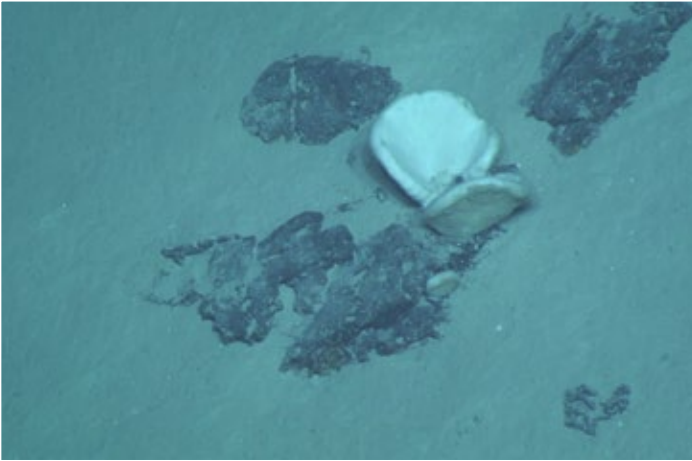
Intervallo batimetrico: tra -1233 e -99 metri

Lunghezza: 9422 metri di percorso di cui il 24% su fondi mobili fangosi ed il 76% su fondo duro.

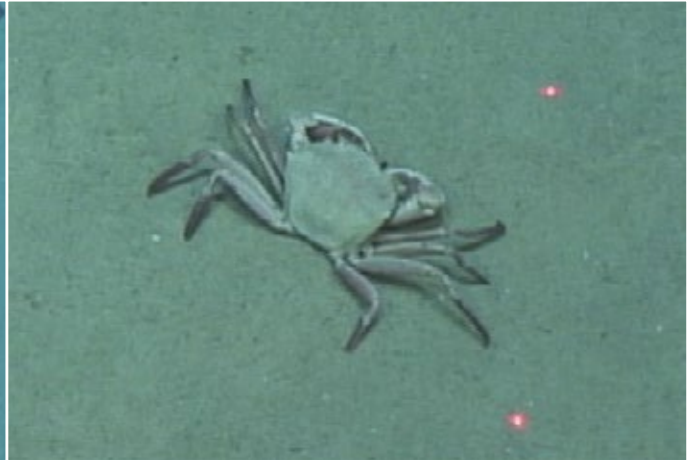
Insieme al Janua, il monte Ulisse è uno dei siti più ricchi in termini di diversità e abbondanza, ospita infatti una ricca comunità megabentonica dominata da antozoari arborescenti e spugne. Il gruppo tassonomico degli cnidari, in particolare, è ben rappresentato da forme arborescenti e da madreporari. Tra le specie di interesse conservazionistico sono state osservate *Antipathes dichotoma*, *Leiopathes glaberrima* e *Dendrophyllia cornigera*.

L'immersione, condotta tra - 1200 e - 400 m di profondità, mostra una ricca varietà di biocenosi, in particolare il fondo fangoso alla base della vetta ospita ceriantari e numerosi granchi rossi di fondale (*Geryon longipes*) e *Paromola cuvieri*. A partire da -1190 m fino alla cima (attorno a -400 m) si susseguono numerose falesie rocciose intercalate a tratti fangosi e massi sparsi. Tutti i fondi duri sono caratterizzati da bioconcrezioni coperte da ossidi di ferro-manganese (Fe-Mn) rappresentate principalmente dagli scheletri calcarei dei coralli profondi *Lophelia pertusa* e *Desmophyllum dianthus*, di cui sono presenti anche tanatocenosi libere sul fondale. Queste zone sono colonizzate da spugne massive ed incrostanti, serpulidi, ma anche da scleractinie solitarie (inclusi coralliti vivi di *D. dianthus*), colonie sparse di *Dendrophyllia cornigera*, diverse colonie del corallo nero *Antipathes dichotoma* e numerose gorgonie di piccole dimensioni come *Muriceides lepida* e *Bebryce mollis*. La vetta del monte è dominata da un ricco popolamento a cnidari, in particolare una foresta di *Callogorgia verticillata* mista a coralli molli. Molte delle colonie mostrano tracce di impatto di attività di pesca ed attrezzi persi, e sono variamente colonizzate da epibionti come lo zoantideo parassita *Isozoanthus zibrowii* o l'anémone *Amphianthus dohrni*. Si muovono sul fondale numerosi crostacei (*Paromola cuvieri*, *Munida sp.*, *Bathynectes maravigna*, *Palinurus mauritanicus*, *Plesionika narval*) e ricci (cidaridi, *Echinus melo*).

Anellidi serpulidi e Molluschi gasteropodi sono presenti con singole osservazioni.



Grande éponge stucturante (Ulysse, - 1190 m).
Grande spugna strutturante (Ulisse, -1190 m).



Crabe rouge *Geryon longipes* (Ulysse, - 1161 m).
Granchio rosso di fondale *Geryon longipes* (Ulisse, - 1161 m).



Jeune roussette *Galeus melastomus* (Ulysse, - 800 m).
Giovane esemplare di gattuccio boccanera *Galeus melastomus* (Ulisse, - 800 m).



Gorgone *Callogorgia verticillata* parasitée par le zoantis *Isozoanthus primnoidus* (Ulysse, - 757 m).
Gorgonia *Callogorgia verticillata* parassitata dallo zoantideo *Isozoanthus primnoidus* (Ulisse, - 757 m).



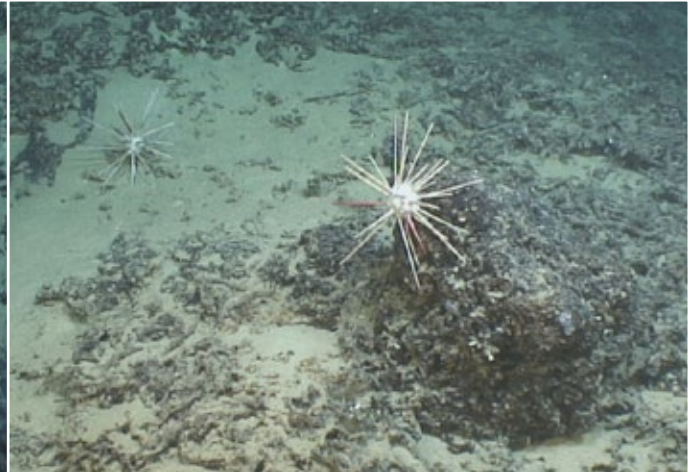
Faciès caractérisé par la présence de gorgone *Callogorgia verticillata* (Ulysse, - 752 m).
Facies caratterizzata dalla presenza della gorgonia *Callogorgia verticillata* (Ulisse, -752 m).



Corallite de la madrepora jaune *Dendrophyllia cornigera* (Ulysse, - 689 m).
Corallite della madrepora gialla *Dendrophyllia cornigera* (Ulisse, - 689 m).



Crabe de fond *Paramola cuvieri* sur des affleurements rocheux (Ulysse, - 667 m).
Granchio di fondale *Paramola cuvieri* su affioramenti rocciosi (Ulisse, - 667 m).



Oursins crayons sur fond rocheux, constitué de madrépores subfossiles dont le squelette est à présent recouvert d'oxydes de Fe-Mn de la caractéristique couleur noire opaque (Ulysse, - 633 m).
Ricci matita su fondo roccioso costituito da madrepora subfossili i cui scheletri sono ora ricoperti da ossidi di Fe-Mn, dal caratteristico colore nero opaco (Ulisse, - 633 m).



Oursin crayon sur fond rocheux (Ulysse, - 633 m).
Ricci matita su fondo roccioso (Ulisse, - 633 m).



Petits alcyonaires blancs (Ulysse, - 465 m).
Piccoli alcioniari bianchi (Ulisse, - 465 m).



Spécimens de crevettes de fond *Plesionika narval*.
Esemplari del gamberetto di fondale *Plesionika narval*.



Gorgone *Callogorgia verticillata*.
Gorgonia *Callogorgia verticillata*.

EPERON ROCHEUX SPINOLA

Caractéristiques du parcours ROV

Durée : 5h38

Intervalle bathymétrique : entre -2128 et -1934 mètres

Longueur : 4271 mètres parcourus, parmi lesquels 16% sur fonds meubles vaseux et 84% sur fonds rocheux.

C'est le site le plus éloigné de la côte des sites de la campagne 2018. Ce site se distingue des autres par la quasi-absence de crustacés (une seule observation), et une abondance plus importante de cnidaires, qui cependant, à l'exception d'un corail noir, sont caractérisés par des petits madréporaires solitaires. L'observation d'un *Argonauta argo* et d'un *Astrorhizidae* (foraminifères) ont été relevées.

La plongée effectuée sur l'éperon rocheux est principalement caractérisée par un fond rocheux extrêmement hétérogène avec de nombreux pinacles, arêtes et marches entrecoupées de zones de vase ou de cailloux sédimentés. Le fond rocheux est recouvert d'une épaisse couche de Fe-Mn. Les parties les plus exposées sont densément colonisées par des zones de corail mort, principalement *Desmophyllum dianthus*, recouvert d'une couche minérale dense. La communauté vivante est composée d'hydrozoaires et d'éponges massives éparses.

SPERONE ROCCIOSO SPINOLA

Caratteristiche del percorso ROV

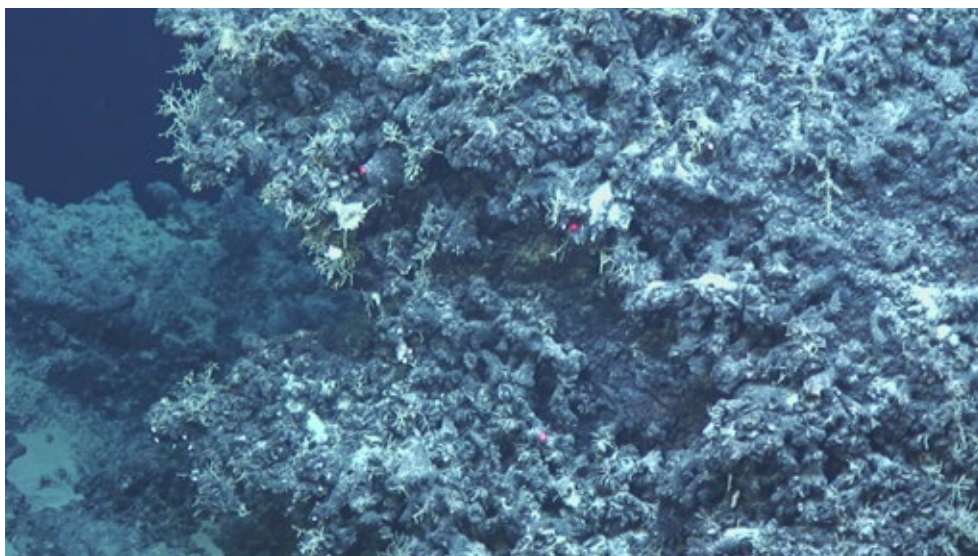
Durata: 5 ore e 38 minuti

Intervallo batimetrico: tra -2128 e -1934 metri

Lunghezza: 4271 metri di percorso di cui il 16% su fondi mobili fangosi e lo 84% su fondo duro.

È il sito più distante dalla costa della campagna 2018. Si differenzia dagli altri per la quasi assenza di crostacei (una sola osservazione), e una maggiore frequenza degli cnidari che tuttavia, ad eccezione di un corallo nero, è caratterizzata da madreporari solitari di piccole dimensioni. Degno di nota l'osservazione di un *Argonauta argo* e di un *Astrorhizidae* (foraminiferi).

L'immersione effettuata sullo sperone roccioso è caratterizzata prevalentemente da un fondale roccioso estremamente eterogeneo con numerosi pinnacoli, creste e gradoni intervallati da zone a pendenza ridotta di fango o ciottoli sedimentati. Il fondale roccioso è coperto da uno spesso strato di Fe-Mn. Le parti più esposte sono colonizzate da densi tratti di corallo morto, prevalentemente *Desmophyllum dianthus* a sua volta coperto da un denso strato minerale. La comunità viva consta di idrozoï e spugne massive sparse.



Trait du fond marin constitué de madrépores subfossiles. Sur cette "base" maintenant morte, se trouve des spécimens d'hydroïdes et de madrépores (caryophyllidée) (Spinola, - 1951 m).

Tratto di fondale costituito da madrepore subfossili. Su questa "base" ormai morta, sono presenti esemplari di idroïdi e madreporari (caryophyllidae) (Spinola, - 1951 m).

MONT SOUS-MARIN JANUA

Caractéristiques du parcours ROV

Durée : 12h35

Intervalle bathymétrique : entre -1180 et -789 mètres

Longueur : 11284 mètres parcourus, parmi lesquels 40% sur fonds meubles vaseux et 60% sur fonds rocheux.

C'est sur ce site que le parcours du ROV a été le plus long et que la biodiversité la plus importante a été relevée. Les espèces de la faune ichthyenne étaient particulièrement abondantes, tant chez les poissons osseux que chez les requins. Les cnidaires sont nombreux et représentés par des espèces d'intérêt pour la conservation comme *Isidella elongata* et des espèces rares comme *Placogorgia sp.*

De même que sur le mont Ulysse, les pentes du mont Janua, entre 1110 et 800 m de profondeur, sont constituées de larges étendues vaseuses et de zones rocheuses caractérisées par des bioconcrétions recouvertes d'oxyde de Fe-Mn, constituées principalement de *Lophelia pertusa* et *Desmophyllum dianthus*. On note aussi la présence de thanatocénoses libres sur les fonds marins. Les communautés observées sont cependant très différentes. Les tronçons vaseux faiblement inclinés sont parsemés de terriers de langoustines (*Nephrops norvegicus*), et sont parcourus par de nombreux spécimens du crabe rouge de *Geryon longipes*, de nombreux *Paromola cuvieri* et de rares spécimens de crevettes rouges (*Aristeus antennatus*). Plusieurs colonies d'*Isidella elongata* ont également été observées. Les tronçons rocheux sont constitués par des marches et des escarpements verticaux colonisés par des éponges Hexactinellides et Lithistides, ainsi que par de nombreux traits de *Desmophyllum dianthus* vivants et morts. Une corniche rocheuse vers -1 000 m est dominée par une forêt dense de petits gorgonaires en forme d'éventail, *Placogorgia sp.*, avec de nombreux spécimens de coraux noirs *Antipathes dichotoma* et *Parantipathes sp.*, et de la rare gorgone *Dendrobrachia bonsai*. On a pu également observer de nombreux individus de crabe *Paromola cuvieri* et quelques étoiles de mer du genre *Ceramaster*. Enfin, le sommet abrite une population de la rare d'Isididae de l'Atlantique, *Chelidonisis aurantiaca*; les roches sont recouvertes de thanatocénoses, elles-mêmes colonisées par des zoanthides, des éponges, des brachiopodes, des bivalves du genre *Spondylus* et des gorgonaires du genre *Muriceides*. Les oursins cidaridae et crinoïdes ne sont pas rares. Des spécimens appartenant au phylum des mollusques (céphalopodes et bivalves), et ceux des annélides (serpulides) et des brachiopodes ont été observés sporadiquement. Dans cette zone également, comme sur le mont Ulysse, de nombreux engins de pêche ont été perdus, partiellement piégés sur la composante la plus arborescente de la communauté.

