



SORBONNE
UNIVERSITÉ

PRÉSENTE

l'Océan c'est vivant !

L'Océan couvre 70% de la surface de notre planète. Berceau de la vie, il abrite une immense diversité d'organismes de toutes tailles, des bactéries aux baleines.

Cette biodiversité marine est en danger du fait de nos activités humaines : surpêche, pollution, réchauffement, acidification, désoxygénation, trafic maritime, etc.

Produite par Sorbonne Université, l'exposition « l'Océan c'est vivant ! » illustre les résultats scientifiques de plusieurs laboratoires qui explorent cette biodiversité et sa dynamique. Elle témoigne également de l'engagement d'organisations, gouvernementales ou non, qui agissent pour une régulation des activités anthropiques en mer, avant qu'il ne soit trop tard.

Photo © Cétamada

The Ocean is Alive !

The Ocean covers 70% of the surface of our planet. Cradle of life, it is home to an immense diversity of organisms of all sizes, from bacteria to whales.

This marine biodiversity is in danger because of our human activities: overfishing, pollution, warming, acidification, deoxygenation, maritime traffic, etc.

Produced by Sorbonne University, the exhibition "The Ocean is Alive !" illustrates the scientific results of several laboratories exploring this biodiversity and its dynamics. It also testifies to the commitment of organizations, governmental or not, which act to regulate human activities at sea, before it is too late.



une exposition proposée par



avec les contributions de



Avec le soutien de



l'Océan c'est vivant !

Naissance d'une baleine à bosse à Madagascar

« Mieux connaître pour mieux protéger »
Chez les baleines à bosse, le maintien des liens sociaux entre les femelles et leurs nouveaux-nés implique différentes modalités sensorielles telles que l'ouïe, le toucher et la vision. Une étude est menée par deux chercheurs malgaches sur la relation entre le baleineau et sa mère, via l'utilisation de balises multi-capteurs qui enregistrent les comportements des baleines (nage, plongée, allaitement, etc).

Birth of a humpback whale in Madagascar
« Better knowledge for better protection »
In humpback whales, the maintenance of social bonds between females and their newborns involves different senses such as hearing, touch and vision. A study is being conducted by two Malagasy researchers on the relationship between the whale calf and its mother, using multi-sensor tags that record the whales' behaviours (swimming, diving, nursing, etc.).

Photo © Cétamada



 Institut
de l'Océan
ALLIANCE SORBONNE UNIVERSITÉ

 ArmorScience

 Céta
mada

l'Océan c'est vivant !

Description des paysages sonores sous-marins

Les paysages sonores sont constitués des sons de l'environnement (géophonie), du monde vivant (biophonie) et des activités humaines (anthropophonie). Ils sont très différents d'un océan à l'autre, d'une côte à l'autre. Les étudier donnent des informations sur l'état de santé des océans, et permet de décrire les effets de nos activités économiques sur la faune et la flore marine. A l'Institut Jean le Rond d'Alembert, nous avons fait cette étude sur les paysages sonores sous-marins à Saint Pierre-et-Miquelon (Atlantique nord) en déployant des hydrophones sur plusieurs années successives, en collaboration avec l'Ensta Bretagne, l'*Institute of Sound and Vibration Research* (Royaume-Uni) et la Direction Générale de l'Armement (France).

Analysis of underwater soundscapes
Soundscapes are made up of sounds from the environment (geophony), living species (biophony) and human activities (anthrophony). They are very different from Ocean to Ocean, from coast to coast. Studying them provides information on the health of the oceans, and allows us to describe the effects of our industrial activities on marine flora and fauna. Jean le Rond D'Alembert Institute did this study on underwater soundscapes off the St Pierre-et-Miquelon archipelagos (North Atlantic) by deploying hydrophones over several successive years, in collaboration with Ensta Bretagne (France), Institute of Sound and Vibration Research (UK) and DGA (France).

Photo © Joël Detcheverry



l'Océan c'est vivant !

Qui va à la chasse perd sa place

Lorsqu'une meute d'orques s'attaque à un banc de harengs, l'une des techniques de chasse consiste à les regrouper pour former une boule compacte (en haut). Mais il arrive qu'une baleine à bosse s'invite à la table et vienne happer cette boule (en bas).

*They who go hunting loses their place
When a pod of killer whales attacks a school of herring, one hunting technique is to group them together to form a compact ball (top). But sometimes a humpback whale comes to the table and grabs this ball (below).*

Photo © Stéphane Granzotto (en haut), S. Barnier (en bas)



L'Océan c'est vivant !

