

RAPPORT
D'ACTIVITÉ
DU CRIOBE

OFAI N°26

2022

2023



L'OFAI est le rapport d'activités du Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement UAR3278.
Il est réalisé tous les deux ans depuis 1982.
Le numéro 26 présente un état de l'unité et des projets à la fin de l'année 2023.



Pierre Sasal
Directeur du CRIOBE

■ Le Criobe est une institution connue et reconnue au-delà de la Polynésie française depuis maintenant plus de 50 ans et c'est pour moi à la fois une grande fierté mais aussi un enjeu personnel d'en prendre la direction en 2024. Bien sûr la Polynésie et le Criobe ne sont pas pour moi une page blanche où tout doit être écrit. Mes premières collaborations avec le Criobe datent du siècle dernier que j'ai finalement intégré en 2006, puis je suis arrivé en Polynésie française en 2008, j'étais alors le premier chercheur du CNRS affecté au Criobe en Polynésie.

Depuis, le centre a connu une croissance exponentielle sous l'impulsion de ses directeurs successifs. Aujourd'hui plus de 120 personnes sont sur l'organigramme du laboratoire, situé en Polynésie française, mais également à Perpignan (base arrière principale de l'unité hébergeant la moitié du personnel), à Paris à la Maison de l'Océan et depuis peu à Mayotte. La visibilité nationale et internationale du Criobe est établie au travers de ses nombreuses collaborations, de l'attractivité de sa Station d'Écologie Expérimentale appartenant au Réseau des stations d'Écologie Expérimentales du CNRS, de ses suivis long termes uniques révélant les vagues successives de récifs coralliens parfois en bon état ou décimés par des attaques d'étoiles de mer, des températures élevées ou des cyclones. Aujourd'hui ces pressions se font de plus en plus fréquentes, résultat d'un changement global prégnant et entraînant des modifications profondes et parfois irréversibles des communautés peuplant les récifs coralliens.

Si les écosystèmes évoluent, la recherche aussi. Pendant des années la description, l'étude et le suivi des milieux et des communautés de poissons et de coraux étaient au centre des préoccupations des scientifiques du Criobe. Aujourd'hui, la prise de conscience est générale qu'il y a nécessité d'étudier aussi le continuum Terre-Mer, d'appréhender de façon globale

les socio-écosystèmes insulaires tropicaux en prenant en compte, le bassin versant et son effet sur les lagons et sur le récif. Mais la recherche du Criobe se veut aussi plus proche des attentes des populations, au travers d'une co-construction des programmes de recherche visant à mettre en œuvre des solutions basées sur la nature pour et avec les populations locales, leur bien-être et pour accompagner un développement durable de ces socio-écosystèmes riches mais fragiles, soumis à des pressions sans cesse croissantes.

Nombreuses sont les initiatives visant à atténuer ces effets anthropiques sur les communautés de coraux et elles ne peuvent qu'être bénéfiques pour les générations futures par leur effet sensibilisateur sur la fragilité et la nécessité de protéger les récifs coralliens. Néanmoins, la réelle efficacité en termes de restauration n'est que rarement évaluée et trop souvent limitée dans l'espace et dans le temps. La recherche menée au Criobe, parce qu'elle est pérenne, se doit de pouvoir évaluer de façon scientifique et objective le bénéfice réel pour les socio-écosystèmes, en ayant une approche écosystémique intégrée et accompagner ces initiatives au bénéfice de tous.

C'est dans cette dynamique insufflée par les générations successives de scientifiques et d'étudiants du Criobe (dont certains sont maintenant les décideurs des services locaux) que je souhaite insérer mon mandat de directeur. Je bénéficie, aux côtés des chercheurs et enseignants-chercheurs de grande renommée, d'une équipe technique d'accompagnement et d'accueil motivée et de qualité, qui suit au quotidien les stagiaires dans l'avancement de leurs travaux et pour les former aux enjeux qui menacent les socio-écosystèmes insulaires tropicaux.

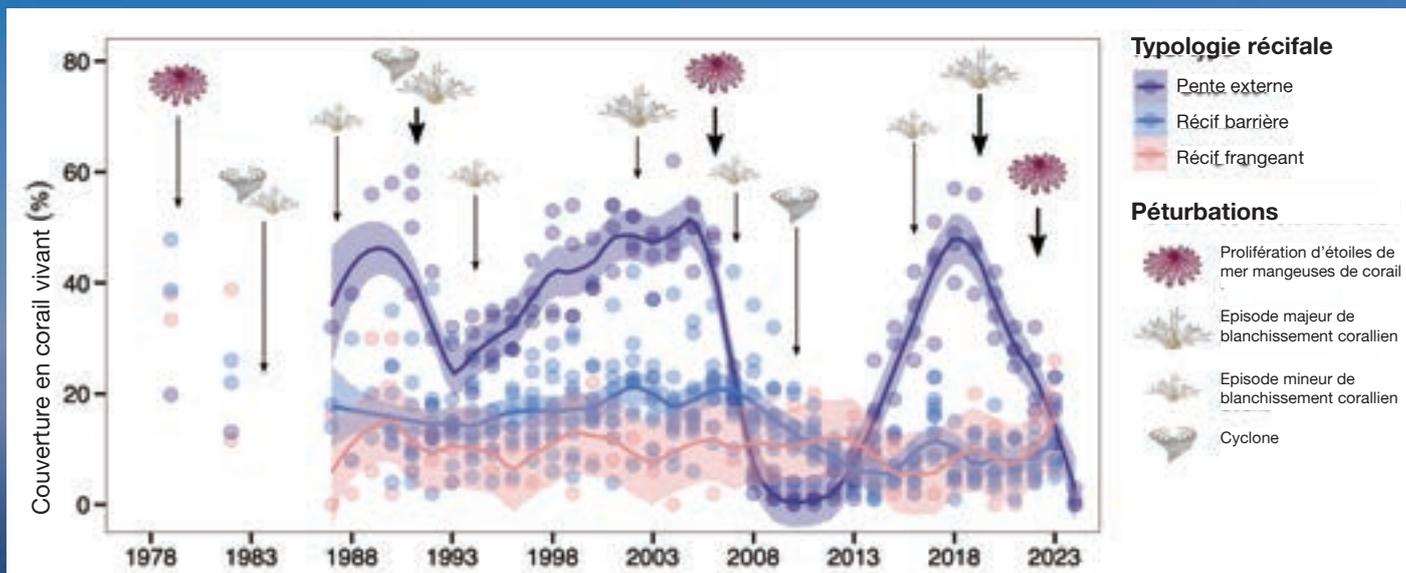
Pierre Sasal

DES ÉCOSYSTÈMES FRAGILES DE LA TERRE À LA MER

L'approche scientifique du Criobe est non seulement écosystémique au niveau des récifs coralliens, mais elle prend en compte le continuum Terre-Mer, du sommet de la montagne jusqu'à la pente externe des îles. ~~~~~●

■ Les écosystèmes insulaires tropicaux sont considérés comme un des joyaux de la Planète, mais leur fragilité en fait aussi les sentinelles de pressions anthropiques sans cesse grandissantes, mettant en danger leur stabilité et leur fonctionnement. Ces îles, le plus souvent de taille modeste, abritent néanmoins une grande part de la biodiversité terrestre et marine, avec des taux d'endémismes élevés compte tenu de leur isolement qui a favorisé l'évolution des espèces au cours du temps. Ces particularités en font des écosystèmes, certes fragiles, mais aussi avec une capacité de résilience parfois insoupçonnable. Les études menées sur le long terme en Polynésie ont permis de mettre en évidence des

cycles de retour à un équilibre climacique des récifs coralliens variant de 10 à 15 ans après une succession de pressions anthropiques. Cependant, aujourd'hui ces écosystèmes doivent faire face à des atteintes massives de leur biodiversité beaucoup plus fréquentes : vagues de chaleur entraînant le blanchissement des coraux, invasions régulières des étoiles de mer mangeuses de corail, cyclones ou apports terrigènes massifs lors d'événements météorologiques extrêmes. C'est pour cela qu'aujourd'hui notre approche doit être non seulement écosystémique au niveau des récifs coralliens, mais elle doit aussi prendre en compte le continuum Terre-Mer du sommet de la montagne jusqu'à la pente externe des îles.



Aujourd'hui les écosystèmes coralliens doivent faire face à des atteintes massives de leur biodiversité beaucoup plus fréquentes : vagues de chaleur entraînant le blanchissement des coraux, proliférations régulières des étoiles de mer mangeuses de corail, cyclones ou apports terrigènes massifs lors d'événements météorologiques extrêmes. L'année 2023 montre une perte corallienne, sur la pente externe, sans précédent depuis les suivis mis en place par le Criobe ©Daphnée Cortese

■ Les récifs coralliens font face à une diminution importante de leur surface dans le Monde, à tel point que l'on estime à 25% la surface de récifs disparue ces 20 dernières années et les prédictions pour les années à venir ne sont pas optimistes compte tenu du fait que 50% de la surface des récifs coralliens est déjà dans un état critique. Bien sûr, la raison principale de cette diminution est le réchauffement global qu'il est difficile de contrer localement sans une prise de conscience et des actions au niveau mondial. Néanmoins, il est de notre devoir de scientifiques d'aider les politiques locales, nationales et internationales à prendre les bonnes décisions pour faire face à cette situation d'urgence écologique à laquelle sont confrontés les écosystèmes insulaires tropicaux.

L'accompagnement par les équipes du Criobe doit se faire au travers d'actions de recherche innovantes permettant d'évaluer les initiatives de restauration menées par la société civile, par des actions

de sciences participatives et qui le plus souvent partent d'un bon sentiment mais qui n'ont qu'un effet très limité voir contre-productif si elles ne sont pas accompagnées d'une approche écosystémique et d'une réflexion issue de résultats scientifiques. Aujourd'hui, la diminution du corail vivant n'a pas seulement d'effet sur la diversité de l'écosystème, mais elle entraîne un développement massif d'algues invasives ou proliférantes et une modification des communautés de poissons associées aux récifs coralliens avec des conséquences qui peuvent être dramatiques sur le fonctionnement de l'écosystème dans son ensemble mais aussi sur les populations locales qui en dépendent. Les actions de recherche doivent permettre d'apporter des réponses aux gestionnaires pour mettre en place des mesures d'atténuation des effets des pressions anthropiques afin d'aboutir à une coexistence harmonieuse entre l'être humain et la nature pour le bien être des générations futures.



LA RECHERCHE

Programme 1	9
Programme 2	13
Programme 3	17
Programme 4	21
L'à venir	26
Valorisation de la recherche	28

LES TEMPS FORTS

Agenda 2022-2023	31
Les missions de la barge	32
Tatakoto, une zone marginale	34
Taiaro l'atoll fermé	36
Mayotte, la phytochimie	38
L'Acanthaster, une menace épineuse	40

LES INFRASTRUCTURES

Les sites	45
Les fonctions d'appui	46

SOMMAIRE

STRUCTURES FÉDÉRATIVES ET RÉSEAUX	●
Les structures fédératives	51
Les réseaux	53
ENSEIGNEMENTS ET SENSIBILISATION	●
Enseignements	55
Sensibilisation	59
L'ÉQUIPE CRIOBE	●
La gouvernance	63
Le personnel 2022-2023	65
La reconnaissance et les distinctions	68
Les publications majeures 2022-2023	70
Les thèses et les diplômes	72
Les partenaires	74

LA RECHERCHE





PROGRAMME 1 INTERACTIONS ET MÉDIATION CHIMIQUE

■ Ce programme est consacré à l'étude des interactions et de la communication chimique entre les organismes des récifs coralliens afin de mieux comprendre le rôle que jouent les produits chimiques et les milieux odorants dans la structure et le fonctionnement des récifs coralliens, ainsi que l'impact des modifications de l'environnement sur ces processus chimiques.

Les récifs coralliens sont des points chauds pour la biodiversité, de nombreuses espèces interagissant les unes avec les autres et avec leur environnement physique. Ces interactions sont principalement basées sur des échanges moléculaires. La recherche d'un abri, de la sécurité, de la nourriture et d'un partenaire de reproduction sont soumises à des interactions chimiques complexes et mettent en évidence le rôle que joue la chimie dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes récifaux.

Pour les récifs coralliens, l'étude des biomolécules et de leur rôle dans les interactions biologiques en est encore à ses balbutiements. Les concepts de « molécules essentielles » et de paysage olfactif ou « paysage odorant » sont relativement nouveaux, mais les récents progrès de la chimie analytique et de la métabolomique nous permettent de combler certaines lacunes dans les connaissances.

COORDINATION



Maggy Nugues
EPHE-PSL



Isabelle Bonnard
UPVD

PLATEFORMES TECHNIQUES

- Bio2Mar
- SEE-Moorea
- Chimie
- Histologie
- Biologie moléculaire
- Optique

MEMBRES

- 16 Chercheur.es
- 13 Ingénieur.es
- 9 Technicien.nes
- 15 Doctorant.es



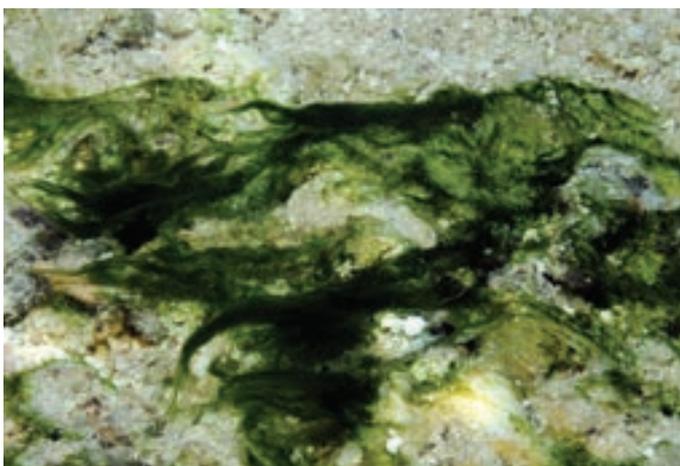
DÉVELOPPEMENT DE BIOINDICATEURS POUR ÉVALUER LA SANTÉ DES JUVÉNILES DE POISSONS ÉVOLUANT AU SEIN D'INFRASTRUCTURES ISSUES DES RESTAURATIONS ÉCOLOGIQUES DES PORTS ET MARINAS

Les ports et les marinas sont reconnus comme des solutions partielles au problème de la diminution des ressources halieutiques. Ces infrastructures attirent des poissons côtiers à l'état juvénile post-larvaire, fournissant refuge et nourriture de manière similaire aux zones côtières, surtout lorsqu'elles sont équipées de récifs artificiels qui complexifient le milieu. Les travaux de restauration dans les ports se basent sur le postulat que la survie des juvéniles de poissons est dépendante de la qualité physique de l'habitat et que la part liée à la contamination chimique ou l'eutrophisation du milieu, est faible. Or, ces infrastructures sont impactées par des polluants qui peuvent s'accumuler dans les poissons et impacter leur état de santé. Ainsi, l'objectif de ce projet est d'approfondir l'étude de comment la qualité de l'eau affecte la physiologie des juvéniles qui se développent dans les ports. Ce projet interdisciplinaire et novateur vise à poser les bases pour élaborer des bioindicateurs de l'état de santé des poissons côtiers dans ces environnements. Ces indicateurs seront basés sur l'analyse des empreintes chimiques et biologiques des poissons, incluant leur métabolome et leur microbiote. Une étude holistique sera menée sur 2 sites contrastés (en zone portuaire et sur un site préservé) afin de caractériser les niveaux de concentrations de polluants (métaux, xénobiotiques organiques et agents microbiens) dans le milieu et leur bioaccumulation dans les poissons pendant la période de post-recrutement.