MONTE SOTTOMARINO JANUA

Caratteristiche del percorso ROV

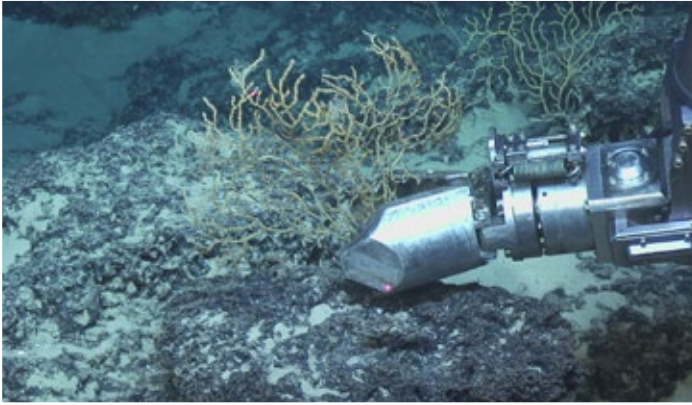
Durata: 12 ore e 35 minuti

Intervallo batimetrico: tra -1180 e -789 metri

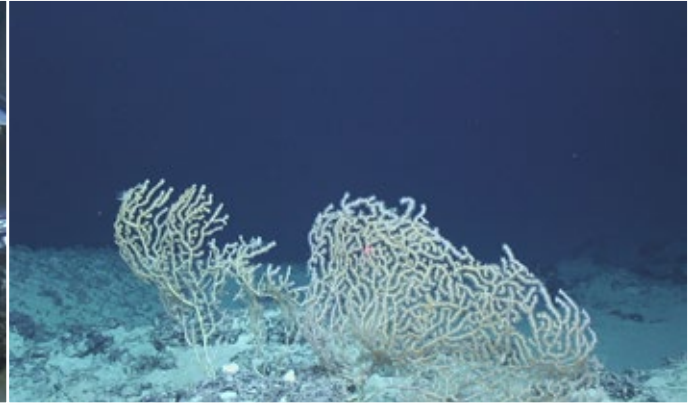
Lunghezza: 11284 metri di percorso di cui il 40% su fondi mobili fangosi ed il 60% su fondo duro.

Su questo sito è stato condotto il percorso ROV più lungo della campagna ed è stata registrata la maggiore biodiversità. Le specie della fauna ittica sono risultate particolarmente abbondanti sia per quanto riguarda i pesci ossei che gli squali. Gli cnidari sono abbondanti e rappresentati da specie di interesse conservazionistico come *Isidella elongata* e da specie rare come *Placogorgia sp.*

Similmente al monte Ulisse, anche lungo i versanti del monte Janua, tra 1110 e 800 m di profondità, si alternano ampi tratti fangosi e zone rocciose caratterizzate da bioconcrezioni coperte da ossidi di Fe-Mn rappresentate principalmente da *Lophelia pertusa* e *Desmophyllum dianthus*, di cui sono presenti anche ampie tanatocenosi libere sul fondale. Le comunità osservate tuttavia sono molto diverse. I tratti fangosi a scarsa inclinazione sono costellati da tane di scampo (*N. norvegicus*), sono percorsi da numerosi esemplari del granchio rosso di fondale *Geryon longipes*, da numerose *Paromola cuvieri* e rari esemplari di gambero rosso (*Aristeus antennatus*). Sono state osservate anche diverse colonie di *Isidella elongata*. I tratti rocciosi sono rappresentati da gradoni e falesie verticali colonizzate da esattinellidi, litistidi e numerosi tratti con *Desmophyllum dianthus* vivo e morto. Il gradone roccioso a -1000 m è dominato da una densa foresta della gorgonia a ventaglio *Placogorgia sp.*, insieme a numerosi esemplari dei coralli neri *Antipathes dichotoma* e *Parantipathes sp.*, e alla rara gorgonia *Dendrobrachia bonsai*. Qui si osservano anche numerosi esemplari di *Paromola cuvieri* e qualche stella del genere *Ceramaster*. Infine, la vetta ospita una popolazione del raro isidiide atlantico *Chelidonisis aurantiaca*; le rocce sono coperte da tanatocenosi a loro volta colonizzate da zoantidei, spugne, brachiopodi, spondili e gorgonie del genere *Muriceides*. Non sono rari ricci cidaridi e crinoïdi. Esemplari appartenenti al phylum dei molluschi (cefalopodi e bivalvi), ed a quelli degli anellidi (serpulidi) e dei brachiopodi sono stati osservati sporadicamente. Anche in questa area, come sul monte Ulisse, sono presenti numerosi attrezzi da pesca perduti, in parte intrappolati sulla componente più arborescente dei popolamenti.



Prélèvement d'une colonie de gorgone *Placogorgia* sp. (Janua, - 995 m).
 Prelievo di una colonia della gorgonia *Placogorgia* sp. (Janua, - 995 m).



Colonies de gorgone *Placogorgia* sp. (Janua, - 995 m).
 Colonia della gorgonia *Placogorgia* sp. (Janua, - 995 m).



Le mont sous-marin Janua est caractérisé par de très grandes étendues de madrepores subfossiles. Sur cette "base" se trouvent des spécimens de madrepore *Desmophyllum dianthus* (Janua, - 833 m).

Il monte sottomarino Janua è caratterizzato da amplissimi tratti di madrepora subfossili. Su questa "base" ormai morta, sono presenti esemplari della madrepora *Desmophyllum dianthus* (Janua, - 833 m).



Le mont Janua est caractérisé par une grande diversité de coraux. On observe des exemplaires de *Chelidonisis aurantiaca*, *Villogorgia bebrycoides*, *Desmophyllum dianthus* qui vivent sur la base de squelettes de madrepores subfossiles.

Il monte Janua è caratterizzato da un grande diversità di coralli, si possono vedere esemplari di *Chelidonisis aurantiaca*, *Villogorgia bebrycoides*, *Desmophyllum dianthus* che vivono su una base di scheletri di madrepora subfossili.



Rare éponge opalescente *Farrea* sp. (Janua, - 815 m).
 Rara spugna opalescente *Farrea* sp. (Janua, - 815 m).



Le grand crabe *Paromola cuvieri*, dont la carapace peut atteindre un diamètre de 20 cm, portant sur son dos un morceau de gorgone comme protection (Janua, - 803 m).

Il grande granchio *Paromola cuvieri*, il cui carapace può arrivare ad un diametro di 20 cm, che trasporta sul dorso un pezzo di gorgonia come strategia di protezione (Janua, - 803 m).

SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS SUR LES COMMUNAUTÉS BENTHIQUES

L'observation de l'ensemble des données recueillies permet de relever des situations distinctes entre les canyons, les montagnes sous-marines et le haut fond. Le site au large de Ramatuelle (Isidella 1964), bien qu'il s'agisse d'un fond vaseux peu incliné, est influencé par la proximité du canyon de Drumont. Les parcours effectués dans les trois canyons montrent que dans ce type de milieu, la plus grande contribution à la biodiversité est apportée par les poissons et les crustacés, tandis que le haut fond de Méjean et les trois montagnes sous-marines sont caractérisés par des espèces benthiques sessiles telles que les porifères et les cnidaires, également en relation avec la présence plus importante de substrat rocheux qui favorise l'agrégation (Fig. 15).

La densité des rencontres (nombre d'enregistrements / longueur du transept) est principalement influencée par la profondeur et le type de fond marin. À cet égard, l'éperon rocheux Spinola, qui est le site le plus éloigné de la côte et le plus profond parmi ceux étudiés, et qui est caractérisé par de grandes zones vaseuses, présente une distribution d'espèces plus pauvre et plutôt hétérogène.

En ce qui concerne les considérations générales sur la découverte d'espèces d'intérêt pour la conservation, la campagne a permis de recenser la présence de deux espèces de corail noir (*Antipathes dichotoma* et *Leiopathes glaberrima*) signalées dans l'Annexe II de la Convention de Barcelone. Au vu des listes rouges de l'IUCN, il convient de noter que certaines des espèces d'anthozoaires trouvées sont classées comme en danger critique (CR) ou en danger (EN) d'extinction en Méditerranée : *Isidella elongata* est évaluée comme CR, tandis que *Desmophyllum dianthus* et *Dendrophyllia cornigera* sont considérées comme EN.

Tous les sites étudiés, et en particulier les monts sous-marins, ont confirmé leur extrême valeur d'un point de vue de conservation.

SINTESI DELLE OSSERVAZIONI SULLE COMUNITÀ BENTONICHE

L'osservazione dei dati raccolti nel loro complesso consente di rilevare situazioni distinte tra i canyon, i monti sottomarini e il banco. Il sito al largo di Ramatuelle (Isidella 1964), benché sia un fondo fangoso poco inclinato è influenzato dalla vicinanza del Canyon di Drumont. I percorsi condotti nei tre Canyon mostrano che in questo tipo di ambiente il maggior contributo alla biodiversità è dato da pesci e crostacei, mentre il banco di Mejan ed i tre monti sottomarini sono caratterizzati da specie bentoniche sessili come poriferi e cnidari, anche in relazione alla maggiore presenza di substrato roccioso che ne favorisce l'aggregazione (Fig. 15).

La densità delle osservazioni (numero di record / lunghezza del transetto) risulta essere influenzata soprattutto da profondità e tipologia di fondale. A questo proposito, lo sperone roccioso Spinola, che è il sito più distante dalla costa e il più profondo tra quelli studiati, ed è caratterizzato da ampie zone fangose, presenta una distribuzione più povera e piuttosto eterogenea di specie.

Per quanto riguarda le considerazioni di carattere generale sul rinvenimento di specie di interesse conservazionistico, la campagna ha permesso di censire la presenza di due specie di corallo nero (*Antipathes dichotoma* e *Leiopathes glaberrima*) riportate nell'Annesso II della Convenzione di Barcellona. Considerando le liste rosse dell'IUCN, va rilevato che alcune delle specie di antozoi rinvenute sono classificate come critically endangered (CR) o endangered (EN) in Mediterraneo: *Isidella elongata* è specie valutata come CR, mentre *Desmophyllum dianthus* e *Dendrophyllia cornigera* sono considerati EN.

Tutti i siti studiati, ed in particolare i monti sottomarini, hanno confermato la loro estrema valenza dal punto di vista conservazionistico.

UN EXEMPLE DE DEVENIR DES ESPÈCES PRÉLEVÉES

Lors des prélèvements effectués par le ROV Victor 6000, nous avons pu conserver quelques spécimens vivants. Ils ont été stockés à bord de l'Atalante dans les récipients d'eau de mer conservés au réfrigérateur pour maintenir une température de 14°C proche de celle de leur milieu naturel.

Ils sont depuis conservés dans un aquarium du Centre Scientifique de Monaco alimenté en eau de mer méditerranéenne refroidie à 13.5°C. Ils sont nourris plusieurs fois par semaine avec du plancton surgelé.

Un grand individu avec un bourgeon latéral ainsi qu'un petit polype du corail *Desmophyllum dianthus* ont été prélevés au Mont sous-marin Janua en Italie au large de Gênes à une profondeur de 832 m. C'est une espèce de corail solitaire carnivore à croissance lente, il grandit d'environ 2 micromètres par jour (cf photo page suivante).

Une gorgone *Villogorgia bebrycoides* d'une dizaine de centimètre a été prélevée sur le site de Mejean en France à une profondeur de 415 m. Il abritait un individu de crabe araignée juvénile de l'espèce *Anamathia rissoana* d'environ 5 mm. Un petit fragment de 3 cm a été conservé pour servir d'habitat au crabe juvénile, l'autre partie a été utilisée pour diverses études.

Depuis le prélèvement, les jeunes polypes de *D. dianthus* se sont bien développés, ils sont visibles sur la photo de part et d'autre du grand polype de couleur orangée.

Quant au crabe araignée, il a effectué deux mues et atteint maintenant en 2019 la taille de 15 mm et de 60 mm avec les pattes, il vit toujours accroché sur une colonie d'*Eunicella cavolini* car la colonie de *V. bebrycoides* n'a pas grandi suffisamment.

UN ESEMPIO DI CIÒ CHE ACCADE ALLE SPECIE RACCOLTI

Durante gli ultimi prelievi effettuati con l'ausilio del ROV Victor 6000 siamo riusciti a mantenere vivi alcuni esemplari, che abbiamo conservato a bordo dell'Atalante in recipienti di acqua di mare e tenuto in frigorifero per assicurare una temperatura di 14°C simile a quella del loro habitat naturale.