La diversité génétique

Pour bien décrypter la biodiversité, il faut aussi l'étudier au sein des espèces, et identifier des sous-espèces, des écotypes, des populations, correspondant à des groupes distincts, dont l'origine et l'importance doivent être comprises. Dans l'Océan, même des espèces aussi mobiles que les baleines, les dauphins et leurs cousins, présentent de telles diversités. Les étudier implique de pouvoir analyser leur ADN, et donc de disposer d'échantillons. Ici, un prélèvement « doux », non invasif, est réalisé à l'aide d'un écouvillon sur un dauphin par les agents du Parc Naturel Marin d'Iroise et les scientifiques de l'Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité (ISYEB). Ces prélèvements sont en cours d'analyse dans ce laboratoire.

Genetic diversity

To properly decipher biodiversity, we must also study it within species, and identify subspecies, ecotypes, populations, corresponding to distinct groups whose origin and importance must be understood. In the Ocean, even species as mobile as baleen whales, dolphins and their cousins show such diversity. Studying them implies being able to analyze their DNA and therefore to have samples. Here, a non-invasive sample is gently taken from a dolphin in the Iroise Sea by agents of the Iroise Marine Natural Park and scientists from the ISYEB laboratory. These samples are currently being analyzed in this laboratory.

Photo © Cécile Gicquel OFB (haut), Jean-Luc Jung (bas)



**Institut
de l'Océan**
ALLIANCE SORBONNE UNIVERSITÉ

ArmorScience



ISYEB
Institut de Systématique, Évolution, Biodiversité



L'Océan c'est vivant !

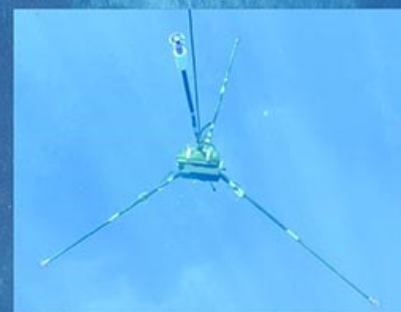
Structures sociales des cétacés

Les cétacés sont des mammifères marins vivant en communauté sociale dont il est difficile d'en décrire les bases fondamentales tant elles diffèrent d'une espèce à l'autre et qu'il est délicat de les observer dans leur milieu naturel. Pour relever ce challenge, nous avons défini et construit un outil innovant, appelé CETOSCOPE, basé sur une caméra 720° et un réseau de microphones étanches pour caractériser ces sociétés de cétacés. Ce projet scientifique est porté par l'association Abyss à la Réunion (Océan Indien), en collaboration avec l'Institut Jean le Rond d'Alembert et l'Institut des Neurosciences Paris Saclay.

Cetacean social structures

Cetaceans are marine mammals living in social groups that are difficult to describe because they are very different from one species to another, and because cetaceans are not easy to observe in their marine environment. Our scientific project was to define and build an innovative system, named CETOSCOPE, based on a 720° video camera and a array of waterproof microphones in order to characterize these cetacean societies. This project is spear headed by the association Abyss at La Réunion Island (Indian Ocean), in collaboration with Jean le Rond d'Alembert Institute and the Institute of Neuroscience Paris Saclay.

Photos © Gaby Barathieu



l'Océan c'est vivant !

Stop collision !

Avec un trafic maritime croissant de l'ordre de 4 % par an, les collisions représentent la première cause non naturelle de létalité des grands cétacés en Méditerranée. Pour réduire ce risque, 39 navires sont équipés du dispositif REPCET® pour partager les positions des baleines en temps réel. On sait qu'au-dessus de 13 nœuds (~25 km/h), collisions et taux de mortalité grimpent en flèche alors qu'en dessous de 10 nœuds (~20 km/h), les collisions sont rares. La nécessité d'aller vite pour les compagnies maritimes (frêt ou passager) provient de notre frénésie d'immédiateté. Sommes-nous prêts à prendre plus de temps ?

Stop collision!