Comment la qualité de l'eau affecte-t-elle la physiologie des jeunes organismes marins qui grandissent dans les ports ?

L'analyse par modélisation statistique de la réponse physiologique au cours du recrutement permettra de mieux comprendre l'impact de ces milieux sur la santé des poissons. Le développement d'indicateurs fiables pour évaluer et surveiller l'état de santé des poissons côtiers pourrait s'avérer crucial pour l'optimisation des mesures de restauration écologique des ports et marinas apportant de nouvelles mesures de surveillance à celles déjà existantes.

CONTACTS : Carmen Palacios (CEFREM),
Isabelle Bonnard (UPVD-CRIOBE)
PARTENAIRES : Le parc marin du Golfe du Lion,
Capitainerie du port de Port-Vendres
FINANCEMENTS : UPVD et FREE



TAPIS DE CYANOBACTÉRIES BENTHIQUES ET LEURS EFFETS SUR LA SURVIE DES RECRUES CORALLIENNES

Les tapis de cyanobactéries benthiques (BCM) deviennent de plus en plus abondants sur les récifs coralliens du monde entier. Notre équipe a étudié les effets allélopathiques de la cyanobactérie benthique *Anabaena sp.1* sur les larves du corail *Pocillopora acuta*. Cette cyanobactérie est abondante sur les récifs coralliens de nombreuses zones tropicales et subtropicales du monde entier, dont Moorea, et produit des lipopeptides cycliques majeurs de la famille des laxaphycines aux propriétés cytotoxiques.

Nous avons constaté que l'extrait brut d'*Anabaena* réduit à la fois la survie et l'établissement des larves et que la laxaphycine B réduit l'établissement, contrairement à la laxaphycine A. Lorsque les larves sont exposées à la fois aux laxaphycine A et B, on observe une réduction de la survie et de l'établissement des larves.

Pour évaluer le potentiel de la cyanobactérie à affecter le recrutement corallien dans l'environnement naturel, nous avons mesuré les concentrations de laxaphycine *in situ* à différentes distances des tapis d'*Anabaena* à travers des gradients horizontaux et verticaux pendant deux périodes sur les récifs frangeants de Moorea. Les concentrations de laxaphycine A et B augmentent avec la proximité des tapis d'*Anabaena*, les concentrations étant systématiquement supérieures aux seuils LC50

Comprendre les communautés benthiques pour faire une restauration efficace

et EC50 à une distance de 1 cm des tapis. À notre connaissance, il s'agit de la première étude qui établit le lien entre la toxicité des substances allélochimiques cyanobactériennes pour les larves de coraux et leurs concentrations naturelles de toxines sur le terrain et qui démontre un impact combiné entre deux métabolites cyanobactériens sur les larves d'invertébrés marins.

CONTACT : Maggy Nugues (EPHE-CRIOBE)
PARTENAIRES : Isabelle Bonnard (UPVD-CRIOBE)
FINANCEMENTS : ANR CORAL MATES (2018-2024)

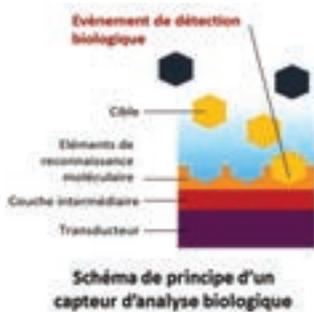
RESTAURATION ÉCOLOGIQUE DES RÉCIFS CORALLIENS

Malgré l'accélération de la recherche dans le domaine de la restauration des coraux, les nouveaux matériaux (par exemple, les biomatériaux) et les nouvelles technologies (par exemple, l'impression 3D et 4D) ont été à peine explorés. Ces nouvelles technologies et matériaux pourraient être utilisés sur les récifs artificiels pour favoriser le recrutement des coraux. Camille Leonard, doctorante à l'EPHE, et l'équipe CoralMates ont comparé l'efficacité de huit matériaux innovants et de deux matériaux couramment utilisés comme substrats de recrutement pour les coraux. Des tuiles composées de ces différents matériaux ont été déployées pendant 6 mois lors d'événements majeurs de ponte des coraux sur l'avant récif de Moorea. Les résultats ont montré que plusieurs matériaux innovants tels que le béton imprimé en 3D, le PVC recouvert de chitosan, le polymère de fibre de verre et l'acide polylactique à base de lin sont des matériaux prometteurs pour une utilisation en tant que substrats de recrutement corallien sur les récifs artificiels. Nous avons constaté que les matériaux qui sont durables et abritent des microsillons soutiennent efficacement un recrutement corallien élevé. De plus, la composition des communautés benthiques colonisant les tuiles a fortement influencé le recrutement corallien. Les matériaux favorisant le recrutement d'algues rouges encroûtantes non coralliennes ont découragé le recrutement corallien, tandis que les matériaux colonisés par des algues turf minces (<5 mm de hauteur) et des foraminifères encroûtants ont favorisé un recrutement corallien élevé.

CONTACT : Maggy Nugues (EPHE-CRIOBE)
PARTENAIRES : Laetitia Hédouin (CNRS-CRIOBE),
Seaboo et TotalEnergies
FINANCEMENTS : ANR CORAL MATES

SURVEILLANCE DE LA QUALITÉ DES EAUX : ENJEUX DES CAPTEURS ANALYTIQUES

La mise en place d'un réseau efficace de surveillance de la qualité des eaux est un enjeu majeur. Les méthodes actuelles (prélèvement, transport et analyse en laboratoire) sont coûteuses et chronophages. L'utilisation de plateformes autonomes (robot aquatique, balise fixe) intégrant des capteurs est très prometteuse, car elle permet de surveiller sur le terrain, en temps réel, de manière autonome la concentration de différents contaminants. Le fonctionnement d'un capteur analytique est basé sur deux événements :



1. Reconnaissance moléculaire : le capteur doit détecter la cible pour laquelle il a été conçu. La reconnaissance est réalisée par des espèces greffées sur la surface du capteur (anticorps, aptamères) qui ont la propriété de se lier aux contaminants lorsqu'ils les rencontrent.
2. Transduction : Le capteur va traduire l'événement de reconnaissance par un signal physique (électrique, optique) qui permettra de déterminer la concentration du contaminant.

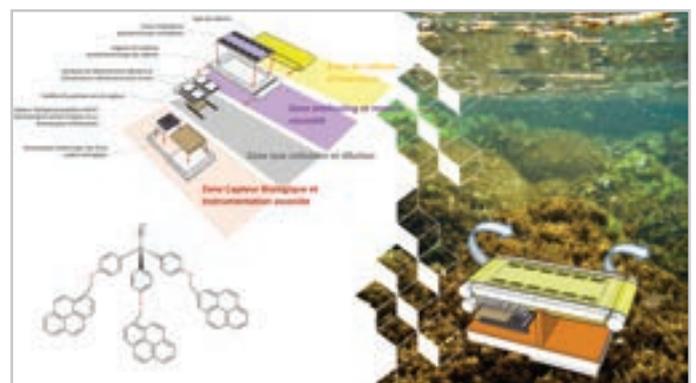
Le Criobe a initié en 2022 une collaboration avec le Laboratoire d'Électronique et de Technologie de l'Information du CEA (ou CEA-Leti), ainsi que la société Grapheal, qui développent des biocapteurs avec des éléments de reconnaissance greffés sur des puces de graphène qui assureront la partie transduction. Le graphène a comme avantage d'être très conducteur et très robuste ce qui en fait un support très prometteur dans le domaine des capteurs. Le greffage des anticorps sur la surface de graphène peut être réalisé de manière très efficace grâce à l'utilisation d'agents de greffage possédant trois pieds qui s'adsorbent à la surface de graphène et une tête qui permet de s'accrocher aux anticorps. Ces « tripodes » ont comme avantages, sur leurs concurrents, d'être capables de préserver

les capacités de reconnaissance moléculaire des anticorps greffés à la surface du graphène et ont démontré être des candidats très prometteurs pour fabriquer des capteurs combinant graphène et anticorps.

Les équipes du Criobe cherchent à développer de nouveaux agents de greffage tripodaux afin d'optimiser l'efficacité des capteurs obtenus. Ainsi, elles tentent d'évaluer l'influence de la longueur et la rigidité des "jambes" du tripode ainsi que la structure de la "tête" qui permet d'accrocher l'anticorps. Les scientifiques envisagent également de réticuler les tripodes une fois déposés, afin d'augmenter la stabilité de la couche de greffage obtenue.



Ces travaux se déclinent en 2 projets. Le projet DEZAC est cofinancé par la région Occitanie et a conduit au recrutement en thèse de Mohammed Danish Alhindi. Il vise l'obtention de nouveaux tripodes afin d'y greffer des anticorps pour suivre la concentration en Norovirus responsables des épisodes de gastroentérite lors de la consommation de coquillages.



Le second projet, SIQUOMOR en collaboration avec le LOV et le LBDV, est quant à lui financé par l'ANR et a conduit au recrutement d'Ahmed Mehdi Debela en tant que postdoctorant, qui essaie de réduire au maximum la longueur des tripodes afin de gagner en sensibilité dans l'optique d'une quantification du stock de micro-algues toxiques de type *Ostreopsis* dans l'eau de mer.

CONTACT : Gad Fuks (UPVD-CRIOBE)
PARTENAIRES : le CRIOBE, le CEA, le LOV, Grapheal et le LBDV
FINANCEMENT : ANR et Région Occitanie

PROGRAMME 2 LE DÉFI DES ORGANISMES RÉCIFIAUX DANS UN MONDE CHANGEANT

■ Ce programme a pour objectif de décrire, de comprendre et d'anticiper les changements auxquels les organismes récifaux seront confrontés au cours des prochaines années. Les enseignements tirés de cette recherche fourniront une base scientifique solide à partir de laquelle les décisions de gestion de la conservation, de restauration et de planification côtière pourront être prises.

Les humains ont un impact profond sur notre planète. Les récifs coralliens sont à la pointe de ce changement. Il n'y a plus de doute qu'à la fin de ce siècle, les récifs coralliens seront très différents de ceux qui existent aujourd'hui. Même si nous réduisons maintenant les émissions de CO₂, un changement rapide du climat est déjà en cours, avec de graves conséquences pour les récifs coralliens. Aujourd'hui, il est primordial de suivre le devenir des espèces, identifier les mécanismes biologiques

qui modifient leur diversité et évaluer la capacité d'adaptation des organismes du récif. La fréquence, l'intensité et la diversité des changements environnementaux d'aujourd'hui constituent une menace directe pour la survie des organismes de récifs. Néanmoins, les émissions de CO₂ ne sont pas les seuls facteurs de changement de l'environnement : un développement côtier intense a transformé les côtes et devient un phénomène particulièrement préoccupant pour les récifs coralliens.

COORDINATION



Laetitia Hédouin
CNRS



Suzanne Mills
EPHE-PSL



Benoît Pujol
CNRS

PLATEFORMES TECHNIQUES

- Bio2Mar
- SEE-Moorea
- Histologie
- Biologie moléculaire
- Optique

MEMBRES

- 21 Chercheur.es
- 11 Ingénieur.es
- 9 Technicien.nes
- 8 Doctorant.es



LA RÉALITÉ VIRTUELLE AU SERVICE DE L'ÉCOLOGIE CORALLIENNE

Une étude en réalité virtuelle a été menée au CRIOBE afin de comprendre l'effet de la couleur des poissons dans la reconnaissance visuelle des congénères par les juvéniles de poissons de récifs coralliens. Après l'éclosion, les larves de poissons chirurgiens (*Acanthurus triostegus*) passent environ deux mois dans l'océan avant de traverser le récif corallien pour recruter dans le lagon, choisissant généralement un habitat récifal spécifique déjà habité par des congénères. Pour former des groupes, les juvéniles doivent être capables de reconnaître ces congénères, même si certains d'entre eux ont un morphotype légèrement différent. Une plateforme de réalité virtuelle a été conçue pour collecter les réactions comportementales des juvéniles à des stimuli visuels contrôlés et totalement immersifs. Nous avons testé quels paramètres visuels influençaient la reconnaissance lorsque les juvéniles devaient choisir entre deux bancs virtuels de chirurgiens adultes présentés sur les côtés opposés de l'aquarium, chacun avec des motifs de couleur spécifiquement manipulés. Les résultats ont montré que la forme du poisson adulte était plus importante que les motifs et les couleurs pour le choix des juvéniles. Ces résultats soulignent l'importance de mieux comprendre les mécanismes de reconnaissance visuelle chez les poissons des récifs coralliens.