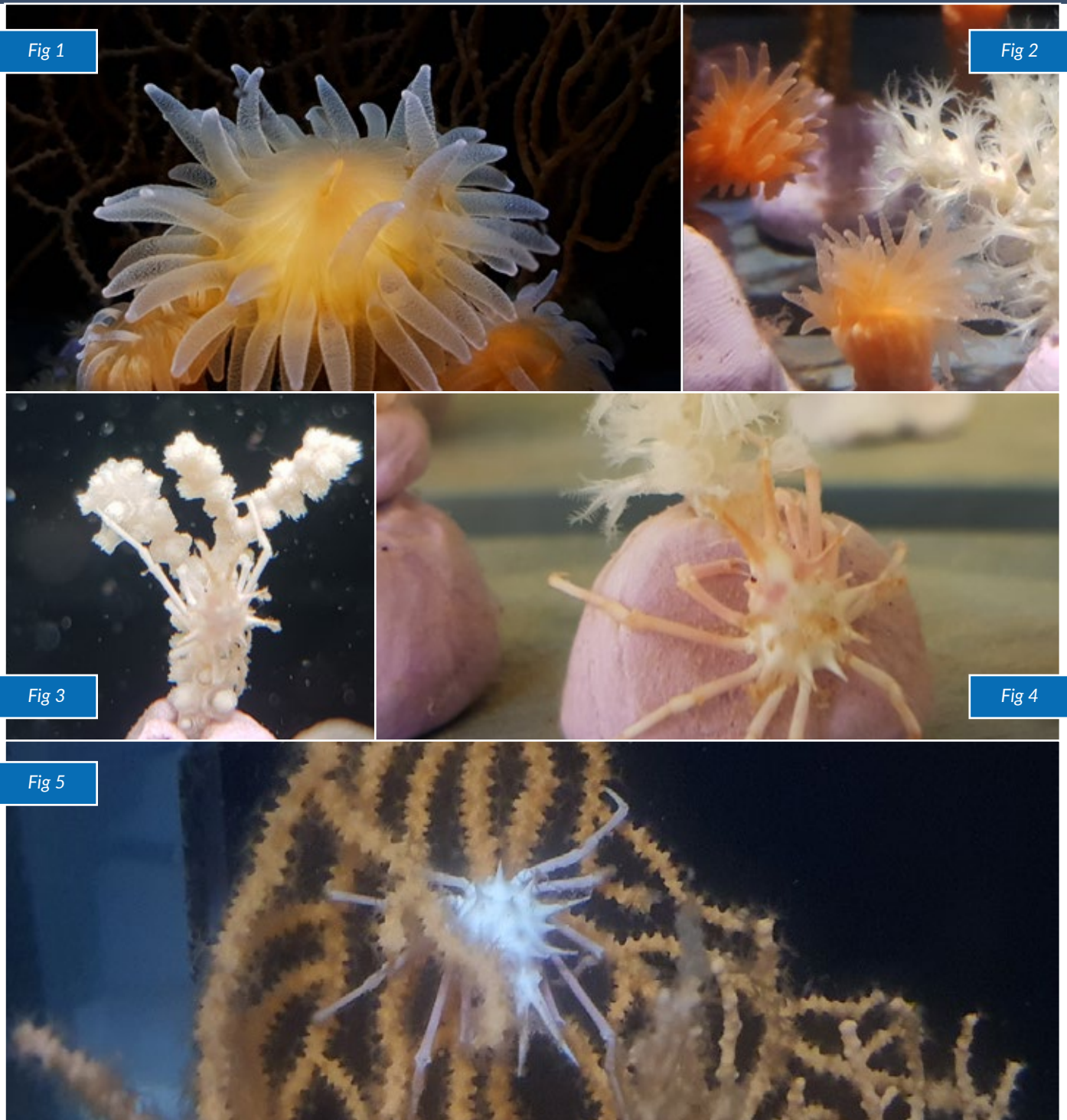
Da allora sono stati conservati presso il Centro Scientifico di Monaco in un acquario con acqua del mar Mediterraneo raffreddata a 13,5°C, e nutriti più volte a settimana con plancton surgelato.

Sulla montagna sottomarina di Janua in Italia, al largo di Genova, sono stati prelevati un esemplare di grandi dimensioni con un germoglio laterale e un piccolo polipo del corallo *Desmophyllum dianthus* a una profondità di 832 m. Si tratta di una specie di corallo solitario con ritmi di crescita molto lenti, ovvero circa 2 micrometri al giorno (foto nella pagina successiva).

Una gorgonia *Villogorgia bebrycoides* di una decina di centimetri è stata prelevata nel sito di Mejean, in Francia, a una profondità di 415 m. Sulla gorgonia era presente un esemplare giovanile di grancevola della specie *Anamathia rissoana*, di circa 5 mm di lunghezza. Un piccolo frammento di 3 cm è stato conservato per mantenere l'habitat della grancevola, mentre il resto è stato utilizzato a fini di studio.

Dopo il prelievo i giovani polipi di *D. dianthus* hanno registrato una crescita significativa. Sono ben visibili sulla foto a destra e a sinistra del grande polipo di colore arancione.

La grancevola ha fatto due mute e allo stato attuale, nel 2019, ha raggiunto le dimensioni di 15 mm (60 mm zampe incluse). Continua a vivere appesa a una colonia di *Eunicella cavolini* in quanto la colonia di *V. bebrycoides* non ha avuto una crescita sufficiente.



Echantillons vivants prélevés lors de la mission Ramoge Explorations 2018 conservés dans les aquariums du Centre Scientifique de Monaco.

Fig 1 : Polype de *Desmophyllum dianthus* – le diamètre est de 4 cm. **Fig 2 :** Petits individus de *Desmophyllum dianthus*. **Fig 3 :** Petit fragment de gorgone, *Villogorgia bebrycoides* avec un crabe araignée juvénile *Anamathia rissoana* (le fragment mesure 3 cm et le crabe 5 mm) (Septembre 2018). **Fig 4 :** Crabe araignée, *Anamathia rissoana*, un an après le prélèvement (Novembre 2019). **Fig 5 :** En 2020, après deux mues, le crabe a bien grandi, le diamètre de son corps mesure 15 mm et son envergure avec les pattes est de 60 mm, il vit en permanence sur une gorgone, ici une colonie de *Eunicella cavolini*.

Campioni vivi prelevati durante la missione Esplorazioni Ramoge 2018 conservati negli acquari del Centro Scientifico di Monaco.

Fig 1 : polipo di *Desmophyllum dianthus*, con diametro di 4 cm. **Fig 2 :** piccoli esemplari di *Desmophyllum dianthus*. **Fig 3 :** piccolo frammento di gorgonia *Villogorgia bebrycoides* con esemplare giovanile di grancevola *Anamathia rissoana* (il frammento ha dimensioni di 3 cm e la grancevola di 5 mm) (settembre 2018). **Fig 4 :** grancevola *Anamathia rissoana* a un anno dal prelievo (novembre 2019). **Fig 5 :** nel 2020, dopo due mute, la grancevola ha registrato una crescita significativa. Il diametro del corpo misura 15 mm e l'apertura massima, zampe comprese, è di 60 mm. Vive stabilmente su una gorgonia, in questo caso una colonia di *Eunicella cavolini*.

Les connaissances scientifiques sur les milieux situés à plus de mille mètres de profondeur, où la pêche professionnelle n'est pas autorisée et où les activités de recherche sont limitées par la rareté des moyens sont encore très limitées, de même que pour les études sur la faune ichtyologique. En général, la composante poisson des milieux profonds de la Méditerranée est assez pauvre en espèces et en biomasse par rapport aux mêmes profondeurs de l'océan Atlantique, du fait de la jeunesse relative de nos eaux profondes. Au Miocène supérieur, lors de la crise du Messinien, il y a entre 5,7 et 5,4 millions d'années, la mer Méditerranée a connu une période d'extrême sécheresse due à la fermeture du détroit de Gibraltar en augmentant ainsi la salinité et qui a modifié considérablement les communautés de poissons présentes. La crise a duré jusqu'au début du Pliocène, lorsque les eaux de l'océan Atlantique sont revenues du détroit de Gibraltar, véhiculant de nouvelles populations de poissons qui ont ainsi colonisé la Méditerranée. La faible profondeur du détroit de Gibraltar ne permet l'entrée que des eaux de surface de l'Atlantique, déterminant l'océanographie particulière de la Méditerranée, caractérisée par une température qui, même en profondeur, ne descend jamais en dessous de 12,5 °C, une salinité élevée (38,4-39,0 PSU) et des niveaux élevés d'oxygène (4,5-5,0 ml/l). En outre, la mer Méditerranée se caractérise par une faible oligotrophie qui se traduit par une disponibilité de matière organique plus faible que celle de l'Atlantique. Toutes ces raisons expliquent que les milieux profonds de la Méditerranée se caractérisent par un faible nombre d'espèces de poissons dont la biomasse et la taille moyenne sont inférieures à celles de l'Atlantique.

Dans ces environnements profonds caractérisés par une faible disponibilité énergétique, dont la plupart provient de ce qui « tombe » d'en haut, dominant les poissons et les crustacés adaptés pour vivre dans ces conditions. De nombreuses études ont montré une diminution de l'activité métabolique et de la consommation d'oxygène à mesure que la profondeur augmente et que la biomasse diminue.

La campagne RAMOGE, avec ses 30 km de transects effectués sur 7 sites différents, a permis d'observer plus de 500 poissons appartenant à 21 familles

Le connaissances scientifiques sugli ambienti a profondità maggiori di mille metri, dove non è permessa la pesca professionale e dove le attività di ricerca sono limitate dalla scarsità dei mezzi, sono ancora molto ridotte anche per quanto riguarda la fauna ittica. In generale, la componente ittica degli ambienti profondi del Mediterraneo è abbastanza povera di specie e biomassa se confrontata con le stesse profondità dell'Oceano Atlantico; ciò è spiegato dalla relativa giovinezza del nostro mare profondo. Nel miocene superiore, durante la crisi del Messiniano, tra i 5,7 e i 5,4 milioni di anni fa, il Mediterraneo ha affrontato un periodo di estrema siccità dovuto alla chiusura dello stretto di Gibilterra ed il conseguente incremento della sua salinità, che ha modificato notevolmente le comunità ittiche presenti. La crisi è durata fino all'inizio del Pliocene quando le acque dell'Oceano Atlantico sono rientrate dallo stretto di Gibilterra, veicolando nuove popolazioni di pesci che hanno così colonizzato il Mediterraneo. La bassa profondità dello stretto di Gibilterra ha però permesso l'ingresso solo delle acque superficiali dell'Atlantico, questo fatto determina la particolare oceanografia del Mediterraneo caratterizzata da una temperatura che anche in profondità non scende mai sotto i 12,5 °C, una salinità elevata (38,4-39,0 PSU) ed elevati livelli di ossigeno (4,5-5,0 ml/l). Inoltre il Mediterraneo è caratterizzato da oligotrofia che si traduce in una minore disponibilità di materiale organico rispetto all'Atlantico. Tutti questi motivi spiegano come gli ambienti profondi del Mediterraneo siano caratterizzati da un basso numero di specie ittiche con minore biomassa e taglie medie inferiori rispetto all'Atlantico.

Questi ambienti profondi sono caratterizzati quindi da bassa disponibilità di energia, che deriva per la maggior parte da quanto "arriva" dall'alto, sono dominati da pesci e crostacei adattati a vivere in queste condizioni. Molti studi hanno evidenziato una diminuzione dell'attività metabolica e del consumo di ossigeno con l'aumentare della profondità e la conseguente diminuzione della biomassa.

La campagna RAMOGE, con i suoi oltre 30 chilometri di transecti eseguiti in 7 diversi siti, ha permesso di osservare oltre 500 pesci appartenenti a 21 diverse famiglie tra cui due di elasmobranchi (Scyliorhinidae e Somniosidae). Tra queste famiglie la più abbondante è la famiglia Moridae con la specie *Lepidium lepidium* (Risso, 1810) (*Mediterranean codling*) che da sola ha costituito

différentes, dont deux élasmobranches (Scyliorhinidae et Somniosidae). Parmi ces familles, la plus abondante est la famille Moridae avec l'espèce *Lepidium lepidium* (Risso, 1810) (morue de Méditerranée) qui a constitué à elle seule plus de 22 % des observations. Ce résultat diffère d'autres études sur la faune ichtyologique d'eau profonde de la Méditerranée qui indiquent comme espèces les plus abondantes, *Alepocephalus rostratus* (Risso, 1820) et *Mora moro* (Risso, 1810), un autre membre de la famille des Moridae. La deuxième famille dont l'observation a été la plus abondante est celle des Macrouridae. En effet, 5 espèces y ont été identifiées, parmi lesquelles la plus présente, celle des *Nezumia aequalis* (Günther, 1878) (grenadier commun de l'Atlantique) avec 16.5% des observations. La famille des Ipnopidae avec l'espèce *Bathypterois dubius* (Vaillant, 1888) (araignée de mer méditerranéenne) (*Bathypterois*

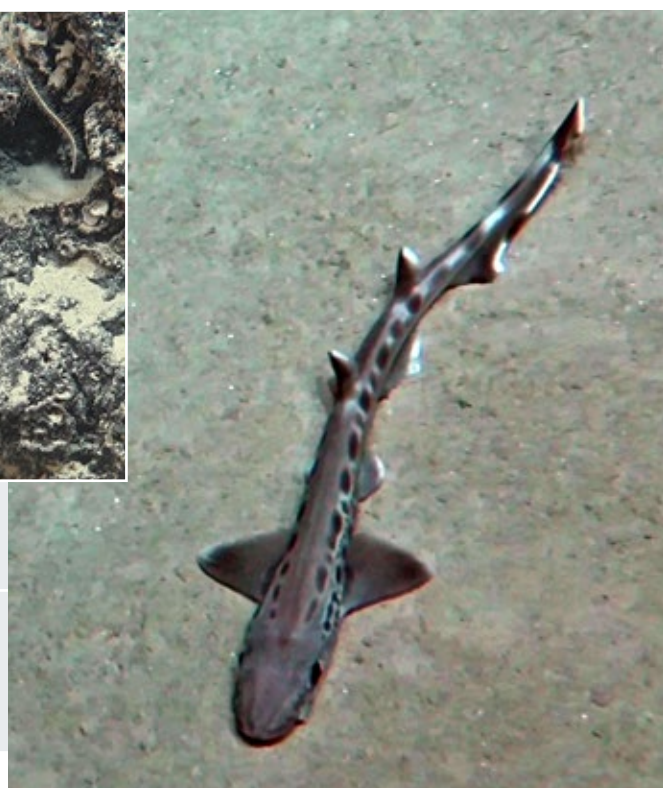
oltre il 22% delle osservazioni. Questo risultato differisce da quanto evidenziato in altri studi sulla fauna ittica profonda del Mediterraneo che indicano come specie più abbondanti *Alepocephalus rostratus* (Risso, 1820) e *Mora moro* (Risso, 1810), un altro membro della famiglia Moridae. La seconda famiglia la cui osservazione è risultata più abbondante è quella dei Macrouridae; di questa famiglia abbiamo identificato 5 specie tra cui la più abbondante è *Nezumia aequalis* (Günther, 1878) (*Common Atlantic grenadier*) con il 16.5% di osservazioni. La famiglia Ipnopidae con la specie *Bathypterois dubius* Vaillant, 1888 (*Mediterranean spiderfish*) (*Bathypterois mediterraneus* - Bauchot, 1962 - è considerata una sinonimia non valida) con oltre il 10% delle osservazioni è la terza famiglia per numero di osservazioni. Il genere *Bathypterois*, componente dominante della fauna abissale negli ambienti oligotrofici, presenta numerosi adattamenti specifici come, occhi molto



Lepidium lepidium – Rare mostelle de fond (Ramatuelle, - 868 m)
Rara mostella di fondo (Ramatuelle - 868 m).

Galeus melastomus – Le poisson chat est un petit requin de profondeur, commun dans les eaux des 3 pays de l'Accord (Janua, - 1111 m).