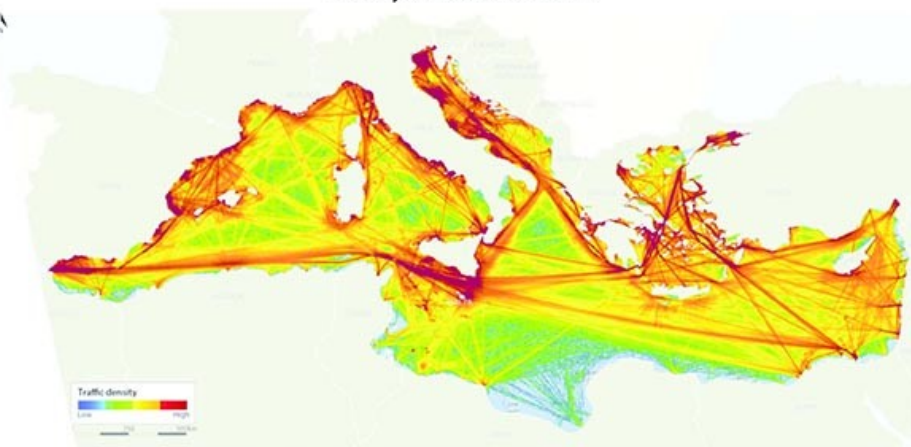
With maritime traffic increasing by about 4% per year, collisions are the primary non-natural cause of mortality of large cetaceans in the Mediterranean sea. To reduce this risk, 39 vessels are equipped with the REPCET® device to share the positions of whales in real time.

Experts reported that collisions and mortality rates rise in direct proportion to speed over 13 knots (~25 km/h), whereas with the speed below 10 knots (~20 km/h), collisions are rare. The need for shipping companies to move fast (freight or passenger) stems from our frenzy for immediacy. Are we willing to take more time?

Photo © MIRACETI



Density of maritime traffic



l'Océan c'est vivant !

Échouage d'un baleineau à Madagascar

Pollutions sonores, plastiques, hydrocarbures, collisions, captures accidentelles, engins de pêche dérivants : ils jouent tous un rôle important dans l'échouage des cétacés. L'équipe scientifique de Cétamada peut intervenir en cas d'échouage pour tenter de sauver l'animal, collecter des données et protéger la population locale.

Stranding of a whale calf

Noise pollution, plastic, hydrocarbons, collisions, bycatch, drifting fishing gear, all play an important role in the stranding of cetaceans. Cetamada's scientific team can intervene in case of stranding to try to save the animal, collect data and protect the local population.

Photo © Cétamada



 **Institut
de l'Océan**
ALLIANCE SORBONNE UNIVERSITÉ

 **ArmorScience**

 **Céta
mada**





Code de bonne conduite Pelagos/ACCOBAMS



pour une approche respectueuse des cétacés

l'Océan c'est vivant !

Soyons exemplaires pour les
mammifères marins !

Le Code de bonne conduite, développé en collaboration avec l'Accord Pelagos et l'ACCOBAMS, est désormais traduit dans la réglementation nationale depuis 2021.

Cette réglementation définit une limite d'approche des mammifères marins à 100 m pour minimiser leur dérangement lors d'observations réalisées tant par des particuliers que par des professionnels. La nage avec les cétacés est donc interdite. Pour vous assurer du respect du Code de bonne conduite et des valeurs du Sanctuaire Pelagos, privilégiez les opérateurs labellisés High Quality Whale-Watching® et contribuez en rejoignant la communauté des Ambassadeurs Pelagos !

*Let's set an example to protect marine mammals !
The Code of Conduct, developed in collaboration with the Pelagos Agreement and ACCOBAMS, was integrated into national policies since 2021.
This regulation defines a limit of approach to marine mammals to 100 m to minimize their disturbance during observation by both individuals and professionals. Swimming with cetaceans is therefore prohibited. To ensure that the Code of Conduct and the values of the Pelagos Sanctuary are respected, choose whale watchers with the High Quality Whale-Watching® label and join the community of Pelagos Ambassadors !*

Photo © J.M. Bompar ; Equipe d'animation française du Sanctuaire Pelagos, 2021



Zone de vigilance

Zone interdite

Zone de vigilance

300 m

Règlementation en vigueur :

arrêté ministériel du 1^{er} juillet 2011 modifié et arrêté du Préfet maritime de Méditerranée n°172/2021



Allure lente et constante



Un seul bateau dans la zone de vigilance



Approche parallèle (pas devant, ni derrière)



Temps d'observation limité



Pas de nage



Pas de détection aérienne



Interruption de l'approche si nouveau-nés ou signe de perturbation

l'Océan c'est vivant !

La Voix des cachalots

En collaboration avec le professeur Hervé Glotin du LIS à Toulon, et en partenariat avec le sanctuaire Pelagos et le Parc National de Port-Cros, Longitude 181 a participé au test des bouées acoustiques Bombyx2. Ces bouées peuvent détecter la présence de cachalots ou de rorquals et avertir les navires afin d'éviter les collisions. Elles seront immergées prochainement sur 500 km de littoral Méditerranéen et assureront pour la première fois une veille acoustique 24 h/24.