CONTACT : David Lecchini (EPHE-CRIOBE),
PARTENAIRES : Univ. d'Aix-Marseille
FINANCEMENTS : ANR

Comprendre l'effet de la couleur dans la reconnaissance visuelle des congénères



Apporter une standardisation d'échantillonnage et d'analyse

ADN ENVIRONNEMENTAL : VERS UN INVENTAIRE EXHAUSTIF DE LA BIODIVERSITÉ

Du fait de la grande diversité des espèces, il est difficile de réaliser un inventaire complet des récifs coralliens avec les méthodes traditionnelles. L'approche basée sur l'analyse de l'ADN environnemental, certes avec certaines limites, représente sans nul doute l'avenir pour le suivi de la biodiversité pour des approches comparatives spatio-temporelles. Cette méthode de détection a l'avantage de permettre le recensement des espèces de petite taille, rares, ou dont le comportement est discret, mais elle apporte surtout une standardisation d'échantillonnage et d'analyse. Le projet porte sur la mise en place d'un protocole complet (de l'échantillonnage aux analyses bio-informatiques) standardisé, adapté et complémentaire aux suivis déjà existants dans les récifs coralliens de Polynésie et du Pacifique. Cela inclut le développement d'un robot de filtration et un séquençage avec un approche Nanopore adaptée aux analyses *in situ* dans des laboratoires de terrain.

CONTACT : Serge Planes (CNRS-CRIOBE)
FINANCEMENTS : ANRT



L'observation et la compréhension des effets du changement climatique sur l'environnement corallien sont au cœur de ce projet unique !

PROJET 'ATOTI : POTENTIEL D'ADAPTATION AUX MODIFICATIONS ENVIRONNEMENTALES

La dégradation de l'habitat corallien est omniprésente. L'impact des modifications environnementales sur les fonctions cruciales pour l'écosystème assurées spécifiquement par certaines espèces est avéré. Cependant, ce rôle fonctionnel et écologique peut-il évoluer ? S'adapter ? Ce constat est d'autant plus critique pour les poissons vivant au sein des branches de coraux, car cet habitat se dégrade un peu plus chaque année.

Les objectifs du projet 'ATOTI sont de :

1. étudier les effets de la dégradation de l'habitat sur l'abondance des populations naturelles de poissons planctonophages sur le long terme ;
2. évaluer la réponse fonctionnelle rapide et sur le long terme des poissons à la dégradation de l'habitat ;
3. évaluer le potentiel adaptatif des populations naturelles et son maintien, ou sa perte à plus ou moins long terme ;
4. évaluer la capacité des populations saines à réensemencer des récifs dégradés.

Afin d'étudier les mécanismes de réponse des poissons coralliens planctonophages aux modifications environnementales, des approches en écologie marine, en écologie fonctionnelle, en génétique quantitative et en génomique sont utilisées. Ce projet a pour ambition de tester l'hypothèse selon laquelle les poissons planctonophages ont le potentiel de s'adapter aux modifications environnementales rencontrées dans les récifs coralliens, tout en maintenant leur rôle clé au

sein de l'écosystème. Cette hypothèse est évaluée à Moorea, en Polynésie française, en utilisant le poisson demoiselle bleu-vert, *Chromis viridis*, comme modèle d'étude.

La question d'intérêt crucial est de comprendre les enjeux autour des mécanismes de réponse et d'adaptation des poissons coralliens planctonophages face aux modifications environnementales. Une des grandes forces de ce projet est son interface pluridisciplinaire qui mêle écologie marine, écologie fonctionnelle, génomique et génétique quantitative avec une approche évolutionnaire. L'observation et la compréhension des effets du changement climatique sur l'environnement corallien sont au cœur de ce projet. La rareté des études en génétique quantitative en milieu marin et surtout dans les récifs coralliens font de ce projet un projet unique.

Première mission d'échantillonnage en octobre 2023 :

- à Moorea (Polynésie française)
- 4 sites échantillonnés sur les 10 prévus par le projet
- analyse abiotique : température, salinité,
- évaluation biotique : nutriments et plancton, estimation du recouvrement corallien
- une trentaine de colonies de *Chromis viridis*
- au sein de coraux blanchis, dégradés ou sains
- 496 individus échantillonnés

CONTACT : Benoît Pujol (CNRS-CRIOBE)



PROLIFÉRATION DE TARAMEA : UN PHÉNOMÈNE NATUREL QUI S'INTENSIFIE

Une prolifération de Taramea a commencé au milieu de l'année 2023 autour de l'île de Moorea. Elle s'est propagée du récif extérieur au lagon. Des foyers similaires ont été observés à Rangiroa et Tikehau au milieu de l'année 2023 et à Fakarava, Manihi et Bora Bora à partir de la fin de l'année 2023.

Les étoiles de mer à couronne d'épines (CoTS en anglais ou Taramea en tahitien) sont présentes de la mer Rouge à l'Indo-Pacifique et appartiennent au complexe d'espèces *Acanthaster* avec quatre clades reconnus :

1. l'espèce de Polynésie française et de l'ensemble du Pacifique est désormais considérée comme *Acanthaster cf. solaris*,
2. l'espèce de la mer Rouge est *Acanthaster benziei* ;
3. l'espèce du sud de l'océan Indien est *Acanthaster mauritiensis* ;
4. l'espèce du nord de l'océan Indien est *Acanthaster planci stricto sensu*.

Les Taramea présentent des cycles d'expansion et de récession impliquant des augmentations rapides de la densité de la population, atteignant jusqu'à 15 000 étoiles de mer.ha⁻¹ pendant les « proliférations », suivies d'un état « sans prolifération » où les densités de Taramea sont généralement de 1 à 10 étoiles de mer.ha⁻¹. On estime qu'une Taramea consomme 5 à 12 m² de surface corallienne par an, ce qui en fait l'un des corallivores les plus efficaces et les plus prolifiques. Cette réduction de la couverture corallienne par les Taramea entraîne une augmentation de la couverture algale et des effets en cascade sur les invertébrés benthiques des récifs coralliens et les assemblages de poissons. On estime que les proliférations de Taramea sont

responsables d'une réduction moyenne de 45 % de la couverture corallienne scléactiniaire en Polynésie française et dans la Grande Barrière de corail, voire d'une réduction de plus de 90 % des coraux sur un seul récif.

Les Taramea ont été enregistrées lors d'études sur les récifs depuis 1924 dans le Pacifique et les pêcheurs indigènes de Polynésie ont rencontré de grandes agrégations d'étoiles de mer dès les années 1930. Les proliférations sont donc un phénomène naturel et se produisent dans le monde entier, à l'exception des océans Atlantique et Caraïbes.

Les facteurs déclenchant ces proliférations ont été largement débattus et comprennent des hypothèses telles que :

- l'élimination des prédateurs,
- l'écoulement des nutriments,
- la disponibilité des proies coralliennes,
- une fécondité élevée,
- un comportement d'agrégation
- et la présence de juvéniles en attente.

Jusqu'à récemment, l'hypothèse du ruissellement des nutriments et le succès du stade larvaire ont obtenu le plus grand soutien en ce qui concerne la cause sous-jacente des proliférations de Taramea, mais les épidémies se produisent dans des zones très éloignées du ruissellement d'origine terrestre. Par conséquent, les recherches se sont concentrées sur les stades larvaires planctophages. Cependant, pour que des proliférations se produisent, tous les stades de vie doivent être réussis. Des recherches récentes réexaminant l'hypothèse de l'élimination des prédateurs ont mis en évidence l'existence d'un large éventail de prédateurs sur la Grande Barrière de Corail. Dans l'ensemble, le consensus actuel est qu'il n'y a pas une seule cause aux proliférations, mais plusieurs qui peuvent être exploitées par Taramea en raison de sa plasticité phénotypique, déclenchant ainsi des proliférations.

La Taramea est l'un des corallivores les plus efficaces et les plus prolifiques des récifs

Quelles que soient les causes des proliférations, on considère que leur fréquence et leur intensité ont augmenté. Cette augmentation, conjuguée aux effets du blanchissement des coraux et des cyclones, constitue une menace importante pour la survie des récifs. Il est alarmant de constater que, si l'on tient compte de la complexité accrue du changement climatique, des données récentes suggèrent que, dans le cadre des futurs scénarios de changement climatique, les *Taramea* peuvent s'acclimater à ces conditions au fil des générations, car les larves, les juvéniles et les adultes sont plus résistants aux vagues de chaleur que les coraux. Leur plasticité, associée à leurs traits d'histoire de vie, leur permet d'être des prédateurs coralliens insaisissables et opportunistes, capables de rester à l'affût en grande quantité pendant des années sur les récifs lorsque les conditions sont défavorables, attendant le moment idéal pour frapper. Il est donc essentiel de comprendre leur biologie pour élaborer des stratégies de gestion efficaces permettant d'enrayer ces proliférations.

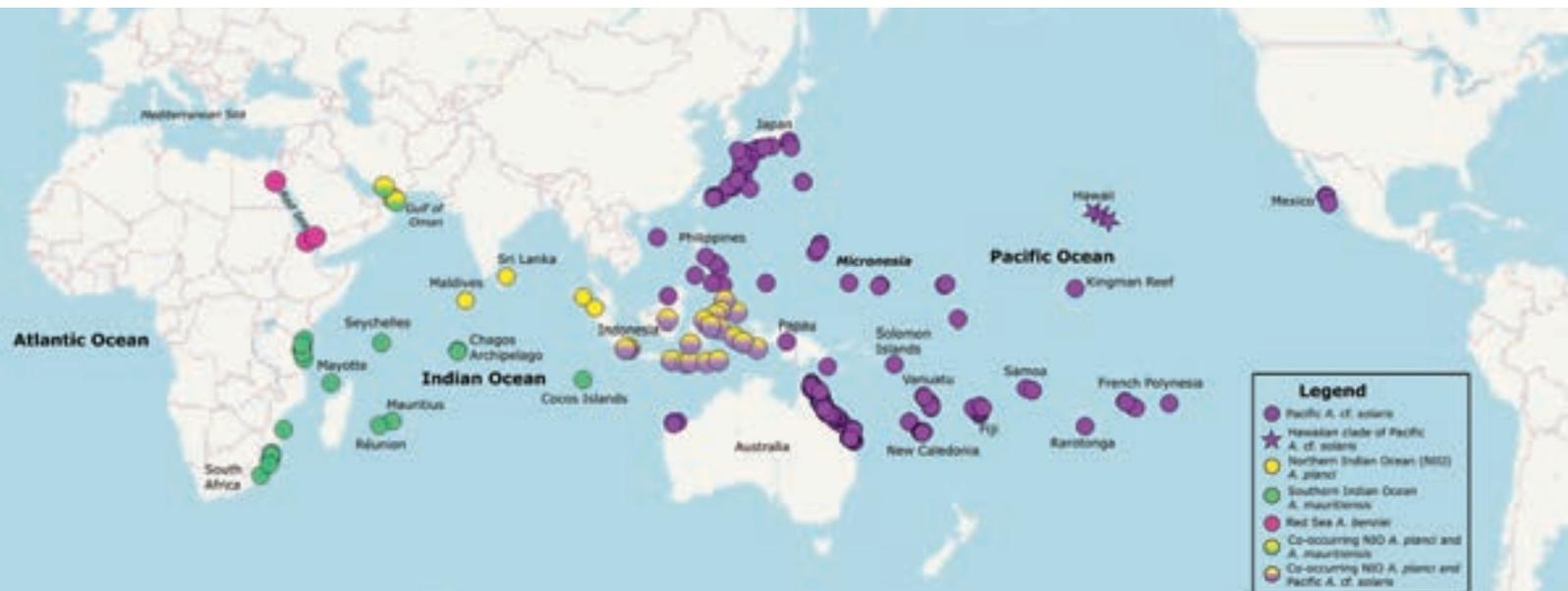
Avec l'avènement de la robotique et de l'apprentissage automatique, des méthodes exploitant ces technologies ont été proposées pour faciliter la surveillance et la gestion des *Taramea*. Les algorithmes informatiques peuvent fournir une précision de 95 à 100 % dans la détection des *Taramea* après entraînement. Après avoir détecté les *Taramea*, les robots peuvent leur injecter du vinaigre ou du jus de citron. Les robots peuvent opérer de jour comme de nuit, dans des eaux plus profondes inaccessibles aux plongeurs et même dans des conditions de mer difficiles. L'efficacité de ces technologies à grande échelle *in situ* doit encore être documentée.

Les nouvelles technologies de l'ADN, telles que le métabarcodage et la qPCR, peuvent être utilisées pour mieux comprendre à la fois les prédateurs de la *Taramea* et le recrutement et la migration de ses larves, deux nouvelles méthodes essentielles pour le contrôle et la gestion des proliférations. Ces technologies génétiques ont le potentiel de faciliter les transmissions de gènes qui répandent des mutations génétiques dans les populations de *Taramea* à l'aide de la bio-ingénierie, ce qui réduira la condition physique de la *Taramea*-hôte et sera ensuite transmis à sa descendance. En outre, la bio-ingénierie et l'évolution assistée de la biologie des coraux et des *Taramea*, en particulier du venin, pourraient être utilisées pour gérer les proliférations en augmentant les blessures infligées aux *Taramea* lors de la corallivorie ou en rendant les *Taramea* plus appétissants pour leurs prédateurs.

Extrait de : *The use of new biologically based technological development in the management of crown-of-thorns sea stars.* Lucy M. Gorman, Maria Byrne, Ricardo Beldade, Mehdi Adjeroud, Pascal Dumas, Suzanne C. Mills

CONTACT : SUZANNE MILLS (EPHE-CRIOBE)
 PARTENAIRES : University of Sydney, Rhode Island University, University of Queensland, IRD, Universidad Catolica, Chili
 FINANCEMENTS : Fonds Pacifique et Labex Corail

Répartition mondiale des foyers d'espèces de *Taramea* sur la base des connaissances actuelles. Carte de distribution modélisée d'après Pratchett et al. (2014).





SYMBIOFIRE : LE ROLE DU MICROBIOME CHEZ L'HOLOBIONTE CORALLIEN

Le microbiome, l'ensemble des micro-organismes vivant en symbiose avec le corail, représente un espoir pour leur adaptation. Il est désormais primordial de caractériser la dynamique corail-microbiome afin d'élucider son rôle dans les capacités d'acclimatation/ d'adaptation des organismes et dans la résilience des récifs coralliens. Le projet SymbioFire a trois objectifs principaux :

1. la caractérisation fine des partenaires présents dans l'holobionte corail de feu (*Millepora spp*): hôte-Symbiodiniaceae-bactéries sur 21 sites répartis sur 3 îles de l'Indo-Pacifique (Réunion, Moorea, Taïwan) ;
2. l'étude de la stabilité temporelle de ces associations grâce à un suivi temporel de 2,5 années (4 suivis par an et par île)
3. la recherche des réponses transcriptomiques des partenaires en condition de stress thermique et acide.