Il gattuccio bocca nera è un piccolo squalo di profondità comune nelle acque dei tre Paesi dell'Accordo (Janua, -1111 m).



mediterraneus -Bauchot, 1962- est considérée comme une synonymie non valable), avec plus de 10% des observations, est la troisième famille en nombre d'observations. Le genre *Bathypterois*, composante dominante de la faune abyssale en milieu oligotrophe, présente de nombreuses adaptations spécifiques telles que, des yeux très petits, une croissance très lente, une période de reproduction très longue avec hermaphroditisme simultané et une alimentation centrée sur les copépodes calanoïdes, éléments planctoniques typiques de la faune bentopélagique que ce poisson attrape grâce à des filaments branchiaux longs et fins.

piccoli, una crescita molto lenta, un periodo riproduttivo molto lungo con ermafroditismo simultaneo e una alimentazione centrata su copepodi calanoïdi, elementi planctonici tipici della fauna bentopelagica che questo pesce cattura grazie a filamenti branchiali lunghi e sottili.

In generale il numero delle famiglie e delle specie riconosciute e il numero di osservazioni diminuisce con la profondità, ma non in maniera lineare, infatti tra i 1600 metri e i 1800 metri di profondità si osserva un picco nel numero di specie non evidenziato da altri studi sull'argomento. Il picco di diversità e abbondanza può essere motivato considerando che le esplorazioni sono state effettuate lungo i crinali di 3 monti sottomarini rocciosi del Mar Ligure (Ulisse, Janua e Spinola) la cui



Nezumia aequalis – Grenadier lisse (Cannes, -1 288 m)
Pesce topo (Cannes, - 1288 m).

Merluccius merluccius – Merlu en livrée adoptée en cas de peur ou au repos (Méjean, - 604 m) ▶
Nasello con una livrea che gli appartenenti a questa specie assumono quando riposano o in caso di paura (Mejean, - 604 m).

En général, le nombre de familles et d'espèces reconnues et le nombre d'observations diminuent avec la profondeur, mais pas de manière linéaire. En effet, entre 1600 et 1800 mètres de profondeur, on observe un pic du nombre d'espèces non mises en évidence par d'autres études sur le sujet. Le pic de diversité et d'abondance peut être justifié en considérant que les explorations ont été menées le long des crêtes de 3 monts sous-marins rocheux de la mer de Ligurie (Ulysse, Janua et Spinola), parmi lesquels la géomorphologie particulière peut être à l'origine de l'augmentation de la disponibilité de la nourriture avec l'augmentation consécutive de la biomasse et de la diversité.

Il faut également souligner le signalement de deux individus apparentés à la famille Bythitidae, vus avec la caméra ROV à des profondeurs comprises entre -2000 et -2200 mètres. Ces deux individus ont été identifiés par la Pr. Lidia Orsi Relini (Université de Gênes), qui les a très probablement attribués à l'espèce *Cataetx laticeps* (Koefoed, 1927). Jusqu'à aujourd'hui, cette espèce n'a été signalée en mer de Ligurie qu'en 1974, les trois premiers spécimens en mer Méditerranée ont été collectés lors d'une campagne du navire océanographique *Jean-Charcot* en 1968 dans la zone maritime entre le sud de la Sardaigne et les îles Baléares. *C. laticeps* est l'un des très rares poissons osseux vivants en Méditerranée.

particolare conformazione può causare un aumento della disponibilità di nutrimento ed il conseguente aumento di biomassa e diversità.



È degna di nota la segnalazione di due individui apparenti alla famiglia Bythitidae, visti con la telecamera del ROV a profondità comprese tra i -2000 e i -2200 metri. Questi due individui sono stati identificati dalla Prof.ssa Lidia Orsi Relini (Università di Genova) che, con molta probabilità, li ha assegnati alla specie *Cataetx laticeps* (Koefoed, 1927). Questa specie ad oggi è stata segnalata in Mar Ligure solo nel 1974; i primi tre esemplari in Mediterraneo furono raccolti durante una campagna della Nave Oceanografica *Jean-Charcot* nel 1968, nel tratto di mare tra il sud della Sardegna e le Baleari. *C. laticeps* è uno dei pochissimi pesci ossei vivipari del Mediterraneo.



Micromesistius poutassou

Merlan bleu (Méjean, - 396 m).

Potassolo (o melù) (Mejean, - 396 m).



Cataetyx laticeps – Grande donzelette, espèce typique des eaux profondes et très rare en Méditerranée, poisson vivipare, dont le développement embryonnaire se produit dans l'organisme maternel (Monaco, - 2147 m).

Brotulide, specie tipica di acque profonde e molto rara in Mediterraneo. Il brotulide è un pesce viviparo, ovvero il cui sviluppo embrionale avviene nell'organismo materno (Monaco, - 2147 m).



Facciolella oxyrhyncha - La facciolella ou poisson serpent vit sur les fonds profonds meubles (Ulysse, - 1178 m)

La facciolella o pesce serpe di Facciola è un pesce che vive sui fondali mobili profondi (Ulisse, - 1178 m).

Les études relatives aux poissons réalisées par des ROV dans ces milieux profonds, qui ont permis l'observation d'espèces cryptiques dans des milieux rocheux où l'échantillonnage par méthodes de chalutage ne peut être utilisé, sont encore peu nombreuses. C'est pourquoi la classification taxonomique des espèces rencontrées au cours de la campagne à partir des images est très difficile soit en raison de l'absence d'une base de données d'images adaptées à la reconnaissance, ou soit parce que de nombreuses images sont rendues inutilisables, le sujet étant trop éloigné du ROV, trop petit ou se déplace trop vite. Pour ces raisons, le pourcentage d'espèces non identifiables observées dans cette étude est de 22 %. La base de données d'images acquise grâce à cette campagne contribuera de manière significative aux prochaines études.

Gli studi della componente ittica condotti con ROV che hanno permesso di osservare specie criptiche in ambienti rocciosi, normalmente non campionabili con rete a strascico, sono tutt'ora pochi. Per questo motivo la classificazione tassonomica delle specie incontrate nel corso della campagna, a partire dalle immagini, è difficoltosa sia per la mancanza di un database di riferimento di immagini adeguate al riconoscimento, sia perché molte delle immagini registrate nel corso della campagna sono inutilizzabili perché il soggetto è troppo distante dal ROV, o troppo piccolo, oppure perché si muove troppo velocemente. Per questi motivi la percentuale di specie non identificabili osservate con questo studio è risultato pari al 22%. Il database delle immagini acquisito grazie a questa campagna contribuirà in maniera significativa ai prossimi studi.



Hoplostethus mediterraneus – Le poisson miroir est commun en Méditerranée, jusqu'à environ 800 m de profondeur (Ulysse, - 671 m).

Il pesce specchio è comune in Mediterraneo fino a circa 800 m di profondità (Ulisse, - 671 m).



Lophius budegassa – Une des deux espèces de baudroie présentes en Méditerranée (Ulysse, - 440 m).

Una delle due specie di rana pescatrice presente in Mediterraneo. (Ulisse, - 440 m).

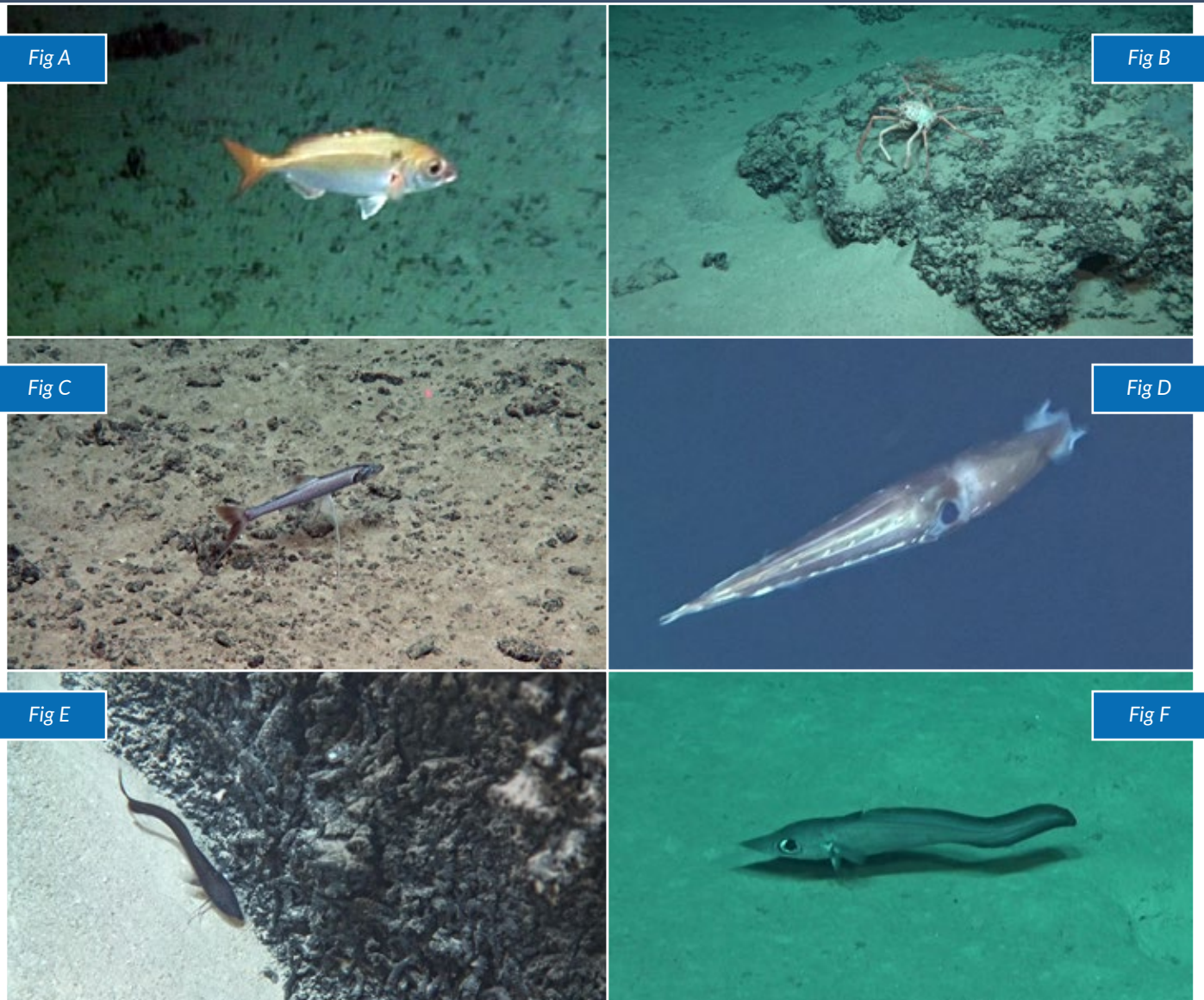


Fig A : *Pagellus bogaraveo* – Dorade rose ou Pageot rose, une espèce d'intérêt commercial important (Ulysse, - 407 m).
Pagello bogaraveo o besugo, specie di importante interesse commerciale (Ulysse, - 407 m).

Fig B : *Paromola cuvieri* – Crabe décapode aux pattes très longues et fines et dont la carapace peut atteindre un diamètre de 20 cm (Ulysse, - 704 m).
Granchio decapode con zampe molto lunghe e sottili ed il cui carapace può arrivare ad un diametro di 20 cm (Ulysse, - 704 m).

Fig C : *Bathypterois dubius* - Le poison-trépiéd, endémique de la Méditerranée vit dans les profondeurs. Cette photo montre la capacité de ce poisson à se reposer sur le fond grâce à ses nageoires ventrales et pectorales très allongées, qu'il utilise comme trépiéd (Spinola, - 2052 m).
L'ala filosa è un pesce endemico del Mediterraneo, che vive in profondità. Questa foto mostra la capacità di questo pesce di appoggiarsi sul fondo con i raggi allungati delle proprie pinne ventrali e pettorali, usati come un treppiede (Spinola, - 2052 m).

Fig D : *Histiotteuthis* – Calamar dont l'œil gauche est plus grand que l'œil droit et de forme différente. On peut voir sur cette image les photophores qui sont à la fois sur le manteau et sur les bras (Spinola, - 2029 m).
Esemplari di calamari di cui l'occhio sinistro è più grande di quello destro, ed ha una forma diversa. L'immagine mostra i fotofori sia sul mantello che sulle braccia (Spinola, - 2029 m).

Fig E : *Lepidion guentheri* – Moro de Günther, espèce très rare en Méditerranée quelques fois confondue avec *Lepidion eques*. Les images de cette espèce dans son environnement naturel sont très rares (Spinola, - 2032 m).
*Mostella di Gunther, specie rarissima in Mediterraneo, alcune volte confusa con *Lepidion eques*. Le immagini di questa specie nel suo ambiente natura sono pochissime (Spinola, - 2032 m).*

Fig F : *Trachirinchus scabrus* – Le poisson souris est reconnaissable à son corps très allongé. Il a de très grands yeux, une petite bouche et se termine par une queue fine dépourvue de nageoire (Spinola, - 821 m).
Il pesce topo pizzuto è riconoscibile per il suo rostro molto lungo e piatto, che termina con una punta acuta. Ha occhi molto grandi, bocca piccola ed un corpo che termina con una coda sottile, priva di pinna caudale (Spinola, - 821 m).

ZOOM SUR LES RELEVÉS BATHYMÉTRIQUES DU CANYON DE CANNES ET DU HAUT-FOND DE MÉJEAN

FOCUS SUI RILIEVI BATIMETRICI DEL CANYON DI CANNES E DEL BANCO DI MEJEAN

Les relevés bathymétriques du canyon de Cannes et du haut-fond de Méjean ont été utilisés pour établir une carte morphologique de cette marge continentale (Fig. 16). Les modèles numériques de terrain (MNT) du canyon de Cannes et du haut-fond de Méjean ont été complétés par les MNT SHOM HOMONIME, Litto3D, et IGN pour la partie terrestre pour couvrir la totalité de l'emprise de la carte. Le relief a été mis en évidence par la combinaison d'un ombrage zénithal et d'un ombrage oblique. Les éléments indiqués dans la partie marine sont : la bathymétrie en courbe de niveau, les herbiers de Posidonie et le coralligène sur le plateau continental, les conduites et câbles sous-marins, les trajets des plongées Victor 6000 711-03 du 19/09/2018 canyon de Cannes et 716-08 du 24/09/2018 haut-fond de Méjean. Pour la partie terrestre, les éléments indiqués sont les courbes de niveau, le réseau hydrographique, les bâtiments et les routes. Les éléments terrestres ont pour vocation de servir de repère au lecteur pour qu'il puisse mieux se représenter les dimensions des reliefs observés sur la carte. Les herbiers de Posidonie et le coralligène indiquent les deux écosystèmes hot spot de biodiversité. Leurs dimensions réduites contrastent avec celles des espaces profonds de la marge continentale.