Le renouveau actuel des populations de cachalots démontre que, si l'on veut, on peut changer le cours des choses et que cela ne coûte rien ! Il suffit d'arrêter d'agresser la vie sauvage pour offrir à nos enfants une mer plus riche que celle que nous connaissons aujourd'hui.

The Voice of the Sperm Whales

In collaboration with Hervé Glotin at the LIS lab in Toulon, and in partnership with the Pelagos sanctuary and the Port-Cros National Park, Longitude 181 participated in the Bombyx2 acoustic buoy test. These buoys can detect the presence of sperm whales or baleen whales and warn ships to avoid collisions. They will be soon deployed over 500 km of Mediterranean coastline and will provide 24/7 acoustic monitoring for the first time.

The current revival of sperm whale populations shows that, if you want, you can change the course of things and that it costs nothing! We just have to stop attacking wildlife to offer our children a richer sea than the one we know today.

Photo © François Sarano



l'Océan c'est vivant !

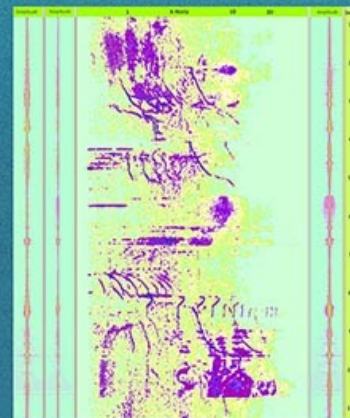
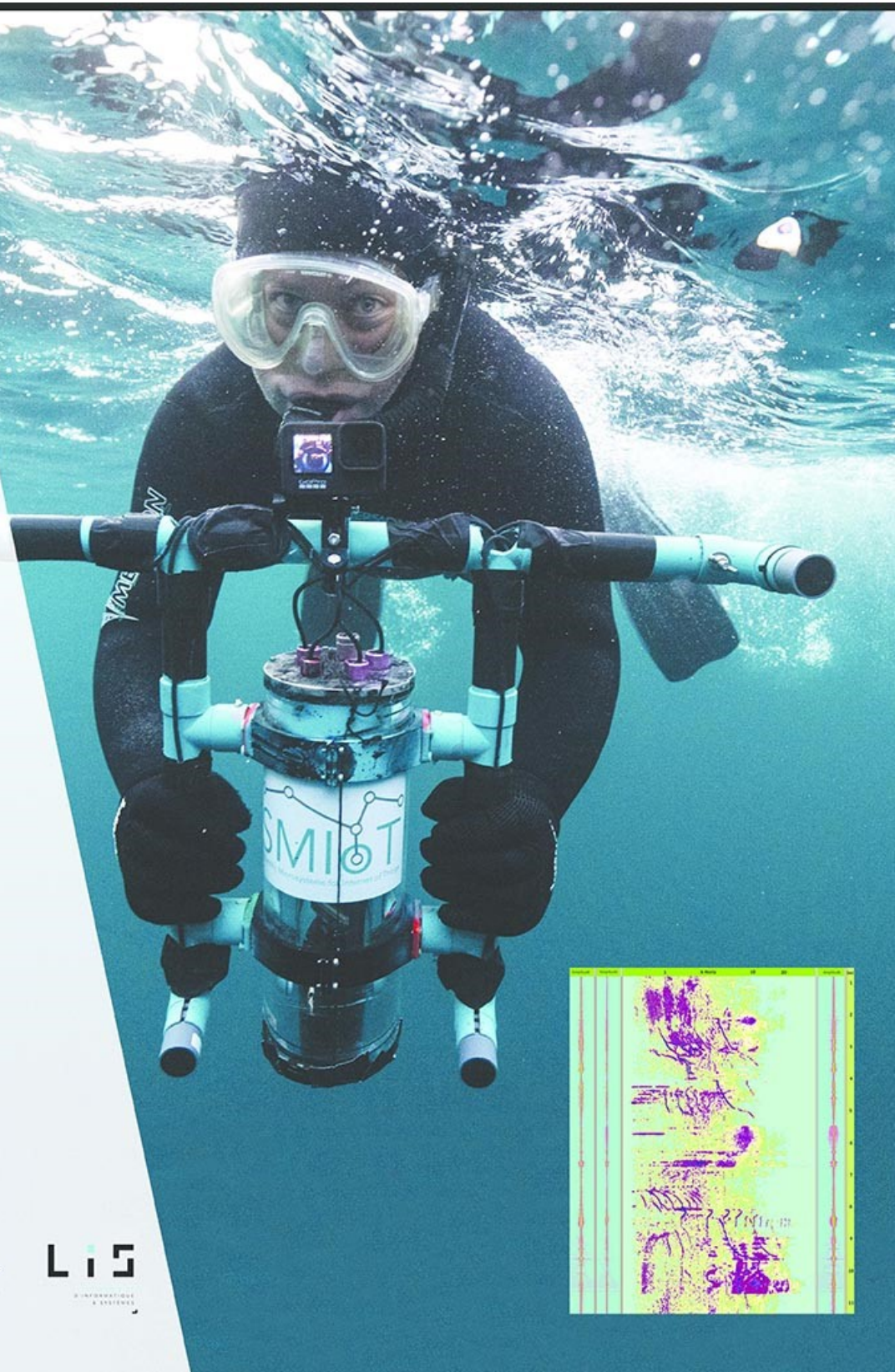
La bioacoustique sous-marine, une science qui écoute les fonds marins