SymbioFire est un projet ambitieux qui s'attache à étudier les moteurs principaux de la composition des communautés microbiennes et à comprendre comment cette composition, en retour, influence la réponse de l'holobionte face à diverses pressions environnementales. En combinant des approches de laboratoire naturel, d'expériences *in vitro*, un échantillonnage spatial et un suivi temporel avec l'étude concomitante d'échantillons de sédiments et d'eau pour caractériser les

Apporter une perspective unique sur le rôle de la dynamique corail-microbiome dans la persistance des populations et la résilience des récifs coralliens

microbiomes environnementaux, le projet permet d'atteindre une image précise et juste des processus principaux qui façonnent le microbiome des coraux de feu dans l'Indo-Pacifique. SymbioFire permet également de distinguer le rôle de l'environnement du rôle de l'histoire évolutive de l'hôte sur l'assemblage des espèces, un facteur souvent négligé mais qui peut influencer les processus écologiques contemporains tels que la résistance et la résilience.

CONTACT : Emilie BOISSIN (CNRS)

PARTENAIRES : Oregon State University / Vega Thurber Laboratory

CRIOBE, ENTROPIE, GM, National Taiwan University / Institute of Oceanography

FINANCEMENTS : Projet-ANR-20-CE20-0014



PROGRAMME 3 ÉCOLOGIE FONCTIONNELLE ET SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES FOURNIS PAR LES RÉCIFS CORALLIENS

■ Ce programme a pour objectif de mener une étude à haute résolution aux niveaux local et mondial afin de mieux comprendre les facteurs qui permettent aux récifs coralliens de fournir des services vitaux aux humains, d'évaluer leur vulnérabilité aux pressions anthropiques et climatiques et d'étudier leur capacité de résilience.

Plus de 500 millions de personnes dépendent des services fournis par les récifs coralliens pour l'alimentation, les revenus, la protection du littoral et l'identité culturelle. Les « services de soutien », tels que le recyclage des éléments nutritifs, et les « services de régulation », tels que la régulation du climat, sont des processus essentiels au fonctionnement des écosystèmes. D'autres services, tels que les « services d'approvisionnement » (par exemple, la fourniture de nourriture) ou les « services culturels » (par exemple, la valeur esthétique ou patrimoniale), sont des services

qui apportent des avantages directs aux êtres humains. Face aux pressions anthropiques et climatiques croissantes, la capacité des écosystèmes coralliens à fournir ces services vitaux est menacée. Aujourd'hui, il est donc essentiel de comprendre les facteurs à l'origine des nombreux processus et services fournis par les récifs coralliens, ainsi que leur vulnérabilité aux pressions anthropiques et climatiques et leur résilience aux perturbations. Actuellement, notre capacité à quantifier les processus écologiques et à comprendre la structure de systèmes complexes est limitée.

COORDINATION



Valeriano
Parravicini
EPHE-PSL



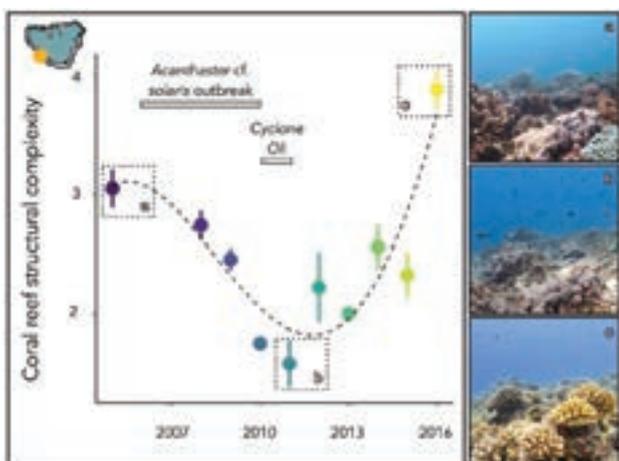
Pierre Sasal
CNRS

PLATEFORMES TECHNIQUES

- SNO CORAIL
- SEE-Moorea
- Chimie
- Biologie moléculaire
- Sclérochronologie

MEMBRES

- 16 Chercheur.es
- 9 Ingénieur.es
- 10 Technicien.nes
- 5 Doctorant.es



Les récifs offrent une protection importante mais cette protection diminue à mesure qu'ils sont endommagés

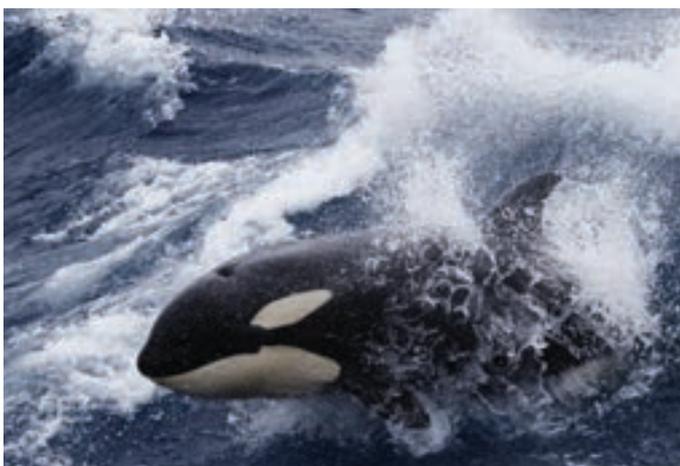
LA PERTE DE COMPLEXITÉ STRUCTURELLE DES RÉCIFS CORALLIENS EXPOSE AUX VAGUES

En mars 2020, la population mondiale a dépassé 7,8 milliards de personnes, surtout concentrées dans les zones côtières très peuplées. Cela signifie que davantage de gens sont exposés à des tempêtes et des inondations sur les côtes. Le changement climatique va aggraver ces risques avec la montée des eaux et les changements météorologiques. Pour se protéger, les sociétés doivent concevoir des moyens efficaces de protection côtière qui préservent les écosystèmes naturels, comme les récifs coralliens, qui offrent une protection importante. Cependant, les récifs coralliens sont menacés par la pollution et d'autres activités humaines, ce qui diminue leur capacité à protéger contre les inondations et l'érosion. Bien que les scientifiques comprennent théoriquement comment les récifs coralliens atténuent les vagues, il reste à voir comment cela fonctionne dans la réalité. Une étude récente à Mo'orea, en Polynésie française, a observé comment les récifs coralliens protègent contre les vagues. Ils ont constaté que les récifs offrent une protection importante, mais cette protection diminue à mesure que les récifs sont endommagés. En utilisant des modèles informatiques, ils ont pu simuler comment les récifs coralliens agissent pour réduire les risques d'inondation côtière.

Les récifs coralliens prospèrent principalement dans les régions tropicales et subtropicales où l'intensification la plus élevée des niveaux de la mer extrêmes (NME) a été projetée. Par exemple, le NME de 100 ans se produira au moins tous les 10 ans après 2050, chaque année dans de nombreux endroits.

Ces résultats impliquent que la dégradation des récifs laissera les côtes soutenues par les récifs plus exposées aux inondations côtières et à l'érosion que ce qui était précédemment projeté, exacerbant ainsi les risques associés à la montée du niveau de la mer. L'atténuation des vagues repose principalement sur l'accrétion des récifs et leur complexité structurale, pour lesquelles les projections ne sont pas encourageantes. Selon un scénario de fortes émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050, 94 % des récifs dans le monde pourraient cesser de s'accroître et commencer à s'aplatir en raison de l'acidification et du réchauffement des océans, comme c'est déjà le cas dans d'autres régions, y compris la Floride et certaines îles des Caraïbes. Ainsi, les effets de la montée des eaux devraient être encore amplifiés par la perte de coraux vivants, dressant un sombre tableau pour la sécurité future des sociétés côtières tropicales et mettant en évidence l'importance critique de la réduction des émissions et des efforts de préservation des coraux.

CONTACT : Valériano Parravicini (EPHE-CRIOBE)
 PARTENAIRES : IFREMER, IRD (ENTROPIE), MARUM
 FINANCEMENTS : BNPPARIBAS, Fondation de France, Gouvernement de la Polynésie, MTES, Fondation pour la recherche



© Paul Tixier

Co-construire des formes de «diplomatie» entre humains et prédateurs marins afin de réduire les conflits

ETHO-PREDATOR OU L'EXISTENCE DE PERSONNALITÉS CHEZ LES GRANDS PRÉDATEURS

ETHO-PREDATOR étudie l'existence de personnalités (tempéraments) au sein de deux taxons, les orques et les requins bouledogues, et tente d'élucider les mécanismes biologiques et écologiques à l'origine de l'émergence d'individus à problèmes (IP) dans les conflits entre l'homme et les grands prédateurs marins. Les résultats de ce projet feront progresser la gestion durable et eco-responsable des grands prédateurs marins.

L'approche méthodologique est basée sur le choix de deux espèces modèles, le requin bouledogue *Carcharhinus leucas* et l'orque *Orcinus orca*.

Pour ces deux espèces, la collecte de données éthologiques de terrain à Fidji et dans le secteur indien de l'océan Austral (Antarctique - îles Crozet) se concentre sur l'évaluation de deux traits comportementaux liés à « l'audace » et à « la prise de risque » par le biais de protocoles *ad hoc*. Tous les animaux dont le comportement a été évalué sont aussi échantillonnés génétiquement afin de déterminer l'héritabilité potentielle de ces comportements. Pour ce faire, des pédigrés sont établis (parentés entre vieux et jeunes individus), et les comportements respectifs seront analysés.

L'objectif central est de prouver l'existence de personnalité au sein des populations de grands prédateurs en démontrant des comportements individuels significativement différents entre individus, constants dans le temps et l'espace et « héréditaires » (les jeunes animaux partagent les mêmes traits que leurs ascendants).

En complément de l'approche écologique, le projet développe une approche en sciences sociales qui visera à :

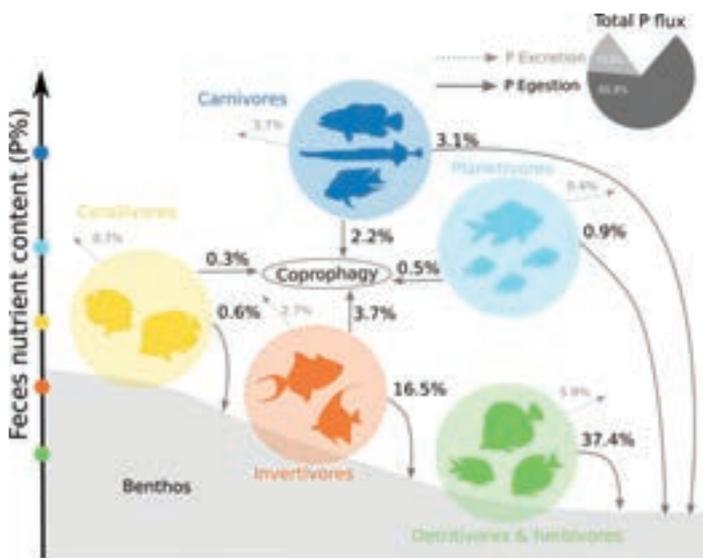
1. identifier les acteurs impliqués dans les interactions avec les requins et les orques et comprendre les logiques de leurs pratiques ;
2. développer, sur la base de ce travail, un cadre d'analyse scientifique qui proposera des mesures de gestion innovantes.

L'objectif du volet « sciences humaines » est de définir les réseaux de ces acteurs et leur rôle dans les conflits avec les prédateurs marins dans les deux études de cas.

L'approche par les sciences sociales est symétrique à l'analyse écologique, dépassant une approche non spécifique, car trop large, des conflits humain/prédateur, et permettant d'identifier avec précision les pratiques des acteurs qui participent à la construction de ces conflits.

Le projet a vocation à dialoguer avec des scientifiques, des gestionnaires et des décideurs dans le but de co-construire des formes de « diplomatie » entre humains et prédateurs marins capables de réduire les conflits et de proposer de nouveaux modes de coexistence entre espèces.

CONTACT : Éric Clua (EPHE-Criobe)
PARTENAIRES : CNRS, IRD, UBO
FINANCEMENTS : Projet-ANR-21-CE03-0004



Dans les récifs coralliens les poissons jouent un rôle clé dans le recyclage des nutriments

RÉSEAU TROPHIQUE : LE RÔLE DES FÈCES DE POISSONS DANS LE CYCLE DES NUTRIMENTS

Les consommateurs jouent un rôle essentiel dans les cycles biogéochimiques en consommant et en libérant des éléments essentiels tels que le carbone (C), l'azote (N) et le phosphore (P). La plupart des éléments consommés sont rejetés dans l'environnement sous forme inorganique (par excrétion) ou organique (par défécation). Dans les récifs coralliens, les poissons constituent la majeure partie de la biomasse consommatrice et jouent un rôle clé dans le recyclage des nutriments. Ces dernières années, des études intensives ont été menées sur les taux d'excrétion, mais on en sait moins sur les taux et la qualité de la défécation des poissons dans les récifs coralliens.

Les scientifiques du Criobe ont :

- analysé la teneur en éléments des excréments des poissons ;
- estimé l'efficacité de l'absorption ;
- comparé les taux de défécation et d'excrétion de 51 espèces de poissons des récifs coralliens.

Les concentrations d'éléments changent très peu entre la nourriture consommée et les fèces en raison d'une efficacité d'absorption extrêmement faible, ce qui entraîne le rejet

de quantités importantes d'énergie et de nutriments. De plus, alors que la qualité des fèces de poissons varie entre les différentes guildes trophiques, elle est très variable au sein d'une même guildes.

Enfin, la libération de nutriments par ingestion dépasse la quantité recyclée par excrétion, ce qui souligne la nécessité d'inclure l'ingestion d'animaux dans les évaluations de la fonction de l'écosystème corallien et les analyses de la structure du réseau trophique.

PROGRAMME 4 GESTION DES SYSTÈMES SOCIO- ÉCOLOGIQUES

■ Ce programme vise essentiellement à améliorer notre compréhension des facteurs clés et des liens internes les plus influents existant au sein du système socio-écologique des récifs coralliens afin de conduire à une prise de décision efficace.