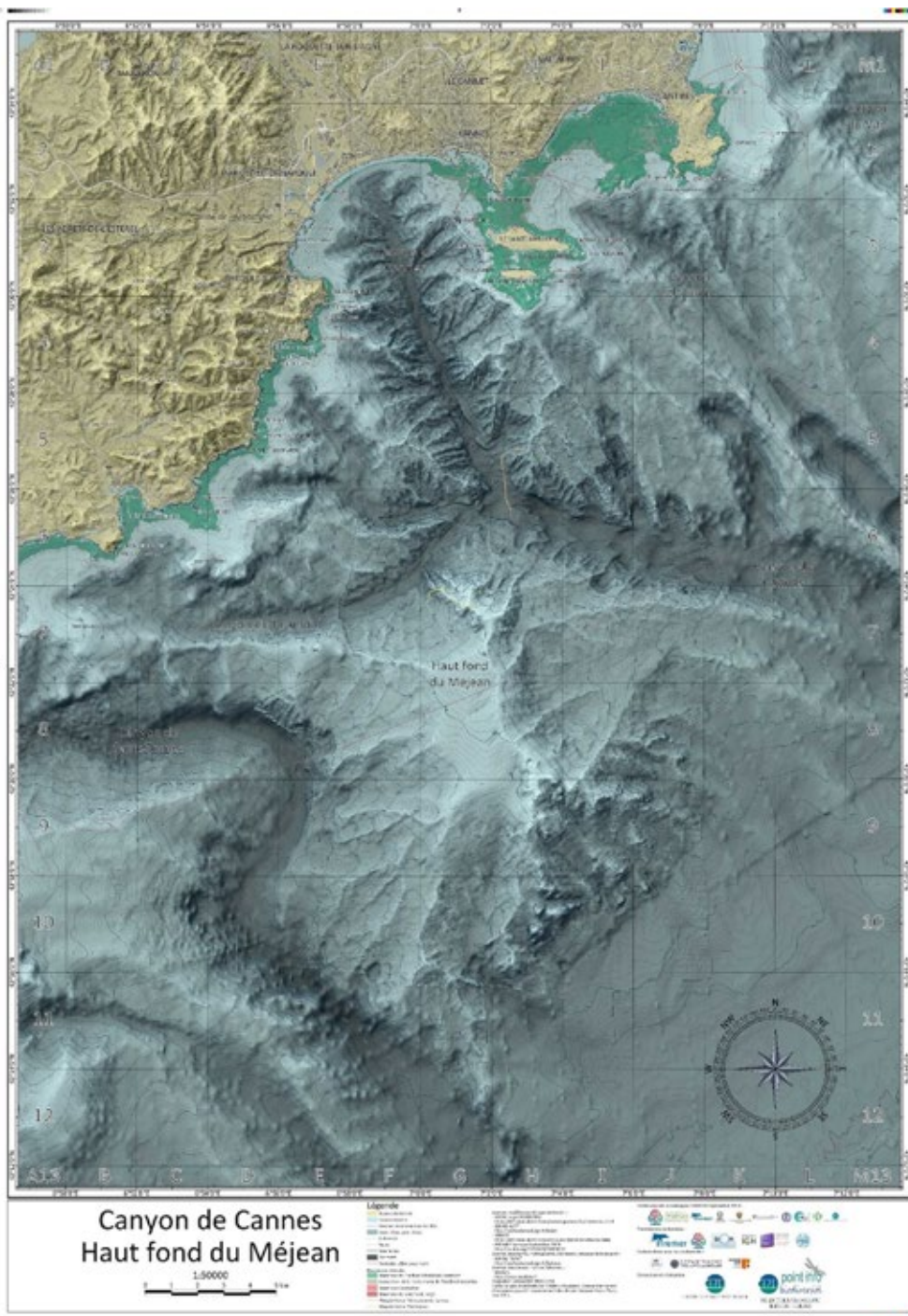
La carte sert de support pour décrire les paysages sous-marins profonds avec : observation des profondeurs dans les chenaux principaux des canyons, profondeur du haut-fond de Méjean, formes des vallées sous-marines, profil en V en tête de canyon, profil en U en bas de talus et sur les cicatrices d'arrachement sur les pentes. Les échantillons de vases donnent la couleur du fond. Les vases proches du littoral ont une teinte plus foncée que celles prélevées sur les monts sous-marins italiens en raison d'une fraction de matière organique plus importante. Elles sont également plus fluides avec un taux de sédimentation plus important qu'au large. Les concrétions Fe-Mn donnent une couleur noire mat très visible sur les échantillons rocheux. Les coquilles de thécosomes (ptéropodes) morts témoignent de leur fonction de pompe biologique dans le stockage du dioxyde de carbone par les océans, rappelant ainsi à quel point ces milieux profonds sont importants pour lutter contre les changements climatiques.

I rilievi batimetrici multibeam del canyon di Cannes e del banco di Méjean sono stati utilizzati per realizzare una carta morfologica del margine continentale (Fig. 16). I modelli digitali di elevazione (DEM) del canyon di Cannes e del banco di Mejean sono stati prodotti con l'ausilio dei programmi MNT SHOM HOMONIME, Litto3D e IGN per la parte terrestre per coprire l'intera estensione della mappa. Il rilievo è stato raffigurato utilizzando un'ombreggiatura zenitale associata ad un'ombreggiatura obliqua. Nella parte marina gli elementi evidenziati sono la batimetria con le curve di livello, le praterie di Posidonia e il coralligeno sulla piattaforma continentale, le condotte i cavi sottomarini, e le traiettorie seguite durante le immersioni con il Victor 6000 711-03 del 19/09/2018 per il canyon di Cannes e 716-08 del 24/09/2018 per il banco di Mejean. Per la parte terrestre, invece, vengono riportate le curve di livello, la rete idrografica, gli edifici e le strade. Gli elementi terrestri vogliono essere un punto di riferimento per il lettore di modo che possa rendersi conto delle dimensioni dei rilievi osservati sulla carta. Le praterie di Posidonia e il coralligeno indicano i due ecosistemi hot spot di biodiversità: la loro superficie limitata contrasta con le vaste dimensioni degli spazi in profondità del margine continentale.

La carta è utilizzata da supporto per descrivere i paesaggi sottomarini dove si possono osservare le profondità dei principali canali dei canyon, l'ambiente in profondità del banco di Mejean, le forme delle vallate sottomarine, il profilo a V delle teste dei canyon, il profilo ad U in basso alla scarpata e sulle zone di risacca delle pendici. I campioni di fango danno un'idea del colore del fondale. I fanghi trovati vicino al litorale hanno una tonalità più scura rispetto a quelli prelevati sui monti sottomarini italiani a causa della maggiore percentuale di materia organica, e risultano più fluidi avendo un tasso di sedimentazione maggiore rispetto ai fanghi rinvenuti al largo. Le concrezioni di Fe-Mn danno un colore nero opaco e sono molto visibili sui campioni rocciosi. Le conchiglie di tecosomati (pteropodi) morti ricordando quanto anche questi ambienti profondi siano importanti per contrastare i cambiamenti climatici.

En effet, les thécosomes, qui sont les principaux producteurs planctoniques d'aragonite, jouent un rôle important dans le cycle du carbone océanique, à la fois lorsqu'ils sont vivants, car ils utilisent les ions carbonate et calcium présents en solution aqueuse, et une fois morts, car leurs coquilles s'enfoncent et sont transférées à l'intérieur des sédiments, transportant le carbonate de calcium sous forme d'aragonite dans les eaux profondes. Pour ces raisons, on pense que les ptéropodes thécosomes contribuent de manière significative à l'élimination du carbonate des eaux de surface et donc au transfert du carbone vers les eaux profondes.

Infatti i tecosomati, essendo i maggiori produttori planctonici di aragonite, hanno un ruolo importante nel ciclo del carbonio oceanico, sia mentre sono in vita, poiché utilizzano gli ioni carbonato e calcio presenti in soluzione acquosa, sia una volta morti, poiché le loro conchiglie affondano e vengono trasferite all'interno dei sedimenti, trasportando carbonato di calcio in forma aragonitica nelle acque profonde. Per tali motivi si ritiene che gli pteropodi tecosomati forniscano un contributo significativo alla rimozione di carbonato dalle acque superficiali e quindi al trasferimento di carbonio nelle acque profonde.



Carte bathymétrique du canyon de Cannes et du haut-fond de Méjean établie à partir des données du sondeur multifaisceaux enregistrées par la campagne RAMOGE 2018

Carta batimetrica del canyon di Cannes e del banco di Mejan redatta con i dati multibeam raccolti con la campagna RAMOGE 2018.



Accumulation des déchets dans le canyon de Monaco à plus de 2000 m de profondeur !

Accumulo di rifiuti nel canyon di Monaco a una profondità di oltre 2000 m !

Les travaux les plus classiques d'océanographie et d'environnement ont permis de montrer l'origine des déchets, leur nature, leur composition, leur dégradation, leurs principaux impacts associés et leur distribution sur les plages, en surface et dans les petits fonds. Cependant, leur répartition sur les grands fonds est méconnue en raison de la difficulté d'accès. En effet, la mise en œuvre d'outils permettant des travaux d'inventaire des déchets à de telles profondeurs (au-delà du plateau continental) est uniquement possible à l'aide des engins sous-marin télé-opérés comme les ROV (*Remotely Operated Vehicle*), ou habités comme les submersibles.

La caractérisation des déchets marins dans les habitats marins profonds de la zone RAMOGE a été abordée lors de la campagne d'exploration 2018. Cette campagne était particulièrement adaptée à leur évaluation, car ciblée sur les zones très profondes et la base des canyons, qui sont des structures sous-marines les plus propices à l'accumulation des déchets en raison de leur pente limitée et de la faiblesse des courants.

Le suivi des déchets a été effectué par observation à l'aide de vidéos, en procédant au comptage ainsi qu'à leur identification systématique. Une étude approfondie des interactions entre les déchets et la biodiversité a par ailleurs été également réalisée.

Gli studi in campo oceanografico e ambientale hanno permesso di capire qual è l'origine dei rifiuti, la loro natura, composizione, modalità di degrado, i principali impatti ad essi associati e la loro distribuzione sulle spiagge, in superficie e sui bassi fondali. La distribuzione dei rifiuti sui fondali a grandi profondità, invece, rimane ancora sconosciuta a causa della difficoltà per raggiungere questi luoghi: gli unici strumenti che possono consentire l'analisi dei rifiuti a tali profondità (oltre, quindi, della piattaforma continentale), sono le strumentazioni subacquee floguidate come i ROV (*Remotely Operated Vehicle*), o veicoli con la presenza di personale a bordo, come i sommergibili.

Durante la campagna di esplorazione 2018 si è proceduto ad una caratterizzazione dei rifiuti marini negli habitat di profondi della zona RAMOGE. La campagna è stata particolarmente utile per la loro valutazione poiché le esplorazioni si sono concentrate su zone molto profonde e sulle basi dei canyon, strutture sottomarine più favorevoli all'accumulo dei rifiuti, per le pendenze limitate e la presenza di correnti marine di debole intensità.

Lo studio della presenza di rifiuti è stato effettuato con l'osservazione da video, procedendo al conteggio ed all'identificazione sistematica degli stessi. Oltre a ciò si è proceduto alla realizzazione di uno studio approfondito delle interazioni tra rifiuti e biodiversità.

Oltre agli oggetti non identificabili, i rifiuti che sono stati osservati con maggiore frequenza sono quelli di plastica, che costituiscono più del 25% del totale, ed i rifiuti derivanti dalla pesca che nel complesso rappresentano oltre il 20%. Gli altri oggetti rinvenuti sono principalmente bottiglie di plastica, lattine di metallo e bottiglie di vetro.

Oltre agli oggetti non identificabili, i rifiuti che sono stati osservati con maggiore frequenza sono quelli di plastica, che costituiscono più del 25% del totale, ed i rifiuti derivanti dalla pesca che nel complesso rappresentano oltre il 20%. Gli altri oggetti rinvenuti sono principalmente bottiglie di plastica, lattine di metallo e bottiglie di vetro.

Tipicamente, i rifiuti di plastica sono presenti più nei canyon costieri, al contrario dei rifiuti provenienti dalle attività di pesca che normalmente si trovano nelle zone più al largo. Questo tipo di distribuzione è abbastanza caratteristica dei canyon mediterranei, le cui teste si trovano solitamente vicino alle zone urbane. Durante l'esplorazione è stata notata la presenza di cumuli di rifiuti caratterizzati da una forte presenza di plastica leggera, in particolare bicchieri e pezzi di plastica. Oltre a questi cumuli sono stati osservati più di 100 oggetti nel corso di una sola immersione che, è risultata quella più a largo e a maggiore profondità. Si è trattato di rifiuti derivanti principalmente dalla pesca, attività molto praticata a livello locale.

La campagna di esplorazione profonda RAMOGE ha consentito di validare un protocollo di monitoraggio delle interazioni tra rifiuti e organismi marini. L'elaborazione delle immagini raccolte, infatti, ha permesso di caratterizzare gli oggetti aventi un impatto sulla fauna, rendendone possibile il conteggio e la geolocalizzazione contrassegnando le singole immagini. Queste indicazioni possono contribuire a determinare i settori di attività che hanno generato i rifiuti (quali rifiuti domestici, industriali, pesca, ecc.).

Nel complesso sono state rilevate 17 interazioni tra rifiuti marini e specie, anche se non in tutti i canyon. Alcuni impatti, infatti, sono stati registrati unicamente sulle montagne sottomarine Ulisse e Janua e sul banco di Méjean. Sui 17 impatti osservati 16 interessavano specie di invertebrati bentonici sessili (gorgonie, coralli, ecc.), mentre solo uno, dovuto a un adattamento comportamentale, ha riguardato una specie vagile (crostaceo decapode), che è stata osservata proteggersi con un pezzo di plastica invece di fare uso di elementi naturali, più classici, come ad esempio pezzi di spugne o di cnidari.

La campagna ha inoltre permesso di studiare le specie sviluppatesi sui rifiuti rinvenuti a grandi profondità. Le specie individuate e più comuni sono i foraminiferi, le spugne, i vermi tubicoli e i briozoi; altre, invece, devono ancora essere identificate poiché la loro caratterizzazione richiede uno studio più approfondito. Pur sembrando insediarsi su tutti i tipi di rifiuti, queste specie sono risultate fissarsi in modo preferenziale su alcune tipologie specifiche quali, ad esempio, le bottiglie di plastica, i cordami o i fogli di plastica.

La campagna di esplorazione profonda RAMOGE ha consentito di validare un protocollo di monitoraggio delle interazioni tra rifiuti e organismi marini. L'elaborazione delle immagini raccolte, infatti, ha permesso di caratterizzare gli oggetti aventi un impatto sulla fauna, rendendone possibile il conteggio e la geolocalizzazione contrassegnando le singole immagini. Queste indicazioni possono contribuire a determinare i settori di attività che hanno generato i rifiuti (quali rifiuti domestici, industriali, pesca, ecc.).