La bioacoustique est la science de la mesure et de l'analyse des sons émis par le vivant, voire des communications animales. Dans ce but, le Laboratoire d'Informatique et Systèmes (LIS), avec INPS-SMIoT à Toulon, Longitude 181 et le soutien de la Mission Interdisciplinaire du CNRS, ont conçu des antennes acoustiques (haut). Par exemple, elles interceptent, localisent et analysent finement les signaux émis par les orques quand ils se coordonnent pour leur chasse collaborative aux harengs. Ces signaux sont très complexes et encore mystérieux, mais dans tous les cas magnifiques à nos oreilles (bas).

Underwater bioacoustics, a science that listens to the Oceans

Bioacoustics is the science of measuring and analyzing the sounds emitted by living species, and even animal communications. To this end, the LIS laboratory, with INPS-SMIoT at Toulon Univ., Longitude 181 and with the support of the CNRS Interdisciplinary Mission, have designed acoustic antennas (top). For example, they intercept, locate and finely analyze the acoustic signals emitted by killer whales when they coordinate during their collaborative herring hunts. These emitted sounds are very complex and ever mysterious, but in any case music to our ears (bottom).

Photo © Stéphane Granzotto



l'Océan c'est vivant !

Sculpteur de l'île Sainte-Marie

Un modèle suffit à nos artisans. Le talent de l'artiste fera le reste.

La venue des baleines à bosse à Madagascar favorise la mise en place d'activités économiques autour des mammifères marins qui génèrent des revenus directs pour les communautés locales. La population côtière est formée à des activités génératrices de revenus afin de réduire la pression anthropique sur les habitats marins.

Sculptor of Sainte-Marie Island

A model is enough for our craftsmen. The artist's talent will do the rest.

The arrival of humpback whales in Madagascar favors economic activities around marine mammals that generate direct income for local communities. The coastal population is trained in income-generating activities in order to reduce the anthropic pressure on marine habitats.

Photo © Cétamada



l'Océan c'est vivant !

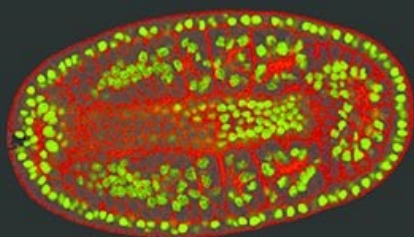
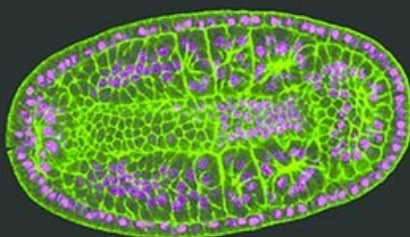
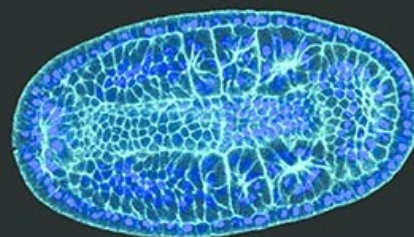
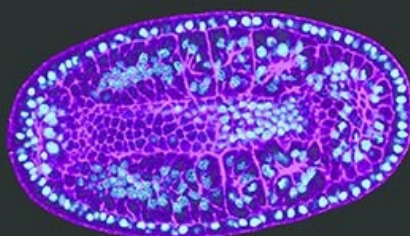
La beauté cachée de l'amphioxus dévoilée

L'amphioxus (*Branchiostoma lanceolatum*) est un petit animal marin vivant enfoui dans le sable des fonds de la mer. L'étude de son développement embryonnaire nous permet de mieux comprendre l'évolution de la forme des animaux à vertèbres comme nous. En bas : stade précoce de l'embryon (100 μm) ; au centre : embryon plus tardif (150 μm) observé au microscope confocal après marquage fluorescent des cellules ; en haut : amphioxus adulte (5 cm), la tête à droite, le dos en haut.