Les populations tirent de nombreux avantages des écosystèmes coralliens, notamment l'alimentation, la protection des côtes, les revenus et l'identité culturelle. En conséquence, les humains modifient directement ou indirectement les récifs coralliens et sont donc des moteurs importants du changement des écosystèmes.

L'intensification des activités humaines dans de nombreuses régions du monde, associée à d'autres perturbations telles que les phénomènes météorologiques extrêmes et les épidémies d'étoiles de mer épineuses, a suscité de plus en plus d'inquiétudes quant à la capacité des systèmes naturels

à continuer de fournir les services dont des populations dépendent. Cela a conduit à une prise de conscience croissante du fait que la gestion efficace des activités humaines ne concerne pas seulement la conservation de la biodiversité, mais constitue le fondement du maintien de la sécurité alimentaire, du bien-être des communautés et du développement durable.

Une gestion efficace qui équilibre l'utilisation des ressources naturelles et la conservation des écosystèmes est un défi de taille dont la solution nécessite une nouvelle série d'outils robustes et innovants.

COORDINATION



Joachim Claudet
CNRS



Eric Clua
EPHE-PSL

PLATEFORMES TECHNIQUES

- SNO CORAIL
- SEE-Moorea
- Plongée
- Biologie
- Enquêtes

MEMBRES

- 11 Chercheur.es
- 10 Ingénieur.es
- 9 Technicien.nes
- 13 Doctorant.es



Favoriser l'identification de synergies dans le choix des interventions pour gérer les système Hommes-ressources

SYNERGIE : APPROCHE INTÉGRÉE DE LA GESTION DES SYSTÈMES SOCIO-ÉCOLOGIQUES CORALLIENS

Malgré des efforts de conservation toujours plus avancés, le déclin des récifs coralliens reste un enjeu majeur à l'échelle planétaire. L'intégration d'une perspective systémique provenant des sciences socio-écologiques dans le développement, la conservation et la gestion des ressources naturelles a amélioré l'équité et l'efficacité à long terme des initiatives de chacun. À ce jour, les tentatives d'intégrer les approches écocentrées et sociocentrées se sont principalement focalisées sur la recherche de compromis. Un cadre méthodologique a récemment été développé pour favoriser l'identification de synergies dans le choix des interventions pour gérer les systèmes Hommes-ressources. Cependant, ce cadre n'a pas été testé à une échelle plus régionale qui permettrait de répondre aux questions suivantes :

- Les différentes caractéristiques des systèmes socio-écologiques coralliens, en particulier de l'outre-mer français, appellent-elles à des familles d'interventions particulières ?
- Une typologie d'interventions favorables par site, archipel ou région peut-elle être faite ?
- Quels sont les types d'interventions les plus à même de rester viables au vu des scénarios de changement climatique régionaux ?
- Quels sont les types d'intervention les plus à même de rester adaptés aux transformations socioculturelles et socioéconomiques régionales à venir ?
- Quels sont les risques et incertitudes associés avec ces scénarios ?

Voici autant de questions auxquelles SYNERGIE tente de répondre. Ce projet consiste en une revue systémique des différentes retombées socio-écologiques des interventions de gestion des récifs coralliens. 14 types d'interventions ont été regroupés en 5 catégories de stratégies de gestion et 15 types de retombées ont été identifiés, relevant du domaine de la biodiversité, des services écosystémiques ou du bien-être humain.

Les résultats préliminaires montrent :

1. il y a une lacune des connaissances quant aux interventions liées aux stratégies de développement et de gestion des bassins versants.
2. le bien-être humain est souvent négligé, car les interventions écologiquement réussies ont tendance à entraîner des désavantages pour les communautés côtières.
3. il n'existe pas encore de solution miracle pour la gestion des récifs coralliens ; les « interventions multifonctionnelles » et les « résultats gagnant-gagnant » ne sont pas la norme pour le moment.
4. il est crucial de tenir compte du contexte environnemental, institutionnel et socio-économique lors de la conception de portefeuilles d'interventions, car ces facteurs influent sur leur efficacité et leurs impacts.

CONTACT : Joachim Claudet (CNRS/CRIOBE), Mohsen Kayal (IDR), Sébastien Galliot (CNRS)
PARTENAIRES : UMR ENTROPIE, CREDO, BOREA
FINANCEMENTS : LABEX CORAIL



BRIDGES : GESTION DURABLE DES RESSOURCES MARINES POUR RÉDUIRE LES RISQUES DE CONFLIT

Le 19 décembre 2023, en présence de la ministre Sylvie Retailleau et du ministre des Outre-mer Philippe Vigier, a été lancé officiellement le Programme et Équipement Prioritaire de Recherche (PEPR) BRIDGES. Le co-pilotage scientifique de ce PEPR exploratoire est assuré par le CNRS, l'Ifremer et l'Institut de recherche pour le développement, avec pour partenaires académiques : Météo France, CUFR de Mayotte, Université de La Réunion, Centre d'Étude Stratégique de la Marine, Réseau des Universités Marines, Institut de Relations Internationales et Stratégiques, Muséum National d'Histoire Naturelle, Les Terres australes et antarctiques françaises. BRIDGES s'intéresse aux enjeux de gestion durable des ressources marines dans le sud-ouest de l'océan Indien en vue de réduire les risques de conflit dans la région. Ce PEPR sera doté de 28 millions d'euros sur 10 ans dans le cadre de France 2030.

La question scientifique de BRIDGES est de comprendre comment la mise en réseau d'outils de gestion spatialisés des socio-écosystèmes (par exemple les aires marines protégées, AMP, ABMT) permet une meilleure préservation de la biodiversité et exploitation juste et durable des ressources marines exploitées dans le cadre d'une adaptation accrue aux changements globaux (climatique, marchés, etc.) de la région Sud-Ouest de l'Océan Indien.

CONTACT : Joachim Claudet (CNRS-CRIOBE)
PARTENAIRES : Ifremer, IRD, Météo France, CUFR de Mayotte, UR, Centre d'Étude Stratégique de la Marine, Réseau des Universités Marines, IRIS, MNHN, Les TAAF
FINANCEMENTS : PEPR France 2030

ARATA'I : CO-CONSTRUCTION D'OUTILS DE GESTION

À l'heure où les récifs coralliens tropicaux apparaissent de plus en plus en menacés et que le paradigme actuel de gouvernance participative des ressources naturelles est à l'agenda des institutions internationales, le projet ARATA'I (« guide » en tahitien) propose de renforcer les capacités des organisations de la société civile en Polynésie française, et plus largement dans le Pacifique Sud, dans leurs démarches de suivis écologiques participatifs et citoyens.

Au travers d'une démarche active de « mutual learning » et de co-production des savoirs entre Sciences et Société, le projet ambitionne d'atteindre cet objectif par la co-production d'outils et de méthodologies de suivis socio-écologiques :

1. des ressources halieutiques récifo-lagonaires ;
2. des causes de prolifération de macroalgues dans les lagons polynésiens.

En s'appuyant sur des dynamiques préexistantes de recherches participatives développées sur l'île de Mo'orea (PF), les méthodologies et outils seront conçus au travers de l'intégration systématique des expertises scientifiques et locales afin d'en garantir une prise en main aisée par des acteurs non-scientifiques et d'en assurer le caractère répliquable à l'échelle de la PF et du Pacifique.

Les méthodologies ainsi codéveloppées, et les données qu'elles permettront de générer, apporteront une contribution significative à l'amélioration des connaissances des dynamiques socio-écologiques des récifs coralliens de Moorea. Ces méthodologies fourniront également des solutions immédiates pour, d'une part, relever les défis auxquels font face les gestionnaires des ressources et écosystèmes récifo-lagonaires du Pacifique pour mieux documenter et gérer des pêcheries côtières pauvres en données, et d'autre part mieux suivre - et lutter contre - les transformations écologiques subites auxquelles font face des écosystèmes récifo-lagonaires dispersés sur des territoires extrêmement étendus.

CONTACT : Tamatoa Bambridge et Jean Wencélius (CNRS-CRIOBE)
PARTENAIRES :
FINANCEMENTS : ANR

INTERACTION : INTEGRATIVE APPROACH OF THE COMBINED EFFECTS OF BIOTIC AND ABIOTIC CONTAMINANTS ON FISH

Ce projet transdisciplinaire est porté par le CRIOBE, financé pour 4 ans par l'ANR (670 k€) et rassemble une vingtaine de scientifiques dans 5 laboratoires partenaires (CRIOBE, CEFREM et IHPE à l'UPVD, BIOM à Banyuls/Mer et IAB à Grenoble).

L'objectif principal d'INTERACTION est d'évaluer l'impact d'un stress biotique et d'un stress abiotique séparés ou combinés sur l'Anguille européenne. Pour ça nous allons développer une approche multi-omique intégrative pour valider ou non l'hypothèse d'un effet de synergie négative de deux types de stressseurs.

L'anguille européenne *Anguilla anguilla* est une espèce en danger critique d'extinction. Elle est particulièrement exposée aux contaminants biologiques et chimiques dans les différents environnements qu'elle traverse lors de sa migration. Nous avons ciblé deux types de contaminants :

- un contaminant biotique, le nématode parasite *Anguillicola crassus*, qui colonise sa vessie gazeuse et qui est reconnu pour compromettre significativement sa migration
- un contaminant abiotique, le biosphénol S, polluant émergeant utilisé dans l'industrie pour remplacer le bisphénol A, mais qui suscite une inquiétude croissante, notamment en ce qui concerne ses effets sur les organismes aquatiques.

Des investigations directes au niveau de la vessie gazeuse vont permettre de suivre la dynamique de développement du parasite et de caractériser la réponse moléculaire localisée à l'attaque de cet organe par imagerie MALDI. L'exploration du mucus collecté sur la peau des anguilles via une approche multi-omique d'analyse du transcriptome, du protéome, du métabolome et du microbiome serviront à mieux comprendre la réponse physiologique de l'anguille en développant un moyen d'investigation non-invasif de l'état de santé de cette espèce protégée. Enfin, le suivi de l'expression différentielle de gènes ciblés et de la variation du métabolome dans les organes et les tissus devrait permettre de valider ce proxy non-invasif et d'accéder à la réponse immunitaire globale aux stress auxquels les anguilles ont été soumises.



CONTACT : Nathalie Tapissier-Bontemps (UPVD-CRIOBE)
FINANCEMENTS : Agence Nationale pour la Recherche
DATE DE FIN DE PROJET : 2027



SILLOVER-MED

Évaluation des retombées des zones marines protégées sur les pêcheries adjacentes : Méditerranée et mer Noire.

L'objectif de ce projet est de fournir une vue d'ensemble du rôle que les aires marines protégées peuvent jouer pour les pêcheries locales à travers les effets de débordement en Méditerranée et en mer Noire. Il s'agit d'une continuation du projet MAPAFISH-MED.

CONTACT : Joachim Claudet (CNRS/CRIOBE)
FINANCEMENTS : Union Européenne (GINEA/MARE European Commission)
DATE DE FIN DE PROJET : Décembre 2025

MARHAB : AMÉLIORER LE STATUT DES HABITATS MARINS EN TENANT COMPTE DE LA DYNAMIQUE DES ÉCOSYSTÈMES

MARHAB est coordonné par l'Institut norvégien de recherche marine (IMR). Les partenaires supplémentaires sont l'Université de Göteborg, l'Université suédoise des sciences agricoles, l'Université technique du Danemark, le Centre des sciences marines de l'Université de l'Algarve (Portugal) et le Centre national de la recherche scientifique (France).

Bien que la Directive européenne sur les habitats ait été adoptée il y a 30 ans, la grande majorité des habitats marins et des espèces protégées par la Directive montrent encore un statut de conservation défavorable. La situation est particulièrement préoccupante en Europe du Nord, où le statut de conservation des habitats marins dans la région du Kattegat-Skagerrak est systématiquement faible.

L'objectif de MARHAB est d'améliorer le statut de conservation des écosystèmes marins dans cette région et au-delà, en appliquant une perspective écosystémique sur la capacité à restaurer et à maintenir les habitats marins protégés en vertu de la Directive européenne sur les habitats.

De plus, il vise à démontrer des voies pour améliorer la définition du « statut de conservation favorable » des habitats en incorporant l'absence, la présence et la fonction des prédateurs dans ce cadre.

MARHAB cherchera à concilier les objectifs traditionnels de la gestion des pêches avec la conservation de la biodiversité marine.



© Even Moland

CONTACT : Joachim Claudet (CNRS/CRIOBE)

FINANCEMENTS : Union Européenne

DATE DE FIN DE PROJET : Décembre 2027

GENESIS

Le projet GENESIS se fait en partenariat avec le groupe Under The Pole dans le cadre de l'expédition DEEPLIFE (<https://underthepole.org/utp4/>). Cette expédition vise à étudier les forêts animales marines (MAF) dans les zones polaires, tempérées, et tropicales, de la surface à la zone mésophotique. Elle regroupe de nombreuses équipes internationales et elle se déroule à bord du voilier le « WHY » pendant 8 ans (2022-2030).

GENESIS a obtenu un financement de l'appel à projets Pure Ocean pour 2023-2025. Il a pour but d'étudier les holobiontes éponges (unité regroupant les éponges et leur micro-organismes associés) au sein des MAF. Il visera particulièrement à :

1. étudier la diversité génétique et chimique des holobiontes éponges (barcoding, métabarcoding et métabolomique),
2. tester l'influence de la géographie et de l'environnement sur leur distribution, et
3. mieux comprendre les bases moléculaires des interactions entre éponges et microbiote.

A ce jour, les échantillons provenant des premiers sites (Svalbard, Guadeloupe, Gouf de Capbreton) ont été analysés par des stagiaires de l'Université de Perpignan Via Domitia et de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes.

CONTACT : Camille Clerissi (EPHE-CRIOBE)

FINANCEMENTS : Pure Ocean

DATE DE FIN DE PROJET : 2025



VALMI : 2000 BACTÉRIES À LA LOUPE POUR L'AQUACULTURE

CONTACT : Camille Clerissi (EPHE-CRIOBE)



© Thomas Vignaud

Le projet VALMI (Valorisation de la biodiversité microbienne marine de Polynésie française : recherche de molécules antibactériennes) est un partenariat entre trois organismes publics de recherche - Criobe, Ifremer et UPF - et une entreprise privée - Pacific Biotech. Il a obtenu un financement de l'appel à projets « Recherche et Innovation : Partenariat Public-Privé pour Preuves de concept (RIP4) » de la Délégation à la Recherche pour 2023 - 2025.