Nel complesso sono state rilevate 17 interazioni tra rifiuti marini e specie, anche se non in tutti i canyon. Alcuni impatti, infatti, sono stati registrati unicamente sulle montagne sottomarine Ulisse e Janua e sul banco di Méjean. Sui 17 impatti osservati 16 interessavano specie di invertebrati bentonici sessili (gorgonie, coralli, ecc.), mentre solo uno, dovuto a un adattamento comportamentale, ha riguardato una specie vagile (crostaceo decapode), che è stata osservata proteggersi con un pezzo di plastica invece di fare uso di elementi naturali, più classici, come ad esempio pezzi di spugne o di cnidari.

La campagna ha inoltre permesso di studiare le specie sviluppatesi sui rifiuti rinvenuti a grandi profondità. Le specie individuate e più comuni sono i foraminiferi, le spugne, i vermi tubicoli e i briozoi; altre, invece, devono ancora essere identificate poiché la loro caratterizzazione richiede uno studio più approfondito. Pur sembrando insediarsi su tutti i tipi di rifiuti, queste specie sono risultate fissarsi in modo preferenziale su alcune tipologie specifiche quali, ad esempio, le bottiglie di plastica, i cordami o i fogli di plastica.

La campagna ha inoltre permesso di studiare le specie sviluppatesi sui rifiuti rinvenuti a grandi profondità. Le specie individuate e più comuni sono i foraminiferi, le spugne, i vermi tubicoli e i briozoi; altre, invece, devono ancora essere identificate poiché la loro caratterizzazione richiede uno studio più approfondito. Pur sembrando insediarsi su tutti i tipi di rifiuti, queste specie sono risultate fissarsi in modo preferenziale su alcune tipologie specifiche quali, ad esempio, le bottiglie di plastica, i cordami o i fogli di plastica.

La campagna ha inoltre permesso di studiare le specie sviluppatesi sui rifiuti rinvenuti a grandi profondità. Le specie individuate e più comuni sono i foraminiferi, le spugne, i vermi tubicoli e i briozoi; altre, invece, devono ancora essere identificate poiché la loro caratterizzazione richiede uno studio più approfondito. Pur sembrando insediarsi su tutti i tipi di rifiuti, queste specie sono risultate fissarsi in modo preferenziale su alcune tipologie specifiche quali, ad esempio, le bottiglie di plastica, i cordami o i fogli di plastica.

La campagne RAMOGE a enfin permis de prélever des sédiments profonds pour une mesure des microplastiques présents, dont la caractérisation, en cours d'analyse, permettrait de mieux comprendre le devenir de plastique en surface.

La campagne a permis de préciser la situation de la zone RAMOGE en matière de déchets profonds. Ceux-ci sont abondants et leur présence pose de nombreuses questions sur leur dégradation, leurs effets sur la faune et leur rôle pour la colonisation d'un milieu plus pauvre en biodiversité profonde que les eaux de surface. In fine, les données recueillies et en cours d'analyse constituent un précédent important pour l'évaluation de l'état de l'environnement. Ils donnent les bases scientifiques et techniques d'une surveillance à long terme de la qualité de milieu profond de la zone RAMOGE.

Infine, la campagne RAMOGE ha consentito il prelievo di sedimenti in profondità per effettuare una misurazione delle microplastiche presenti, la cui caratterizzazione, attualmente in fase di analisi, permetterà di capire meglio come sono distribuite e la fonte delle plastiche presenti in superficie.

La campagna ha consentito di capire la situazione dei rifiuti presenti negli habitat di profondità della zona RAMOGE. La loro abbondanza pone numerose questioni circa i livelli di degradazione, i potenziali impatti sulla fauna e il ruolo che svolgono nell'inquinamento di un ambiente profondo che, per sua natura, è caratterizzato da minore biodiversità rispetto alle acque di superficie. Per concludere, i dati raccolti ed in corso di analisi rappresentano un precedente importante per la valutazione dello stato ambientale, fornendo le basi scientifiche e tecniche per un monitoraggio a lungo termine della qualità degli habitat di profondità nella zona RAMOGE.



Récupération d'une bouteille en plastique (Cannes, -1443 m).

Raccolta di un campione di rifiuto costituito da bottiglia di plastica, (Cannes, -1443 m).

Détail du culot de la bouteille plastique
Dettaglio della base della bottiglia di plastica



Accumulation de déchets dans le canyon de Monaco.

Accumulo di rifiuti nel canyon di Monaco.

IMPACT DES ENJINS DE PÊCHE PERDUS SUR LES COMMUNAUTÉS BENTHIQUES

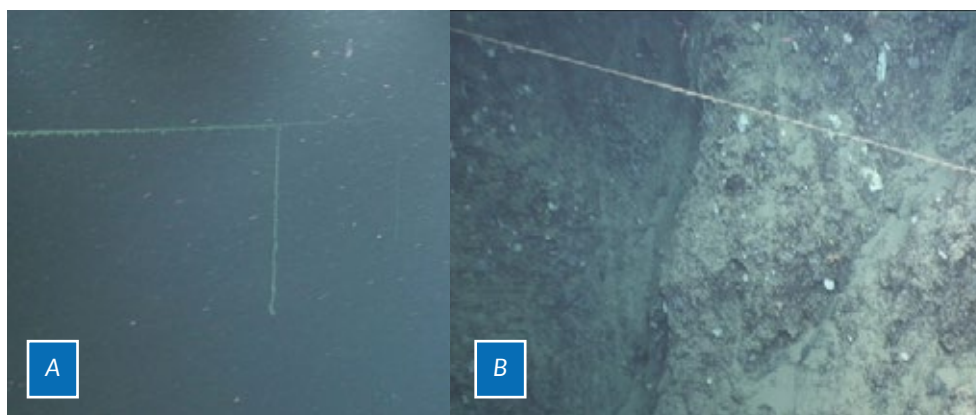
IMPATTO DEGLI ATTREZZI DA PESCA PERSI SULLE COMUNITÀ BENTONICHE

On sait malheureusement aujourd'hui que nos mers sont couvertes de quantités considérables de déchets, dont la plupart se dépose sur le fond. Une bonne part de ces déchets est constituée par des engins de pêche perdus ou abandonnés, que l'on appelle dans la littérature « *Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear* » (ALDFG).

Identifiés dans le monde entier comme une des principales menaces pour les organismes marins, ces derniers représentent une proportion très significative et persistante des déchets marins. Bien que constitués principalement de nylon ou de polyamide, ces objets ne sont souvent pas considérés comme de simples déchets

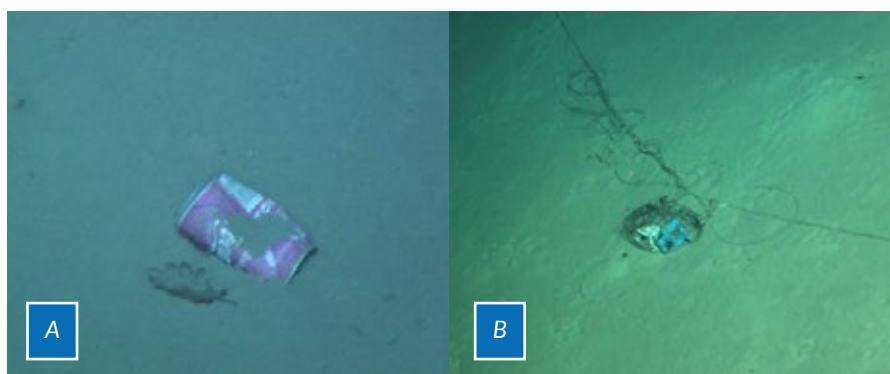
È ormai tristemente noto che i nostri mari sono tappezzati da notevoli quantità di rifiuti, la maggior parte dei quali si deposita sul fondo. Buona parte di questi è costituita da attrezzi da pesca persi o abbandonati, definiti in letteratura come *Abandoned, Lost or otherwise Discarded Fishing Gear* (ALDFG).

Questi rappresentano una componente molto significativa e persistente dei rifiuti marini e in tutto il mondo sono considerati come una delle principali minacce per gli organismi marini. Pur essendo principalmente costituite di nylon o poliammide, sono spesso considerati separatamente rispetto alle categorie della plastica perché rappresentano un particolare tipo



Exemples de déchets marins en suspension. A) Un nylon flottant constituant un substrat artificiel, recouvert d'hydroïdes ; B) Un nylon sous tension entre des roches.

Esempi di rifiuti marini sospesi: A) Un palangaro flottante che costituisce un substrato artificiale coperto da idroidi; B) Un nylon in tensione tra le rocce.



Exemples de déchets marins sur le fond, sans impacts apparents: A) Boîte posée sur le fond ; B) Ballons utilisés comme flotteurs posés sur le fond

Esempi di rifiuti marini sul fondo che apparentemente non causano danni: A) Lattina posata sul fondo; B) Palloni utilizzati come galleggianti appoggiati sul fondo.

plastiques mais comme une catégorie à part.

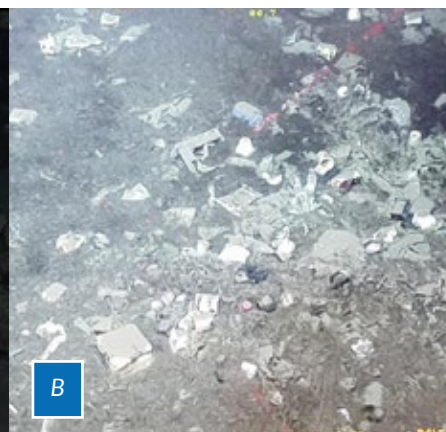
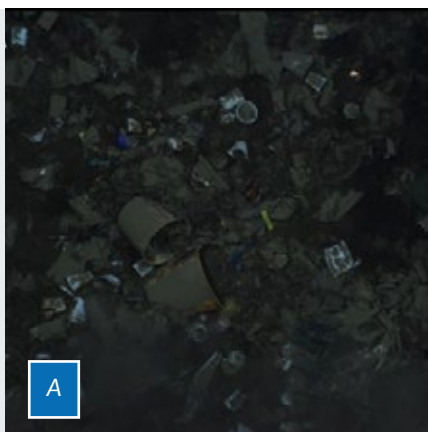
Les ALDFG comprennent tous les types d'engins de pêche, dont les filets (chaluts, trémails, etc.), les fils de pêche (palangres), nasses, ancres, fragments et autres engins de pêche – commerciale et de loisir – perdus, abandonnés ou rejetés en mer. Les causes, intentionnelles ou non, de ce phénomène sont nombreuses et diverses. Les engins peuvent être perdus suite à un contact avec des bateaux de passage ou d'autres engins dormants ; à cause des mauvaises conditions météo ; ou parce qu'ils se sont enchevêtrés dans des structures submergées. Les pêcheurs peuvent également perdre leurs engins à cause de méthodes de

di rifiuto.

La categoria ALDFG comprende infatti qualsiasi tipo di attrezzo da pesca, quindi reti (reti a strascico, tramagli, ecc.), lenze (palangari), nasse, ancore, frammenti e altri attrezzi sia ricreativi che commerciali che sono stati persi, abbandonati o rilasciati in mare. Diverse sono le cause, intenzionali o meno, che determinano la presenza di attrezzi abbandonati sul fondo. Gli attrezzi possono essere persi a causa del contatto con le navi di passaggio o con altri attrezzi in posa; a causa delle cattive condizioni meteorologiche; perché incagliatisi a strutture sommerse o al fondale roccioso eterogeneo. I pescatori possono perdere le attrezzature

Exemple de points d'accumulation des déchets. Dans ces cas, il est presque impossible d'identifier et de compter les déchets individuels. (A-B) Points d'accumulation observés à une profondeur d'environ 2000 m dans le canyon de Monaco

Esempio di punti di accumulo di rifiuti. In questi casi è quasi impossibile identificare e contare i singoli rifiuti. A-B) Punti di accumulo osservati a circa 2000 m di profondità nel canyon di Monaco.



Exemple d'espèces benthiques enchevêtrées dans les engins de pêche : Colonies de *Callogorgia verticillata* (A) et d'éponges (B) enchevêtrées et abîmées par les palangres de profondeur

Esempio di specie bentoniche impigliate in attrezzi da pesca: Colonie di *Callogorgia verticillata* (A) e spugne (B) impigliate e abrase da palangari di profondità.



Exemple d'utilisation des déchets marins comme nouveau substrat ou refuge. Une bouteille est utilisée comme abri par un spécimen de *Munida sp.*

Esempio di uso di rifiuti marini come nuovo substrato o rifugio. Una bottiglia è utilizzata come riparo da un esemplare di *Munida sp.*

pêche inappropriées ou de leur récupération parfois difficile. D'autre part, il arrive aussi que les engins soient abandonnés délibérément, comme lorsque les pêcheurs opèrent illégalement ou lorsqu'il s'avère plus avantageux pour eux de les jeter à la mer plutôt que sur terre, surtout en l'absence de structures de collecte disponibles dans les ports.

Plusieurs études menées dans le monde entier ont mis en évidence le rôle des substrats rocheux comme points d'accumulation des ALDFG, contribuant ainsi jusqu'à 60-90% de la quantité de déchets dans ces endroits. En Méditerranée, les principales études réalisées avec ROV dans des habitats rocheux ont donné des résultats similaires. Le passage à des matériaux synthétiques, plus résistants et plus flottants, dans la fabrication des engins de pêche a déterminé une persistance accrue et une durée de vie majorée des engins de pêches perdus en mer. Par ailleurs, l'augmentation croissante de l'effort et des zones de pêche a influé sur la vaste répartition des ALDFG sur les fonds marins.

Les enquêtes menées pendant la campagne RAMOGE ont montré que les activités de pêche ont un impact sur les communautés benthiques profondes dans absolument toutes les localités examinées. En particulier, les monts sous-marins Ulysse et Janua, ainsi que le haut-fond de Méjean sont, parmi les zones explorées, les habitats les plus touchés (Cf Graphique ci-après). Les ADLFG observés étaient principalement des palangres de fond ($\approx 75\%$ des ADLFG), trouvés principalement entre 300 et 600 m de profondeur. À noter toutefois que certains ADLFG ont été retrouvés à 1 500 m de profondeur.