The amphioxus hidden beauty revealed

The amphioxus (*Branchiostoma lanceolatum*) is a small marine animal living in the sand of the sea floor. The study of its embryonic development allows us to better understand the evolution of the shape of animals with vertebrae like us. Below : early stage of the embryo (100 μm), center : later embryo (150 μm) observed with a confocal microscope after fluorescent labeling of the cells; top : adult amphioxus (5 cm), head on the right, back on top.

Photos © Lucie Subirana, Anaëli Soubigou, Hector Escriva



l'Océan c'est vivant !

Les œufs adhérents de la blennie-paon

Les soins parentaux ne sont pas l'apanage des animaux terrestres. La blennie-paon, *Salaria pavo*, vit dans les eaux peu profondes de l'Atlantique Est, de la Méditerranée et de la mer Noire.

Lors de la ponte, la femelle dépose ses œufs de préférence dans les coquilles vides de molluscs, des huîtres par exemple. Les œufs sont gardés et ventilés par le mâle. Juste avant leur éclosion, les yeux des larves sont clairement visibles dans les œufs.

*The adherent eggs of the Peacock blenny
Parental care is not limited to land animals. The peacock blenny, *Salaria pavo*, lives in the shallow waters of the Eastern Atlantic Ocean, Mediterranean and Black Sea. The female deposits her eggs preferably in the empty shells of molluscs, such as oysters. The male guards the nest and aerates the eggs. Just before hatching, the eyes of the larvae are clearly visible in the eggs.*

Photo © Nalani Schnell



l'Océan c'est vivant !