Ce projet a pour but de valoriser la collection d'environ 2000 bactéries marines isolées en Polynésie française par Pacific Biotech, et en particulier d'identifier de nouvelles molécules antibactériennes qui pourront être utilisées dans un contexte vétérinaire (aquaculture notamment) et/ou en santé humaine.

VALMI visera tout particulièrement à :

1. connaître l'identité taxonomique des souches de la collection de Pacific Biotech,
2. réaliser des tests *in vitro* pour identifier les souches avec des activités antibactériennes à large spectre,
3. identifier les molécules à l'origine de l'activité antibactérienne à l'aide du fractionnement bioguidé,
4. identifier *in silico* les gènes à l'origine de cette activité,
5. tester *in vivo* le potentiel des molécules retenues dans le contexte de la pisciculture du platak orbiculaire.

Ce projet transdisciplinaire (chimie/microbiologie) comporte un réel potentiel de valorisation durable des ressources endogènes et de création de valeur économique via le dépôt potentiel de brevets, la formation d'un technicien et de quatre stagiaires recrutés pour le projet, et la création d'un emploi qualifié sur le plus long terme au sein de l'entreprise Pacific Biotech.

MODULE DE POMPAGE ET DE FILTRATION

CONTACT
Serge Planes (DR CNRS-CRIOBE)

La collecte de l'ADN environnemental dans le milieu marin repose sur la filtration d'un grand volume d'eau. Pour cela, un module de pompage et de filtration semi-autonome est en cours de dépôt de brevet par le CNRS-Innovation et la société Marepolis. Alimentée par une batterie, une pompe péristaltique dirige l'eau vers une cassette amovible dans laquelle se trouve un ou deux filtres. Le volume d'eau filtrée est mesuré par un débitmètre qui, par l'intermédiaire d'une carte électronique programmable, permet à la pompe de s'arrêter après avoir filtré un volume choisi au moyen d'une application Android.

L'utilisation de ce module est accompagné d'un kit pour préserver l'ADN recueillis sur les filtres, mais reste simple. Il peut être envoyé à plusieurs dizaines de mètres de profondeur à l'aide d'une corde et ne nécessite donc pas la présence d'un plongeur scaphandrier.

Avoir facilité le protocole d'échantillonnage permet de rendre accessible cette méthode dans des endroits du Pacifique même très isolés.



Cela représente deux intérêts majeurs :

1. moins de missions pour les suivis long terme, donc une optimisation des crédits, du temps et de l'impact carbone
2. participation active des gestionnaires dans les études

De plus, le protocole d'échantillonnage est standardisé, peu importe l'opérateur. Un des avantages majeurs de cette méthode est de minimiser la subjectivité induite par un observateur de l'environnement.

PROGRAMMES INVESTISSEMENT D'AVENIR (PIA)

NAHITI

Le CRIOBE contribue au Programme Investissement d'Avenir « Nouvelles Approches pour l'Innovation et la Technologie dans les Îles de Polynésie française » - NAHITI (vague PIA3, Plan Innovation Outremer – PIOM). Le projet vise à accélérer la transformation durable de l'écosystème d'innovation dans les Îles de Polynésie française. Il ambitionne de faire émerger et soutenir le développement de projets innovants, répondre à leurs besoins spécifiques et consolider les capacités d'innovation du secteur privé et des institutions clés du territoire. Le portage du projet est assuré par l'Université de la Polynésie française.

PI2M

Le CRIOBE contribue au Programme Investissement d'Avenir « Pôle d'Innovation Intégré de Mayotte » - PI2M (vague PIA3, Plan Innovation Outremer – PIOM). Le projet vise à renforcer et enrichir le paysage de l'innovation à Mayotte dans une logique de dimension collaborative indopacifique et au-delà. Il ambitionne d'accélérer le changement d'échelle en termes de création locale de valeur en s'appuyant sur trois axes de développement : innovation et intégration, économie verte et bleue, formation et insertion professionnelle.

PLATEFORME EXPÉRIMENTALE D'EXPLOITATION DE VENIN DE CÔNE

Les toxines des cônes (conotoxines) sont une source importante de produits pharmaceutiques destinés au traitement de la santé humaine. L'élaboration d'un plan d'utilisation durable de cette ressource est à ce titre essentielle. Pourtant, seules quelques-unes des 962 espèces d'escargots à cônes ont été étudiées en détail et moins de 1% de la diversité des conotoxines a été caractérisée.

Ce projet constitue la première tentative de développement d'un modèle d'utilisation durable des cônes. Il se concentrera sur les espèces présentes en Polynésie française où se trouvent 140 espèces de cônes, dont vingt sont endémiques. Planifié sur quatre ans, le travail s'articulera autour de trois axes complémentaires :

1. l'amélioration de nos connaissances relatives aux cônes (taxonomie, taille des populations, abondance, reproduction, cycle de vie, habitat et régime alimentaire) afin de constituer une collection de référence ;
2. la mise en place d'une banque de venins de cônes qui permettra l'utilisation future durable des conotoxines via des processus non-destructifs et d'une régulation socio-écologique par les parties prenantes. Cette régulation peut conduire à la création d'aires gérées avec des quotas de récolte selon des critères socio-écologiques pré-définis ou à l'aquaculture ;

3. l'élaboration et mise en oeuvre d'un mécanisme de régulation tenant compte des connaissances locales, nationales, scientifiques et industrielles, et prévoyant le partage des avantages découlant de l'accès à ces ressources génétiques et biologiques.

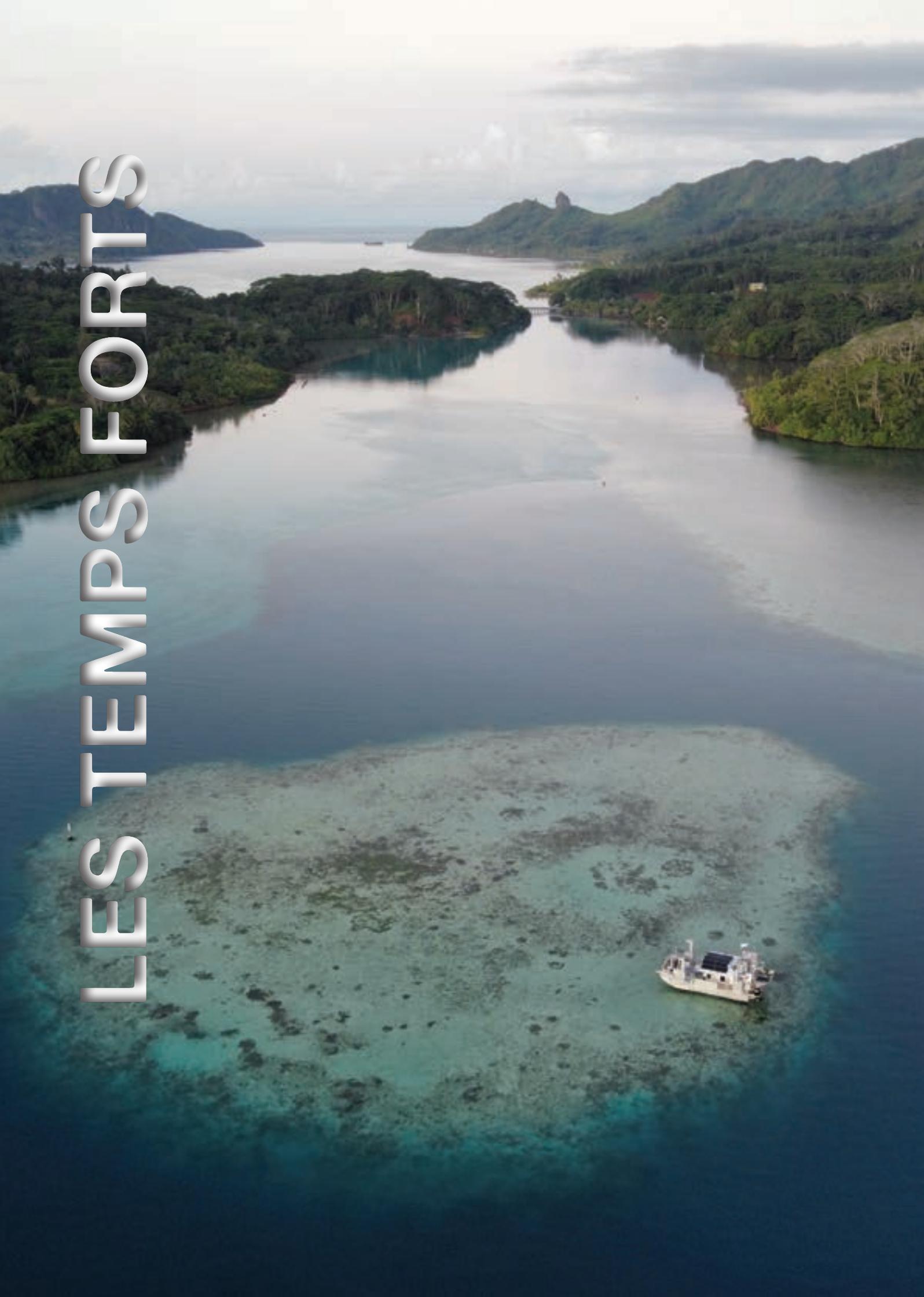


CONTACT : Tamatoa Bambridge (DR CNRS-CRIOBE)

PARTENAIRES : Polynésie française et France : CNRS, Institut des Biomolécules Max Mousseron, Université de la Rochelle – Littoral, Environnements et Société, Museum National d'Histoire Naturelle, Cluster Maritime de Polynésie française. – International : University of Sydney et institute of Molecular Biosciences – University of Queensland (Australie), University of Ottawa (Canada), The Center of Pacific Islands Studies – University of Hawaii at Manoa et Ecology and Evolutionary Biology – University of Michigan (États-Unis)

FINANCEMENT : Belmont Forum, Délégation à la Recherche de Polynésie française et Direction des Ressources Marines de Polynésie française.

LES TEMPS FORTS



AGENDA 2022-2023

Avril 2022

VISITE : parcours d'excellence du Lycée de Bora Bora, avec deux jeunes en immersion pour une semaine à la station de recherche

Juillet 2022

COLLOQUE : le Criobe participe à l'ICRS

Août 2022

MISSION : première mission à Tatakoto

Septembre 2022

MISSION : deuxième mission à Tatakoto & lancement du Projet Taiaro
COLLOQUE : Biosécurité marine, en collaboration avec la Nouvelle-Zélande, à Tahiti

Octobre 2022

ARTICLE : Les aires marines protégées luttent contre les effets du changement climatique

10 novembre 2022

INAUGURATION : le repaire des Sciences de l'UPVD est inauguré (participation des chimistes du CRIOBE aux ateliers proposés aux classes de primaires de Perpignan)

2 décembre 2022

VISITE : le Conseiller de l'Ambassade de Hongrie en France

Juin 2023

ARTICLE : Premières données de l'expédition Tara Pacific publiées

Mars 2023

INAUGURATION : le laboratoire de phytochimie est inauguré à Mayotte

Mai 2023

COLLOQUE : 15èmes journées scientifiques du RFMF (en France) / Séminaire Biosécurité marine, en collaboration avec la Polynésie française, (en Nouvelle-Zélande)
MISSION : troisième mission à Tatakoto

Juillet 2023 :

VISITE : l'ambassadrice adjointe de l'Australie

Août 2023 :

NOMINATION : Pierre Sasal est nommé au poste de Directeur du CRIOBE
VISITE : le ministre de l'intérieur G. Darmanin

5 septembre 2023

PROJET : Le projet de formation innovant NARUA (UPF) entre dans la phase de déploiement

Octobre 2023

VISITE : l'ambassadrice des USA
COLLOQUE : le Criobe assiste au XXV^{ème} International Bioacoustics Congress (IBAC2023) à Sapporo (Japon)
MISSION : quatrième mission à Tatakoto

Novembre 2023

VISITE : la tutelle CNRS du Criobe

2 novembre 2023

VISITE : rencontre avec le Président de la Polynésie française Moetai Brotherson

Décembre 2023

VISITE : Les lycéens du lycée La Mennais découvrent le centre de recherche

12-15 décembre 2023

COLLOQUE : organisation et participation du Criobe au colloque du Labex Corail «Le Paris des Récifs»

Visite de l'Ambassadrice des USA au Criobe © US Embassy



NOHU

La barge NOHU-CRIOBE est une plateforme de recherche *in situ*, pouvant être temporairement positionnée au sein du récif corallien et déployée dans le cadre d'un projet nécessitant de l'expérimentation directement sur place.

AGENDA DES MISSIONS 2022-2023

	DÉTAILS DU PROJET	PÉRIODE À BORD	RESPONSABLE DU PROJET	ÉQUIPE
2022	État des lieux de populations de O'ota (moules géantes) dans l'archipel de la Société	3 mois	Serge Planes	Thomas Guittierez et Camille Gache
	Suivi de la ponte des coraux	8 jours	Laetitia Hédouin	Camille Léonard, Cyrielle Rigal
	Étude physiologique des larves de poissons clown par tracking	25 jours	Suzanne Mills	Thibaut Roost et Jade Hargous
	DÉTAILS DU PROJET	PÉRIODE À BORD	RESPONSABLE(S) DU PROJET	ÉQUIPE
2023	Étude du microbiome corallien sur des cycles de 24h	3 semaines	Fabienne Wiederkehr	
	Étude de l'ADN environnemental dans le port autonome de Papeete (Tahiti)	10 jours	Serge Planes	Lucie Cartairade, Aurélie Aqua
	Expérience de respirométrie corallienne	2 jours	Laetitia Hédouin	Cyrielle Rigal
	Programme de recherche PhysioShark	1 mois et demi	Jodie Rummer et Serge Planes	Shamil Debaere



LES MISSIONS DE LA BARGE



Warm Reefs

En Polynésie française, l'atoll de Tatakoto a été identifié comme une zone récifale marginale, avec des coraux capables de supporter des températures pouvant atteindre 34°C et caractérisés par des variations journalières supérieures à 2°C. Au cours de ce dernier siècle, les pressions s'exerçant sur l'environnement marin et tout particulièrement sur les récifs coralliens s'intensifient à un rythme sans précédent. 50 % des coraux ont déjà disparu depuis les années 1950. Cette perte sans précédent est due aux anomalies de température des océans entraînant des épisodes de blanchissement suivi de mortalité massive. Ces épisodes de blanchissement sont généralement observés pour des températures à partir de 1°C au-dessus de la température maximale durant la saison estivale. Mais alors comment font les coraux de Tatakoto pour survivre ??