Les larges affleurements rocheux, généralement évités par les chalutiers, constituent d'importantes zones de pêche pour la pêche artisanale et la pêche hauturière. Complexes d'un point de vue structurel, ces zones rocheuses abritent des communautés vulnérables telles que des forêts de coraux et des agrégations d'éponges qui attirent une riche faune associée, qui comprend notamment des stocks halieutiques d'intérêt commercial, et qui renforcent donc l'importance de ces habitats pour les pêcheurs. Sous la pression des courants de fond, les engins perdus peuvent facilement s'emmêler dans les roches alentours, soustraire des espèces non-cibles à travers des captures accessoires et porter préjudice à tous les organismes qui se développent sur le substrat (p. ex. coraux, éponges, bryozoaires), à force d'être déchirés, arrachés et étouffés. Du fait de leur morphologie arborescente où

anche per errori nel loro impiego o per la difficoltà a recuperarli. Oltre a ciò, gli attrezzi possono essere anche abbandonati deliberatamente quando i pescatori operano illegalmente o quando lo smaltimento a terra è costoso, in particolare se non sono disponibili strutture di ritiro nei porti.

Diversi studi in tutto il mondo hanno evidenziato il ruolo dei substrati rocciosi come punti di accumulo di ALDFG, che arrivano a costituire fino al 60-90% dei rifiuti presenti in questi ambienti. In Mediterraneo i maggiori studi condotti con ROV in habitat rocciosi hanno confermato tali risultati.

Il passaggio a materiali sintetici, più resistenti e più galleggianti utilizzati per realizzare gli attrezzi da pesca ha determinato la maggiore persistenza degli ALDFG in mare. Inoltre, la continua crescita dello sforzo e delle aree di pesca ha influito sull'aumento della presenza di ALDFG sui fondali.

Le indagini condotte durante la campagna RAMOGE hanno rivelato l'impatto delle attività di pesca sulle comunità bentoniche profonde come una caratteristica comune in tutte le località esaminate. In particolare, i monti Ulysse e Janua e l'alto-fondo di Mejean sono le aree esplorate più colpite (Cfr grafico sotto). Gli ADLFG osservati sono rappresentati soprattutto da palangari di profondità ($\approx 75\%$ di ALDFG), trovati principalmente tra 300 e 600 m di profondità. Alcuni ADLFG sono stati però osservati anche a 1500 m di profondità.

Grandi aree con affioramenti rocciosi, generalmente evitate dai pescherecci a strascico, sono importanti zone di pesca per la pesca artigianale e la pesca d'altura. Queste aree rocciose, strutturalmente complesse, ospitano habitat vulnerabili come le foreste di coralli e le aggregazioni di spugne che attraggono una ricca fauna associata, che comprende specie ittiche di interesse commerciale che, a loro volta aumentano l'interesse di questi siti per i pescatori. A causa delle correnti presenti su questi fondali gli attrezzi da pesca possono facilmente impigliarsi nelle rocce circostanti, catturare specie non bersaglio (by-catch) e danneggiare (strappando, rompendo e soffocando) tutti gli organismi eretti (ad es. coralli, spugne, briozoi). In particolare, le grandi colonie di coralli sono di frequente danneggiate dagli ALDFG, a causa della loro morfologia arborescente alla quale lenze e reti possono facilmente impigliarsi. L'azione abrasiva delle lenze provoca una continua rimozione dei tessuti degli organismi con i quali esse vengono a contatto o ai quali si sono impigliati, rendendoli più

viennent s'emmêler filets et fils de pêche, les grandes colonies de coraux sont particulièrement fragiles vis-à-vis des ALDFG. Les fils de pêche exerçant une action abrasive constante qui détruit les tissus des organismes prisonniers, ces derniers deviennent plus vulnérables face aux épibiontes et aux parasites, ce qui peut même à long terme causer leur mort. De plus, les engins de pêche alourdis par les organismes fixés peuvent se déposer lentement sur le fond au point de recouvrir et d'étouffer la communauté benthique, contribuant ainsi à détruire l'environnement alentour.

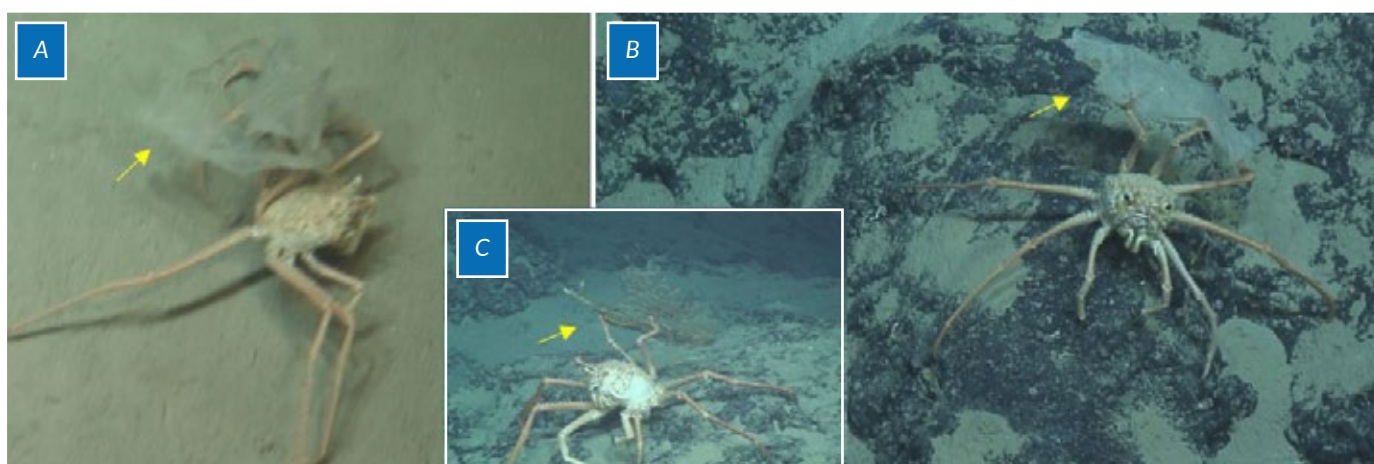
De fait, dans les zones explorées, les taxons les plus touchés, empêtrés dans des palangres, étaient plusieurs colonies de gorgones telles que les *Callogorgia verticillata*, *Muriceides lepida* et *Chelidonisis aurantiaca*, mais aussi de scléactiniaires telles que la *Dendrophyllia cornigera*. Ont été observées également quelques colonies de gorgones mortes.

La pression continue des activités humaines provoque un appauvrissement des ressources marines qui pourraient, dans un futur relativement proche, conduire à la disparition d'énormes ressources avant même qu'elles aient pu être étudiées, en particulier dans les zones profondes. Dans ce contexte, RAMOGE EXPLO 2018 a ajouté de nouvelles données importantes concernant la répartition, l'abondance et l'impact des ALDFG en eaux profondes.

vulnerabili a epibionti e parassiti, con danni che, a lungo termine, possono causarne la morte. Inoltre, gli attrezzi da pesca appesantiti dal fouling (cioè dagli organismi che li colonizzano) possono lentamente adagiarsi sul fondo ricoprendo e soffocando la comunità bentonica e continuando a danneggiare l'ambiente circostante.

Nelle aree esplorate diverse colonie di gorgonie come *Callogorgia verticillata*, *Muriceides lepida* e *Chelidonisis aurantiaca*, e scleractinie come *Dendrophyllia cornigera* e diverse spugne sono risultati essere i taxa più colpiti, soprattutto da palangari. Sono state, inoltre, osservate anche alcune colonie di gorgonie morte.

Le continue pressioni causate dalle attività umane provocano un impoverimento delle risorse marine che potrebbe portare alla perdita di importanti risorse biologiche prima ancora che si abbia avuto modo di conoscerle e studiarle, soprattutto negli ambienti profondi. In questo contesto, la campagna RAMOGE EXPLO 2018 ha aggiunto nuovi importanti dati sulla distribuzione, abbondanza e impatto degli ALDFG in acque profonde.



Exemple de comportement adaptatif. (A-B) Le crabe *Paromola cuvieri* a été observé portant du plastique (flèche jaune), au lieu des éponges ou gorgones habituelles qu'il utilise par mimétisme ou pour se protéger (3C, flèche jaune).

Esempio di comportamento adattivo. (A-B) Il granchio *Paromola cuvieri* è stato osservato portare plastica (freccia gialla), invece delle solite spugne o gorgonie (C, freccia gialla) che usa per mimetizzarsi o per proteggersi (3C, freccia gialla).

LA CAMPAGNE RAMOGE ET LA DIRECTIVE CADRE SUR LA STRATÉGIE POUR LE MILIEU MARIN (DCSMM) :

Développement et test du protocole d'observation des déchets marins et de leurs interactions avec la faune épibenthique

LA CAMPAGNA RAMOGE E LA DIRETTIVA QUADRO SULLA STRATEGIA PER L'AMBIENTE MARINO (MSFD):

Sviluppo e sperimentazione del protocollo per l'osservazione dei rifiuti marini e delle loro relazioni con la fauna epibentonica

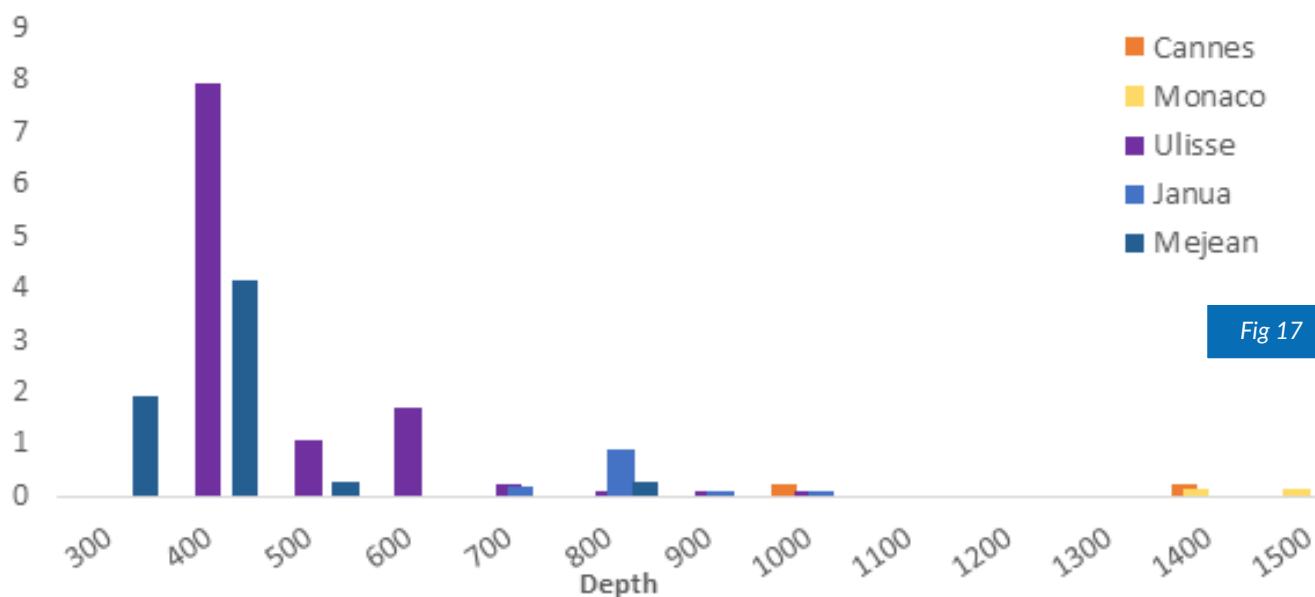


Fig 17

Fig. 17 : Abondance d'ALDFG (ALDFG items km-1) en fonction de la profondeur, pour chaque zone explorée lors de la campagne RAMOGE EXPLO 2018.

Abbondanza di ALDFG (ALDFG items km-1) in funzione della profondità per ciascuna area esplorata durante la campagna RAMOGE EXPLO 2018.

La Directive Cadre européenne sur la Stratégie pour le Milieu Marin (DCSMM) a pour but d'élaborer une stratégie commune en vue de l'atteinte et/ou du maintien du Bon État Écologique (BEE) en mer. Les déchets marins, identifiés comme le descripteur 10 de cette directive, affectent la vie marine dans tous les compartiments du milieu marin, y compris ceux profonds. Le descripteur 10 est considéré à la fois comme une pression, c'est-à-dire comme influençant l'état de l'environnement marin, mais aussi comme un impact produisant des effets néfastes sur les espèces par, entre autres, des actions d'emmêlement, d'étranglement ou d'enchevêtrement. Les effets négatifs doivent ainsi être caractérisés (identification, localisation et quantification) à l'aide de protocoles adaptés.

Lo scopo della Direttiva Quadro europea sulla Strategia per l'ambiente Marino (MSFD) è lo sviluppo di una strategia comune per il raggiungimento e/o il mantenimento di un buono stato ambientale marino (GES). I rifiuti marini, identificati come descrittore 10 della presente direttiva, incidono sulla vita marina in tutti i comparti dell'ambiente marino e anche in quello profondo. Il descrittore 10 è considerato sia come una pressione, cioè come qualcosa che pesa sull'ambiente marino, sia come un impatto che produce effetti negativi sulle specie anche con fenomeni di aggrovigliamento, strangolamento o impigliamento. Questi effetti negativi devono quindi essere caratterizzati (identificati, localizzati e quantificati) utilizzando protocolli appropriati.

Un protocole dédié à l'observation et l'étude des pressions et des impacts des déchets sur les fonds marins au moyen de vidéos a été développé spécifiquement pour la DCSMM. La campagne RAMOGE 2018 a représenté une opportunité pour tester ce protocole, le valider et proposer des améliorations dans le but d'optimiser ce type de relevés.

Les tests menés durant la campagne RAMOGE indiquent que le protocole appliqué est adapté à la collecte de données sur les déchets et sur leurs interactions avec les organismes marins dans le compartiment benthique profond. A ce propos, le travail sur l'analyse des données recueillies est en cours et contribuera à l'élaboration d'une méthodologie partagée par les trois Pays signataires de l'Accord RAMOGE, en anticipant la mise en œuvre d'indicateurs connexes permettant d'évaluer l'impact des pressions anthropiques sur la faune épibenthique. Dans cette optique, les spécialistes des déchets marins de la campagne RAMOGE ont contribué aussi aux activités du groupe européen d'experts Déchets Marin de la DCSMM (EU/MFSD/TG ML). Il a ainsi été possible de formuler des recommandations techniques sur le protocole d'investigation européen à la fois en rapport avec le déroulement des plongées, les métriques à appliquer et sur l'une approche commune en vue de la définition des interactions (étouffement, emmêlement, présence de filets fantômes, adaptation des organismes à la présence de déchets). Par ailleurs, les images issues des vidéos enregistrées au cours de la campagne RAMOGE permettent de documenter certaines interactions définies dans le protocole.

Un protocollo dedicato all'osservazione ed allo studio delle pressioni e degli impatti dei rifiuti sul fondale marino con l'utilizzo di video è stato sviluppato appositamente per la MSFD. La campagna RAMOGE 2018 ha rappresentato l'occasione per testare questo protocollo, convalidarlo e proporre miglioramenti per ottimizzare questo tipo di rilevamenti.