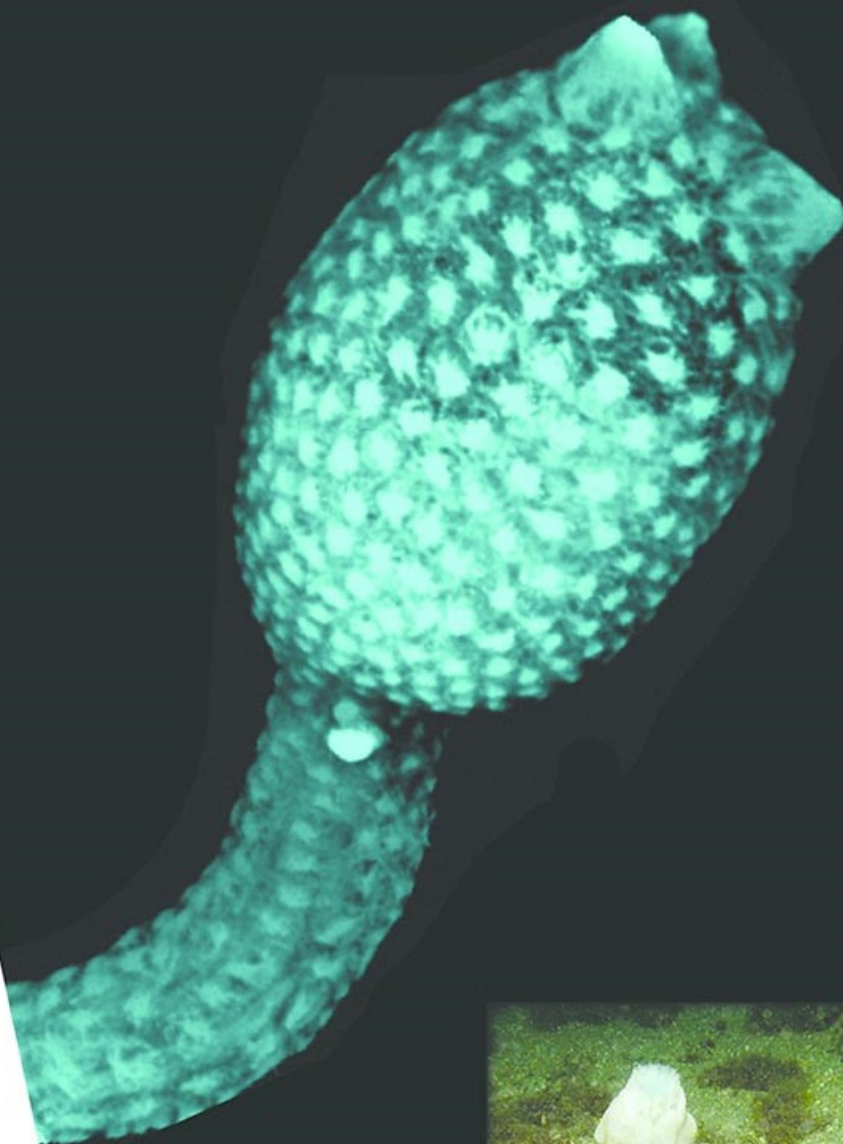
Nos proches cousines, les ascidies

L'ascidie blanche (insert), *Phallusia mammillata*, est un organisme modèle idéal qui permet aux scientifiques de mieux comprendre certains mécanismes du développement allant de la fécondation à la formation d'une larve (photo, en bleu, les microtubules qui répartissent les chromosomes lors de la division de la cellule). Accessible et doté de caractéristiques génomiques proches de l'homme, ce modèle est une mine d'informations dont les applications se retrouvent dans le domaine de la santé et de la médecine (pathologies génétiques, maladies neuro-dégénératives, cancer...).

Our close relatives, the ascidians

The white ascidian (insert), *Phallusia mammillata*, is an ideal model organism that allows scientists to better understand certain developmental mechanisms from fertilization to the formation of a larva (photo, in blue, the microtubules that distribute the chromosomes during cell division). Accessible and endowed with genomic characteristics close to those of humans, this model is a mine of information whose applications can be found in the field of health and medicine (genetic pathologies, neurodegenerative diseases, cancer...).

Photos © François Prodon, Christian Sardet, Alex Mc Dougall



l'Océan c'est vivant !

Sous les pontons, la profusion !

Dans les ports et les marinas, les supports ne manquent pas pour accueillir nombre d'algues et d'invertébrés marins qui vivent fixés sur leur substrat. Eponges, ascidies, anémones et bryozoaires se disputent le moindre centimètre carré. On compte parmi ces colons un bon nombre d'espèces non indigènes souvent amenées par les navires. On comprend pourquoi les coques de bateaux doivent éviter cette colonisation. Encore faut-il que le traitement ne soit pas nocif et préserve la vie marine, quelle soit d'ici ou d'ailleurs.

Under the pontoons, it's a profusion !

In harbors and marinas, there is no shortage of supports for the many algae and marine invertebrates that live attached to their substrate. Sponges, ascidians, anemones and bryozoans compete for every square centimeter. Among these colonists are a good number of non indigenous species often brought by ships. It is therefore understandable why the hulls of ships must avoid this colonization. However, the treatment must not be harmful and must preserve marine life, whether it is from here or elsewhere.

Photo © Wilfried Thomas



l'Océan c'est vivant !

Balade en forêt sous-marine

Ces algues qui formaient un tapis glissant à marée basse, se redressent lorsque le flux les recouvre. Elles forment alors un paysage véritablement forestier avec une strate arbustive diversifiée dominée par une canopée d'algues brunes. Celles-ci, issues d'une lignée évolutive très différente des algues vertes et des plantes terrestres, nous offrent une collection de molécules originales et utiles, comme les alginates, gélifiant répandu, ou des tanins et pigments dont les propriétés thérapeutiques sont encore largement inexplorées.

Walk in the underwater forest

These algae, which form a slippery carpet at low tide, straighten up when the flow covers them. They then form a real forest landscape with a diversified shrub layer dominated by a canopy of brown algae. These, stemming from an evolutionary lineage very different from green algae and terrestrial plants, offer us a collection of original and useful molecules, such as alginates, a widespread gelling agent, or tannins and pigments whose therapeutic properties are still largely unexplored.

Photo © Yann Fontana



l'Océan c'est vivant !

Des tombants à tomber !

Ces gorgones rouges (à droite, *Paramuricea clavata*), emblématiques de la Méditerranée, forment de belles forêts sur les récifs coralligènes, mais le réchauffement des eaux de surface les menacent. Pour étudier le recrutement de nouveaux individus, on peut utiliser des substrats artificiels comme cette plaque de céramique (à gauche) immergée durant 2 ans à 30 mètres de fond. Que ce soit à Banyuls ou sous les tropiques à Moorea (en bas), la zone crépusculaire, profonde d'une centaine de mètres et où très peu de lumière pénètre, pourrait constituer un refuge pour les espèces sensibles à la hausse des températures. Y travailler nécessite néanmoins d'utiliser des techniques sophistiquées de plongée sous-marine.