Chaque environnement marginal découvert est en général unique sur ses caractéristiques environnementales et représente une opportunité supplémentaire d'appréhender la thermotolérance des coraux. L'existence d'un tel site localisé en Polynésie française représente un intérêt

majeur pour étendre nos connaissances sur les capacités d'acclimatation et d'adaptation des coraux vivants dans ces zones marginales, mais aussi pour évaluer le rôle de ces coraux thermotolérants dans des interventions humaines de restauration assistée pour rénover les récifs dégradés.

L'objectif du projet de recherche est d'évaluer le potentiel des coraux vivants dans le lagon de Tatakoto pour des interventions humaines de restauration assistée, autour de 3 axes principaux :

1. Les caractérisations environnementale et écologique du lagon de Tatakoto et la comparaison à un système lagunaire « classique » (ouvert, comme Mo'orea)
2. L'évaluation des capacités d'acclimatation, voire d'adaptation, des coraux vivants dans des environnements extrêmes
3. La détermination du rôle des coraux vivants dans les environnements extrêmes pour la migration assistée





TATAKOTO, UNE ZONE MARGINALE

Projet en collaboration avec :

- UNESCO
- FONDATION 1OCEAN
- Ministère des Outre-Mer
- Ministère de la Transition Ecologique et de la cohésion des territoires
- LABEX CORAIL
- SONY
- LA CASA PRODUCTION

Contact : Laetitia Hédouin (DR CNRS-CRIOBE)

TAIARO

En 2022 une mission a été réalisée pour mettre en place un observatoire *in situ* d'acquisition de paramètres météorologiques et physico-chimiques de l'eau de mer sur l'Atoll de Taiaro. Taiaro est un petit atoll de l'archipel des Tuamotu, de forme ovoïde d'environ 5 km de diamètre qui entoure un lagon de 9 km². Sa particularité est que la base de l'atoll, formée principalement de conglomérat corallien, a été soulevée d'environ 1,3 m, et que son lagon est isolé du grand large (sauf cas de fortes vagues ou de cyclones). La profondeur maximale dans la lagune est de 27 m. Il y a des traces de 19 anciens hoas (chenal intermittent de faible profondeur de communication entre l'océan et le lagon), mais actuellement un seul d'entre eux est fonctionnel. Des rapports historiques suggèrent que pendant les tempêtes avec des vagues de 3 m, l'eau de la lagune a monté de plusieurs décimètres, ce qui suggère que l'eau est entrée dans la lagune par les anciens hoas. L'état normal de la lagune de Taiaro est fermé et, par conséquent, l'eau à l'intérieur de la lagune est différente de l'eau océanique. En particulier, la température et la salinité sont plus élevées dans la lagune que dans l'océan (entre 42,5 et 43 psu contre environ 37). De même, la température (29+/-1,5°C) est de 0,5-1°C plus élevée que dans l'océan alentour. L'expédition menée en novembre dans l'atoll a permis :

- l'étude de son environnement ;
- la recherche des larves ;
- le prélèvement des poissons.

Ceci permet ainsi de mieux caractériser les populations du lagon par rapport aux

populations océaniques. L'expédition a permis de développer un observatoire autonome collectant des données environnementales à l'extérieur et à l'intérieur du lagon. Une première bouée océanographique a été déployée sur l'océan Pacifique devant le lagon et d'autres bouées identiques ont été distribuées à l'intérieur du lagon. Toutes ces bouées permettent l'acquisition à haute fréquence de la température, de la salinité et de la fluorescence le long de la colonne d'eau. Une station terrestre, autonome énergétiquement, récupère les données de toutes les bouées via un système de communication LORA, et héberge également des capteurs météorologiques et un modem de communication par satellite (Iridium). Un développement spécifique de capteurs a été effectué pour la détermination des entrées d'eau, ces capteurs sont déployés sur des hoas le long de la partie terrestre du lagon et reliés à la station terrestre par LORA. Le système a été dimensionné pour fonctionner en autonomie pendant un an sur l'atoll. Il a été récupéré en mars 2023 et les données collectées sont en cours d'analyse.



TAIARO L'ATOLL FERMÉ



Projet en collaboration avec :

- la DIREN de Tahiti (Polynésie française)
- la Station biologie de Banyuls (France)
- OIST (Japon)
- la société Tenum à Toulouse (France)
- le CRIOBE (Polynésie française)

Contact : David Lecchini
(DE EPHE|PSL-CRIOBE)

MAYOTTE

En mars 2023 a été inauguré le Laboratoire de Phytochimie, situé au sein du Pôle d'Excellence Rurale (PER) de Coconi, à Mayotte. Ce laboratoire, sous l'égide du Criobe, travaille sur plusieurs volets :

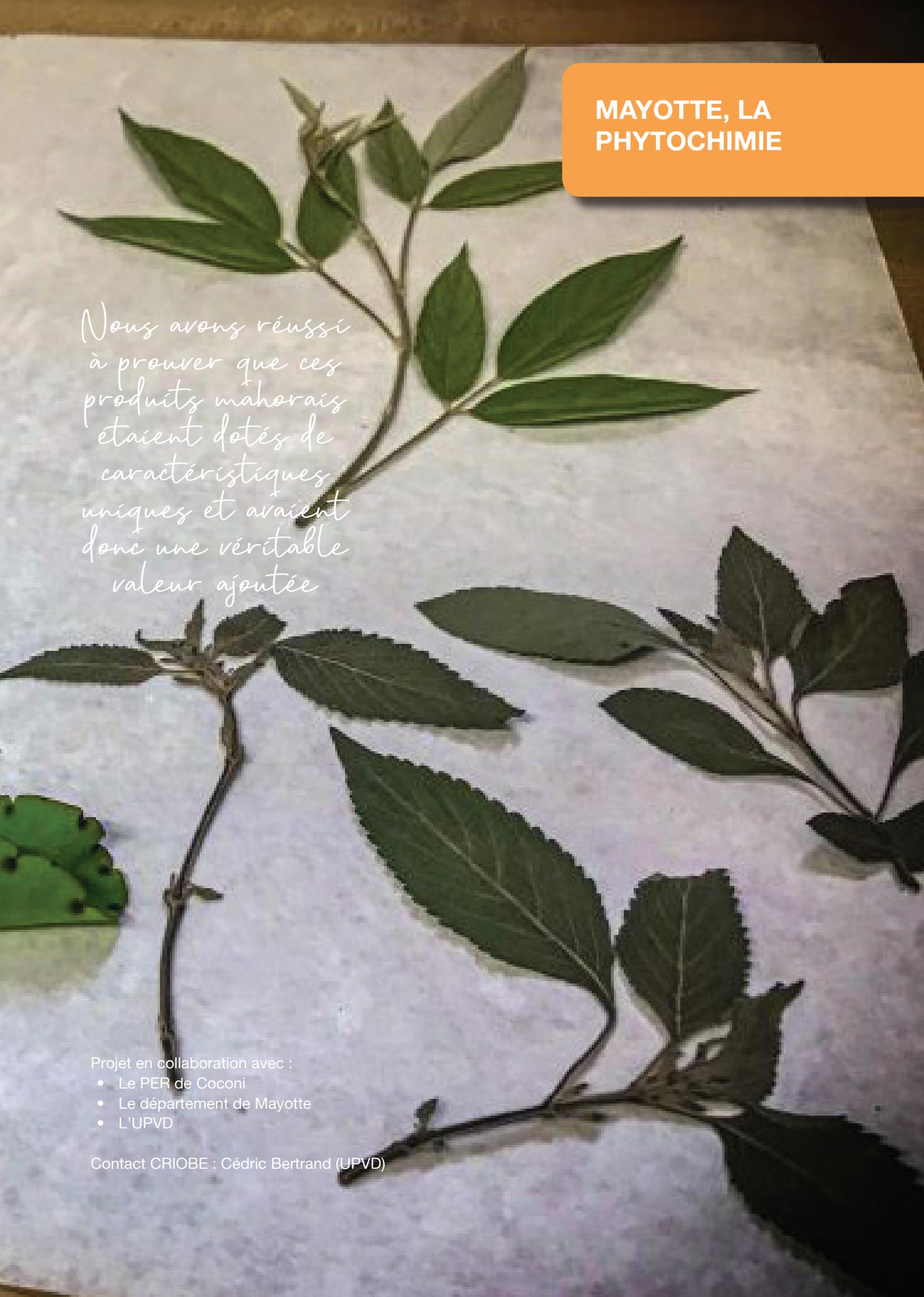
- la structuration de filières comme l'ylang-ylang, la vanille, le cacao, le café ou encore le jasmin et le curcuma,
- les plantes à parfum, aromatiques et médicinales pour la cosmétologie ou la pharmacopée ;
- l'innovation en mer, avec le développement d'une aquaculture innovante basée sur les éponges et les algues.

L'approche du Criobe se base sur la recherche appliquée en lien avec un système de réflexion des acteurs locaux, relatifs aux besoins et ressources locales. Le but est d'identifier des projets focalisant l'aspect végétal/flore qui, de surcroît, intéressent la population et seront aussi source de développement économique, de créations d'emplois et de rayonnement national et international sécurisant par normes, process et labellisations les savoirs-faire et ressources locaux dans le but d'une exploitation notamment commerciale.

Oumaynou Darouèche, doctorante en chimie, affiliée au Criobe et au PER de Mayotte, se penche sur l'étude expérimentale de composés actifs dans la biomasse à but cosmétique. L'objectif étant de créer une filière cosmétique de qualité, voire même de luxe, basée principalement sur l'exploitation de l'ylang-ylang qui aspire à prétendre, comme le cacao ou la vanille, à une labélisation officielle.

Tous ces travaux scientifiques s'inscrivent dans une démarche verte et un souhait de proche labellisation environnementale pour l'île, privilégiant ainsi les systèmes d'exploitation et d'extraction des plantes par des procédés naturels de type dioxyde de carbone supercritique et notamment la non-utilisation de solvants halogénés (qui contiennent du chlore), plutôt lourds et gourmands en termes de techniques de recyclage non disponibles dans la gestion des déchets du territoire mahorais.





MAYOTTE, LA PHYTOCHIMIE

*Nous avons réussi
à prouver que ces
produits mahorais
étaient dotés de
caractéristiques
uniques et avaient
donc une véritable
valeur ajoutée*

Projet en collaboration avec :

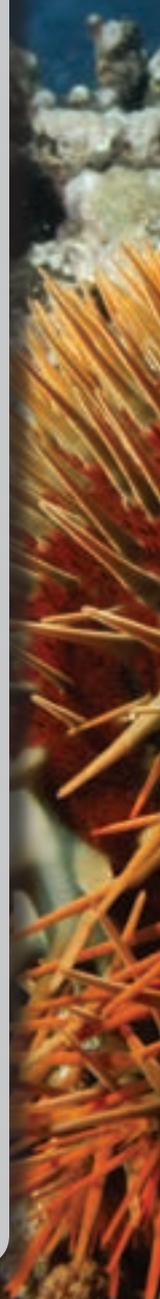
- Le PER de Coconi
- Le département de Mayotte
- L'UPVD

Contact CRIOBE : Cédric Bertrand (UPVD)

TARAMEA

L'*Acanthaster cf solaris* ou Taraméa, super prédateur du corail, était de retour sur les pentes externes de Moorea depuis déjà quelques temps. Ces dernières années l'étoile de mer était en effet facilement visibles partout par les plongeurs et chasseurs sous-marins, surtout sur les récifs extérieurs de l'île. Des campagnes de comptage ont été mises en place par l'équipe du SNO CORAIL du Criobe en 2022 et 2023. Lors de la première campagne en 2022, les densités, bien que déjà anormales, étaient relativement contenues (de l'ordre de 1 individu/100 m²), plutôt localisées dans la zone des 30 mètres et assez bien réparties tout autour de l'île. Dès la deuxième partie de l'année 2023 la perturbation s'est accélérée et les densités ont considérablement augmenté, notamment sur la zone des 15-10 m, soit le cœur du récif en terme de biodiversité (nombre d'espèces), de biomasse (quantité de matière vivante) et production carbonatée (roches calcaires dures et sableuses qui constituent l'architecture des récifs).

En quelques années, les récifs externes de Moorea sont donc passés, depuis le blanchissement de 2019 et ce dernier phénomène 2020-2024 de Taraméa, de fortes valeurs de recouvrement (50 % de moyenne sur les récifs externes à 10 m de profondeur) à des valeurs extrêmement basses proches maintenant du 0 absolu. La dynamique est toujours à la baisse, car les Taraméa sont encore présentes et mangent les quelques dernières colonies de coraux vivants. Un nouvel épisode de blanchissement corallien, induisant des mortalités, est également en cours pour la saison chaude 2023-2024. L'inversion de tendance, avec une remontée des recouvrements en corail vivant, n'est pas attendue avant au moins quelques années.



An underwater photograph of a coral reef. In the foreground, a large sea urchin with a light-colored body and numerous long, sharp, reddish-brown spines is prominent. In the background, a yellow and white striped fish swims near a variety of coral structures. The water is clear and blue.

L'ACANTHASTER, UNE MENACE ÉPINEUSE

ZOOM SUR

TARA PACIFIC PREMIERS RÉSULTATS D'UNE EXPÉDITION HORS DU COMMUN - JUIN 2023

Les résultats parus portent sur trois aspects :

1. la validité des protocoles développés et des données collectées pour l'expédition ;
2. la compréhension de l'holobionte corallien, soit le corail accompagné de l'ensemble de son microbiome (les micro-organismes et leurs gènes vivant dans l'écosystème corallien) ;
3. et l'influence de l'environnement sur les récifs.

1/ La base de données TARA PACIFIC regroupe les données de :

- 58 000 échantillons
- 12 193 photographies
- 102 sites
- 32 îles

Au sein de cette base de données, chacun de ces échantillons est annoté du contexte environnemental dans lequel il a été prélevé (informations géospatiales, temporelles et méthodologiques).