I test condotti durante la campagna RAMOGE indicano che il protocollo applicato è adatto alla raccolta di dati sui rifiuti e sulle loro interazioni con gli organismi marini anche nel comparto bentonico profondo. A questo proposito si sta lavorando all'analisi dei dati raccolti per contribuire allo sviluppo di una metodologia condivisa tra i tre Paesi firmatari dell'Accordo RAMOGE, in previsione dell'implementazione dei relativi indicatori per valutare l'impatto delle pressioni antropiche sulla fauna epibentonica. Per questo motivo gli specialisti in rifiuti marini della campagna RAMOGE hanno contribuito anche alle attività del gruppo di esperti europei sui rifiuti marini della MFSD (EU/MFSD/TG ML). In questo modo è stato possibile formulare delle raccomandazioni tecniche sul protocollo di indagine europeo, sia in relazione alla conduzione delle immersioni, che sulle metriche da applicare e sull'approccio (comune) per definire le interazioni (soffocamento, impigliamento, colonizzazione dei rifiuti, utilizzo dei rifiuti come rifugio, presenza di reti fantasma, adattamenti degli organismi alla presenza di rifiuti). Oltre a ciò, le immagini dei video registrati nel corso della campagna RAMOGE permettono di documentare alcune delle interazioni definite nel protocollo.



La campagne RAMOGE 2018 a permis d'acquérir une quantité considérable de nouvelles données, dans certains cas véritablement uniques, dont le traitement contribuera de manière importante à accroître les connaissances sur les environnements profonds de nos mers, en abordant à la fois les aspects géologiques, océanographiques et biologiques.

Le principal objectif que poursuit l'Accord RAMOGE en favorisant la réalisation de campagnes océanographiques comme celle-ci, est précisément de permettre aux trois pays de disposer de nouvelles données, collectées ensemble et en appliquant des protocoles et des méthodologies communes ; la pleine collaboration au niveau international est en effet l'élément fondamental pour définir des mesures communes de gestion des activités humaines afin d'assurer la protection de ces milieux de manière efficace et coordonnée.

Les données recueillies avec la campagne RAMOGE 2018 fournissent les informations requises par les principales directives européennes telles que la directive-cadre «Stratégie pour le milieu marin» et la

La campagna RAMOGE 2018 ha consentito di acquisire una notevole quantità di nuovi dati, in alcuni casi veramente unici, la cui elaborazione contribuirà in modo importante ad accrescere le conoscenze sugli ambienti profondi dei nostri mari, affrontando sia aspetti geologici ed oceanografici, sia biologici.

L'obiettivo principale che l'Accordo RAMOGE persegue favorendo la realizzazione di campagne oceanografiche come questa, è proprio quello di consentire ai tre Paesi di disporre di nuovi dati, raccolti insieme e applicando protocolli e metodologie comuni; la piena collaborazione a livello internazionale costituisce infatti l'elemento fondamentale per definire misure comuni di gestione delle attività umane atte a garantire la tutela di questi ambienti in modo efficace e coordinato.

I dati raccolti con la campagna RAMOGE 2018 forniscono le informazioni richieste dalle principali Direttive europee come la Direttiva Quadro sulla Strategia per l'ambiente marino e la Direttiva Habitat, dando così a Francia e Italia anche la possibilità di disporre di elementi conoscitivi molto importanti che, ad esempio per l'Italia, saranno utilizzati per definire

directive «Habitats», donnant ainsi à la France et à l'Italie la possibilité de disposer d'éléments de connaissance très importants qui, par exemple pour l'Italie, serviront à définir la mise en place de nouveaux sites NATURA2000 pour protéger les monts sous-marins couverts par cette publication, favorisant ainsi le renforcement du réseau européen de sites protégés, le réseau NATURA2000 pour sa composante marine.

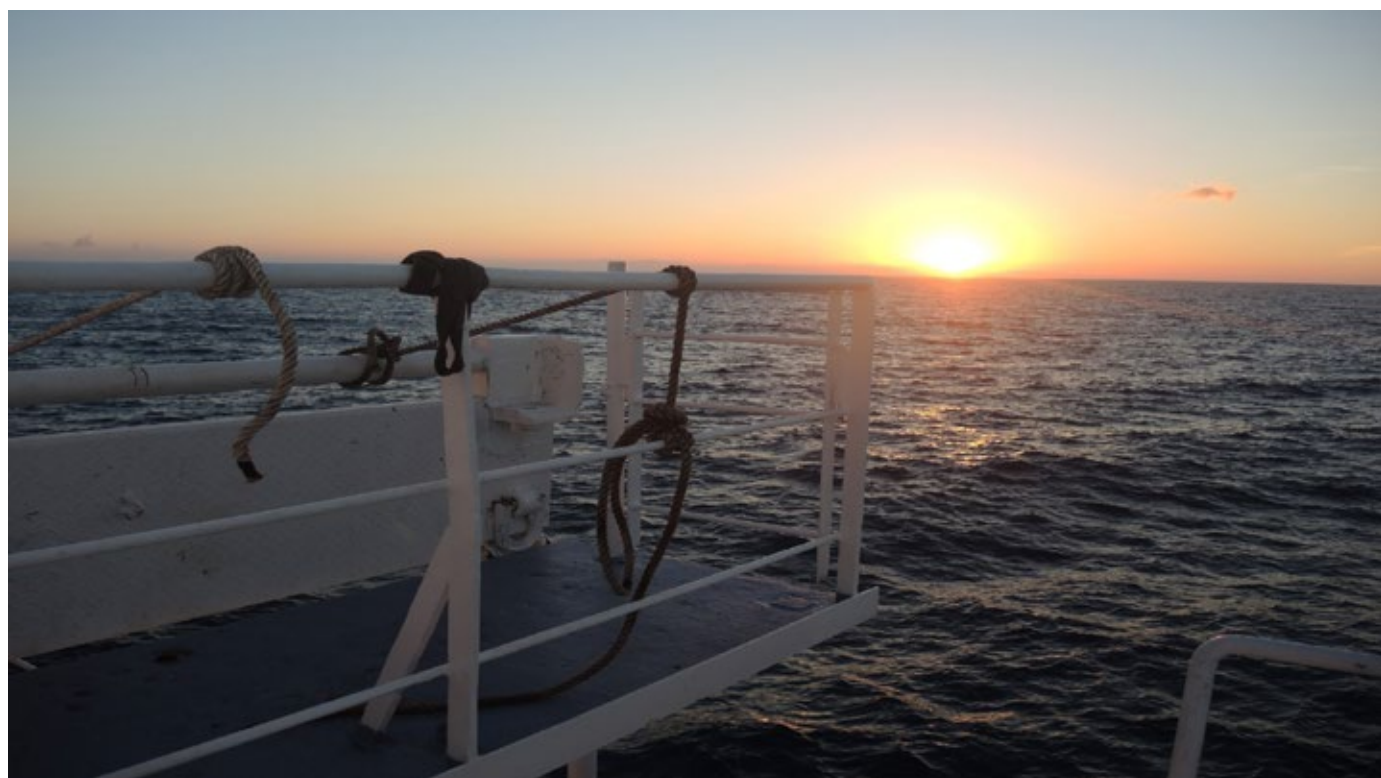
Les données collectées feront également l'objet de publications scientifiques ; RAMOGE a déjà présenté à plusieurs reprises au niveau international les résultats des études promues par l'Accord, notamment dans le cadre des réunions organisées par la Convention de Barcelone, l'Accord des Nations Unies pour la protection de la mer Méditerranée.

L'expérience de la coopération RAMOGE pour l'étude des environnements profonds se poursuivra à l'avenir: une nouvelle campagne est prévue pour l'été 2021 afin de permettre l'approfondissement des connaissances pour la zone couverte par l'Accord RAMOGE, de manière à renforcer encore l'harmonisation des activités scientifiques des trois pays et à promouvoir l'application de mesures communes de protection de l'environnement.

l'istituzione di nuovi siti NATURA2000 a protezione dei monti sottomarini oggetto della presente pubblicazione, favorendo così il potenziamento della Rete europea dei siti protetti, la Rete NATURA2000 per la sua componente marina.

I dati raccolti saranno oggetto anche di pubblicazioni scientifiche; RAMOGE ha già più volte presentato a livello internazionale i risultati degli studi promossi dall'Accordo in particolare nell'ambito dei meeting organizzati dalla Convenzione di Barcellona, l'Accordo delle Nazioni Unite per la protezione del Mar Mediterraneo.

L'esperienza della cooperazione RAMOGE per lo studio degli ambienti profondi continuerà in futuro: una nuova campagna è prevista per l'estate del 2021 in modo da consentire l'ulteriore approfondimento delle conoscenze per l'area afferente all'Accordo, così da rafforzare ulteriormente l'armonizzazione delle attività scientifiche dei tre Paesi e per favorire l'applicazione di misure comuni di salvaguardia ambientale.



AUTEURS

AUTORI



Boris DANIEL †	Agence Française pour la Biodiversité (AFB) devenue/diventata Office Français de la Biodiversité (OFB) – France
Ludovic AQUILINA	Direction de l'Environnement – Monaco
Leonardo TUNESI	ISPRA – Italia
Michela ANGIOLILLO	ISPRA – Italia
Giorgio BAVESTRELLO	Università di Genova – Italia
Marzia BO	Università di Genova – Italia
Simonepietro CANESE	ISPRA, actuellement/attualmente Stazione Zoologica di Napoli – Italia
Françoise CLARO,	Musée national d'Histoire naturelle (MNHN) – France
Marie-Claire FABRI	Ifremer – France
François GALGANI	Ifremer – France
Olivia GERIGNY	Ifremer – France
Michela GIUSTI	ISPRA – Italia
Andre GROSSET	Prefecture Maritime de la Méditerranée – France
Noemie MICHIEZ	MNHN – France
Frédéric POYDENOT	CPIE des Iles de Lérins et Pays d'Azur – France
Elodie ROUANET	GIS Posidonie – France
Eva SALVATI	ISPRA – Italia
Stephane SARTORETTO	Ifremer – France
Thomas SCHOHN	GIS Posidonie – France
Eric TAMBUTTÉ	CSM – Monaco

Nos profonds remerciements à tous les membres de l'équipage de l'Atalante (Flotte océanographique française) et l'équipe technique de GENAVIR qui par leur professionnalisme, leur disponibilité et leur convivialité ont grandement contribué au succès de cette mission.

I nostri più sentiti ringraziamenti vanno a tutti i membri dell'equipaggio Atalante (Flotte Oceanographique Française) e al team tecnico di GENAVIR che, attraverso la loro professionalità, disponibilità e cordialità, hanno notevolmente contribuito al successo di questa missione.



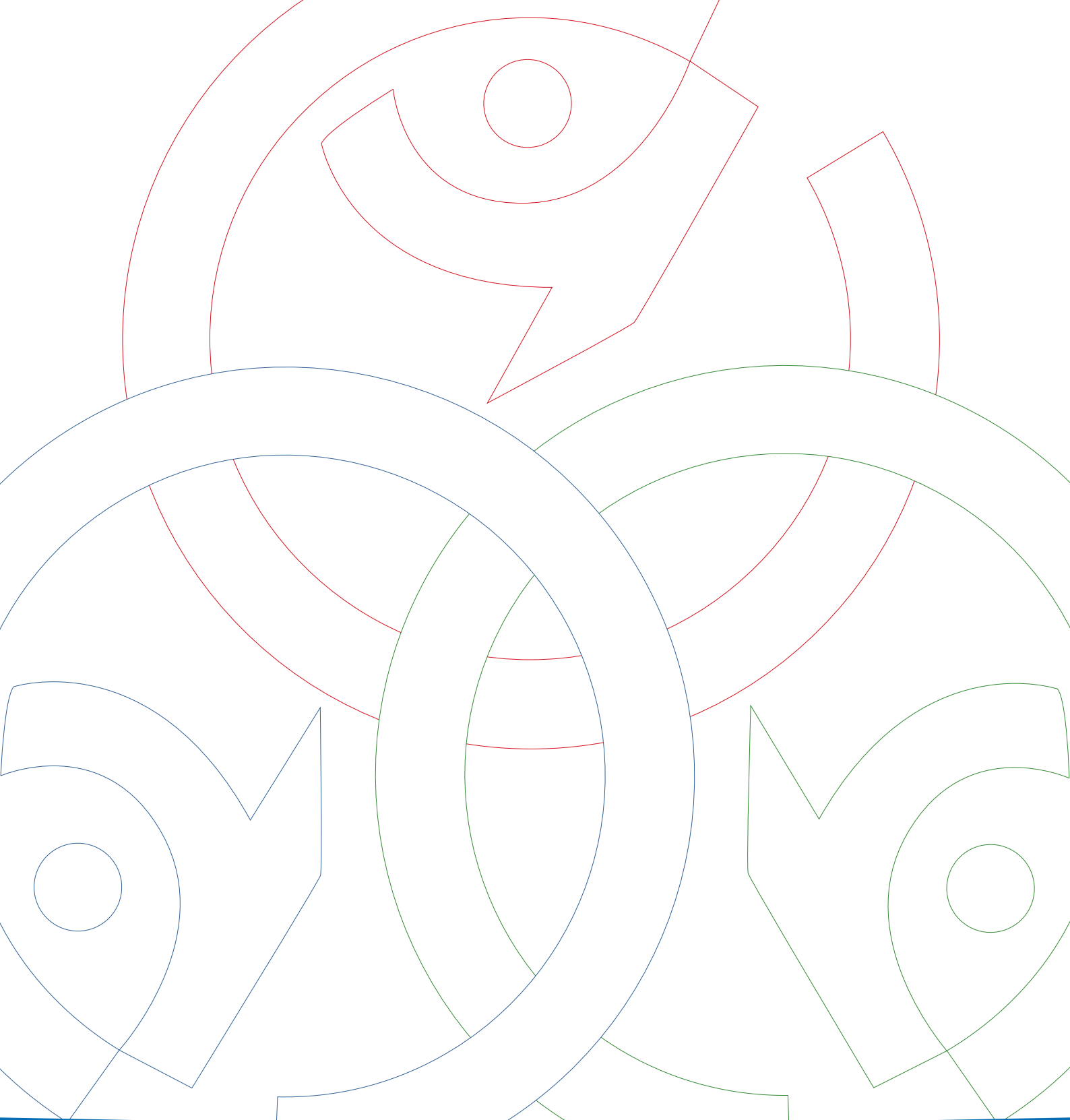
PARTENAIRES / PARTNER



Crédit photo / Credito fotografico: copyright Exploration IFREMER RAMOGE 2018



RAMOGE



Secrétariat de l'Accord RAMOGE

36, Av. de l'Annonciade
98 000 Monaco

www.ramoge.org