Stunning drop-offs !

These red gorgonians (right, *Paramuricea clavata*), emblematic of the Mediterranean, form beautiful forests on coral-ligenous reefs. But the warming of surface waters threatens them. To foster the growth of new individuals, artificial substrates can be used, such as this ceramic plate (left) immersed for 2 years at 30 meters depth. Whether in Banyuls or in the tropics in Moorea (below), the twilight zone, which is about 100 meters deep and where very little light penetrates, could be a refuge for species sensitive to the rise in temperature. However, working in these depths requires the use of sophisticated scuba diving techniques.

Photos © Bruno Hesse, Aldo Ferrucci/Under the Pole



l'Océan c'est vivant !

Citoyens et citoyennes du monde

Les écosystèmes marins et côtiers font face à de nombreuses perturbations, comme l'acidification et le réchauffement de l'eau ou encore la surexploitation des ressources. Les êtres humains continuent à polluer l'Océan en l'étouffant : 256 kilos de déchets plastiques y sont déversés chaque seconde. Le rôle de la société civile dans la protection de l'Océan est primordial. Chacun peut agir, même en étant à des centaines de kilomètres de la mer, car la pollution des milieux marins commence dans nos villes, nos cours d'eau et nos rivières. Les prélèvements nous aident à collecter des données sur la présence de polluants bactériologiques ou chimiques en rivière.

Citizens of the world

Marine and coastal ecosystems are facing many disturbances, such as acidification, warming of the water and resources' overexploitation. Human beings continue to pollute the ocean by smothering it : 256 kilos of plastic waste are dumped every second. The role of civil society in protecting the ocean is essential. Anyone can act, even if they are hundreds of kilometers from the sea, because pollution of the marine environment begins in our cities and our rivers. Samples help us collect data on the presence of bacteriological or chemical pollutants in rivers.

Photo © Surfrider Foundation Europe





Ville de Paris - Quais de Seine - Fév 2022
Cité Internationale Universitaire de Paris - Jul 2022
Campus Océan - Sorbonne Université - Oct 2022
Chine - Ambassade de France - Nov 2022
Armor Science - Lannion - Sep 2024
Ville de Nice - Sep 2024
Villefranche sur Mer - Sep 2024



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

Merci !



Cette exposition est née d'une idée originale d'**Olivier Adam**, spécialiste de l'acoustique sous-marine à l'Institut Jean le Rond d'Alembert, et de son réseau de collaborateurs scientifiques et associatifs. Avec le soutien sans faille de **François Lallier** et de l'Institut de l'Océan de l'Alliance Sorbonne Université, le projet, labellisé par la **Décennie des Nations Unies pour les sciences océaniques au service du développement durable**, a été soumis à la Ville de Paris et...retenu !

Plusieurs réunions de coordination ont bien sûr été nécessaires pour choisir et collecter les différentes photographies qui composent cette exposition, avec un double objectif partagé: **émerveiller et alerter tous les publics**. Merci à tous ceux qui ont participé à ces réunions: Alain, Boris, Catherine, David et David, Elisabeth, François, Frédéric, Henry, Hervé, Isaure, Jean-Luc, Karine, Lorenzo, Marielle, Marion, Maurane, Olivier, Patrice, Sabine, Stéphanie et Stéphanie, Wilfried, Yves



Un très grand merci aux photographes qui ont bien voulu nous autoriser à exposer leurs oeuvres, par ordre alphabétique : Laurent Ballesta, Gaby Barathieu, S. Barnier, J.-M. Bompar, Cetamada, Joël Detchevry, John Dolan, Hector Escriva, Aldo Ferrucci, Yann

Fontana, Cécile Gicquel, Pierre Gleizes, Stéphane Granzotto, Bruno Hesse, Jean-Luc Jung, Alex Mc Dougall, Miraceti, François Pradon, François Sarano, Christian Sardet, Nalani Schnell, Sea Sheperd, Anaël Soubigou, Lucie Subirana, Surfrider, Wilfried Thomas.



Et un coup de chapeau à **Céline Paletta** de la Direction Recherche et Valorisation FSI -Sorbonne Université pour son aide précieuse

dans la mise en page et la réalisation finale des affiches.

Bravo l'artiste !



Enfin, last but not least, pour nous avoir soutenu sur le plan logistique et financier, nous remercions de tout coeur Victoire et Thomas à la **Ville**

de Paris et Christophe et Sébastien à l'**Institut de l'Océan** de l'Alliance Sorbonne Université