Outre l'exhaustivité de ces données, l'aspect essentiel réside dans le fait qu'elles sont désormais en accès ouvert à l'ensemble de la communauté scientifique et représente héritage unique que Tara Pacific partage. La mise en libre accès de ce qu'on peut qualifier de "bibliothèque génétique de l'écosystème corallien", dès la validation des protocoles, ainsi que le niveau de détails fourni en complément des données brutes la rend utilisable par les chercheurs du monde entier. Cette bibliothèque permet ainsi d'exploiter pleinement le potentiel que ces échantillons portent.

2/ La biodiversité corallienne est maximale autour du « Triangle de Corail », une zone géographique comprenant

la Malaisie, l'Indonésie et les Philippines. Cette diversité diminue ensuite au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'ouest en direction de la Polynésie française, ou vers le nord en direction du Japon. À l'inverse, les résultats TARA PACIFIC indiquent que les microbiomes coralliens ne suivent pas le schéma attendu d'une plus grande diversité dans le Pacifique occidental.

3/ La réalisation d'une mission à l'échelle d'un bassin océanique, dans des contextes environnementaux extrêmement variés, a aussi permis d'étudier l'impact de l'environnement sur les coraux. La morphologie des coraux est déterminée par deux facteurs : la génétique de l'individu et les conditions environnementales. Plus le facteur génétique est dominant, plus le corail est résistant aux variations de l'environnement.



Contacts

Serge Planes (DR CNRS)

<https://fondationtaraocean.org/actualite-scientifique/tara-pacific-premiers-resultats-scientifiques/>

PROTÉGER LES RÉCIFS LE FROID ET L'OMBRE À L'ESSAI !

Claire Boitel, doctorante EPHE, réalise une thèse sur « les réponses écophysiological des conservatoires coralliens à l'ombrage et au refroidissement pour la protection de la biodiversité polynésienne ».

Une première étape consiste à évaluer si la résistance et résilience coralliennes sont favorisées par l'ombre ou le froid, si et comment les voies d'allocation énergétique aux besoins métaboliques vitaux de l'hôte (croissance et reproduction) sont impactées. Ensuite, choisissant d'étudier l'ombrage – technique plus facilement déployable dans les pays insulaires ciblés –, les performances d'une diversité corallienne placée sous un ombrage artificiel dans le lagon facile d'accès seront comparées à un ombrage naturel dans les profondeurs, lors d'épisodes de chaleur. Enfin, l'ombrage et le refroidissement peuvent-ils bénéficier à d'autres stades de vie, notamment en favorisant l'implantation des larves et la survie des recrues ?

Dans ce cadre, elle utilise le SWAC de l'atoll de Tetiaroa. Ce système innovant de climatisation par pompage d'eau de mer profonde (appelé SWAC) a été installé sur l'atoll par un hôtel. Cette technologie pompe les eaux froides des profondeurs (800 m/ 4°C) qui, à l'issue de leur utilisation, sont rejetées dans la zone des 30 m du récif à une température de 11°C. En partenariat avec l'hôtel, le Criobe a fait installer une dérivation pour faire remonter cette sortie d'eau sur l'horizon des 12 mètres. Ceci permet la mise en place d'un système de diffusion de l'eau froide sur des tables coralliennes.

Pour ces expériences, Claire a placé 1/3 des boutures sous les structures de refroidissement, 1/3 mis sous des toiles d'ombrage (~60% d'ombrage) et 1/3 en contrôle, non refroidi, non ombragé dans la même zone.

Des premiers tests effectués en septembre-octobre 2023 ont permis de mettre en évidence un refroidissement d'en moyenne 0,4°C sur la zone autour des boutures, avec des pics qui peuvent atteindre -1,8°C par rapport à la température ambiante « contrôle ».



Contacts

Laetitia Hédouin (DR CNRS)
Serge Planes (DR CNRS)

LES INFRASTRUCTURES



Les laboratoires du Criobe sont répartis sur deux campus principaux :

- l'Université de Perpignan Via Domitia (UPVD) dans le sud de la France
- la station de recherche située sur l'île de Moorea en Polynésie française.

Le Criobe dispose également d'un bureau à la Maison des Océans à Paris, en France métropolitaine.



À PARIS

La Maison de l'Océan est un véritable « hub » environnemental qui rassemble de grandes institutions de l'environnement et de la protection des océans (l'Institut Océanographique, le Criobe, la Fondation Prince Albert II de Monaco, la Plateforme Océan-Climat, etc.). Elle accueille régulièrement des conférences internationales autour des grands enjeux de la gestion durable des océans et des sujets connexes de l'environnement. Deux bureaux y ont été mis à la disposition du Criobe.



À PERPIGNAN

Situé dans le département des Pyrénées Orientales, sur le campus de l'Université de Perpignan Via Domitia (UPVD), le Criobe gère ses propres infrastructures avec quelques 1500 m² de bureaux et laboratoires répartis dans 4 bâtiments.



EN POLYNÉSIE FRANÇAISE

La station du Criobe a été implantée à Moorea en 1971 sous l'impulsion du biologiste Bernard SALVAT, Professeur à l'École Pratique des Hautes Études. D'abord plateforme opérationnelle pour le travail de terrain, elle se transformera au fil du temps en véritable laboratoire de recherche jusqu'à sa labellisation par le CNRS en Station d'Écologie Expérimentale (SEE) en 2016 au sein du Réseau National RÉNSEE.

DE NOUVEAUX HÉBERGEMENTS

Le Criobe a inauguré ses nouveaux logements le vendredi 3 mai 2024 : ces structures permettent d'accueillir 24 scientifiques, dans quatre chambres partagées et quatre bungalows pour deux personnes. Étaient présents pour la cérémonie Michel Hochmann, président de l'École Pratique des Hautes Études (EPHE), Anna NGuyen - administratrice de la subdivision des Îles-du-Vent et des Îles Sous-le-Vent, Tea Frogier - de la Délégation de la Recherche (Pays), Evans Haumani - maire de Moorea Maiao, Pierre Sasal - directeur du Criobe, ainsi que le personnel du centre. Ce projet a pu être mené grâce à un financement de 80 millions de francs pacifiques du contrat de plan 2015-2020 État/Pays.





LA STATION D'ÉCOLOGIE EXPÉRIMENTALE (SEE) À MOOREA

En Polynésie française, la SEE accueille des chercheurs et étudiant.es du monde entier. Elle dispose d'un terrain de 20 500 m² affecté par le Pays, dont 2 410 m² de surfaces construites. Plateforme opérationnelle pour le travail de terrain sur les récifs polynésiens, elle est constituée de bâtiments individuels regroupant des hébergements, des bureaux, des laboratoires et des pièces techniques.

La SEE est la dernière des 5 stations de recherche intégrée au réseau RéNSEE du CNRS-INEE. Elle fournit un certain nombre d'installations qui permettent des expériences *in vivo* et *in situ* sur les écosystèmes coralliens. Ces installations permettent de gérer et de contrôler les variables liées au changement climatique afin de mieux comprendre les processus qui régissent la persistance des populations et des communautés biologiques, ainsi que les mécanismes de résistance au stress climatique. La SEE met à disposition des moyens nautiques et de plongée ainsi que des plateaux d'expérimentation.

MOYENS MIS À DISPOSITION

- des espaces d'expérimentation *in vivo* où la température, le pH, les cycles d'éclairage peuvent être surveillés et programmés dans un milieu aquatique contrôlé,
- des bassins d'extérieur de grand volume pour les expérimentations les nécessitant ainsi que pour le suivi de l'évolution de l'état de l'environnement (température, pH),
- une pépinière de coraux avec des lits de coupe qui peuvent être personnalisés en fonction des expériences,
- des laboratoires,
- un service d'analyses chimiques de l'eau,
- des services d'analyses en biologie moléculaire et cellulaire,
- des hébergements,
- une barge scientifique (p. 48)
- des véhicules terrestres et marins
- des salles de formation (salles et amphithéâtre de 128 places).

Les installations de la station permettent de gérer et de contrôler les variables liées au changement climatique



LES LABORATOIRES À PERPIGNAN

Le Criobe possède ses propres infrastructures, avec près de 1 500 m² de bureaux et laboratoires répartis en 4 ensembles au sein de l'Université de Perpignan Via Domitia :

- Le laboratoire de biologie moléculaire, le laboratoire d'otolithométrie, l'optique, les collections, la bibliothèque « Récifs coralliens » et les archives. Cet ensemble héberge la société de conseil MAREPOLIS, spécialisée dans le secteur de la mer.
- Les laboratoires de chimie, des bureaux et une salle de réunion ainsi que le spectromètre de masse RMN 500 MHz, unique dans la région. Cet ensemble héberge la société AKINAO, entreprise de valorisation de produits naturels.
- Le plateau « Métabolites Secondaires, Xénobiotiques et Métabolomique » (MSXM), de la plateforme de biotechnologies marines Bio2Mar.
- L'animalerie de l'UPVD où se trouvent les aquariums du Criobe. La collaboration avec les aquariums de Banyuls et de Canet, combinée avec cette animalerie, offre trois structures aquariologiques d'expérimentation pour les chercheurs et partenaires du Criobe.



La base de données de barcode des poissons de Polynésie française nommée French Polynesia Fish Barcoding Database est en ligne et accessible à tous.

Cette base regroupe tous les spécimens de poissons prélevés lors des différentes missions effectuées par le CRIOBE au cours de ces dernières années et dans différents archipels ou îles de Polynésie française (Gambiers, Marquises, Australes, Moorea, Mohotani). Chaque spécimen est répertorié dans cette base avec un maximum d'informations dont le nom scientifique du spécimen, sa photo, la date, le point GPS et la profondeur de prélèvement, sa taille et la séquence ADN de son gène mitochondrial cytochrome c oxidase subunit 1 (CO1). Il est possible de rechercher au sein de cette base, les spécimens en fonction des différents critères de description mais aussi en fonction d'une partie de la séquence ADN du CO1.

Contact

Benoît Espiau (CNRS)
<http://fishbardb.criobe.pf/>



LE PLATEAU MSXM



Ce plateau MSXM (Métabolites Secondaires, Xénobiotiques et Métabolomique) technique de chimie analytique fait partie de la **PLATEFORME RÉGIONALE BIO2MAR**, labellisée GEPETO (Grand équipement pour l'évolution technologique et l'ouverture scientifique) par la région Occitanie Pyrénées Méditerranée.

Cette plateforme offre aux chercheurs des secteurs public et privé une expertise et une technologie de pointe en matière de recherche sur la biodiversité marine et les biotechnologies bleues avec une position stratégique sur le littoral méditerranéen. Bio2Mar est unique, car elle offre une chaîne de développement complète allant de l'isolement d'organismes marins, à leur identification, la production de biomasse, à la purification et caractérisation structurale des biomolécules d'intérêt.

La plateforme est localisée sur 2 sites géographiques : trois plateaux techniques sont hébergés à la Fédération de Recherche à l'Observatoire Océanologique de Banyuls (Biodiversité et Biologie Moléculaire, Microbiologie et Culture, Biomolécules et Chimie Environnementale) ; le Criobe-UPVD héberge le quatrième plateau technique « Métabolites Secondaires, Xénobiotiques et Métabolomique » (MSXM).

Ce plateau est un outil performant pour des études couvrant les domaines de l'écologie chimique, de l'identification de composés bioactifs valorisables dans les secteurs pharmaceutique, cosmétique ou agrochimique, et de la chimie de l'environnement avec l'analyse de polluants. Il répond à de nombreuses demandes des secteurs privé et public, et l'adhésion du plateau MSXM au Réseau Francophone de Métabolomique et Fluxomique (RFMF), font qu'aujourd'hui ce plateau est sollicité par de nombreuses entités pour développer des approches de métabolomique appliquée aux environnements marins ou des approches de métabolomique environnementale. Le plateau MSXM est identifié comme partenaire de MetaboHUB (Infrastructure nationale en métabolomique et fluxomique). MSXM sert de soutien au développement de projets de recherche dans le domaine de la transition environnementale et écologique. Les équipements installés ces trois dernières années sur le plateau, UHPLC-HRMS et RMN, renforcent son attractivité et sa compétitivité dans la région Occitanie et au-delà.

Le plateau MSXM est engagé dans une démarche qualité en coordination avec l'ensemble des plateaux Bio2Mar.

LE SERVICE NATIONAL D'OBSERVATION CORAIL

Le SNO CORAIL, implanté sur le campus de Moorea, est un service labellisé par le CNRS-INSU et intégré dans le réseau national des SNO, dédié à l'observation des océans.

Plusieurs méthodes de suivi sont utilisées : le transect corallien par photo-quadrate, le relevé photographique paysager permanent mis en place depuis 2005 sur toutes les îles du réseau, le suivi du recrutement corallien sur Moorea depuis 2000, le relevé ichtyologique pour répertorier toutes les espèces de poissons, le nombre d'individus rencontrés et leur taille, et l'enregistrement de paramètres physico-chimiques du milieu par sondes. Toutes ces données sont mises à disposition de la communauté scientifique sur une plateforme interactive en ligne. Ainsi, le CRIOBE est devenu le premier observatoire pour la surveillance des récifs coralliens. Le SNO CORAIL s'inscrit pleinement dans le périmètre

de l'infrastructure de recherche ILICO et c'est dans ce cadre que l'exécution de la tâche de service est attendue en complémentarité avec les autres plateaux de l'IR ILICO.

Le SNO CORAIL collabore avec le GCRMN afin de réaliser des synthèses sur l'état de santé et les tendances des récifs coralliens dans le Pacifique et dans le monde. À ce titre le SNO CORAIL est l'interlocuteur du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire pour l'implication de la France dans le GCRMN.



Site Internet

<http://observatoire.criobe.pf>



LA BARGE SCIENTIFIQUE

Sortie des ateliers NSI-Tahiti en 2021 la barge est une plateforme de recherche *in situ*, dotée de technologies de pointe mises à disposition par la Station d'Écologie Expérimentale CORAIL. La plateforme est un outil mutualisable au sein du Consortium RESIPOL en Polynésie française.

Cette barge, appelée NOHU-CRIOBE en référence au nom de la baie de 'Opunohu - son point d'ancrage, s'articule autour de quatre éléments :

1. un réseau de capteurs *in situ* avec des capteurs d'enregistrement en continu, relayés sur internet en temps réel,
2. un réseau de caméras *in situ* en temps réel pour permettre l'observation de comportements particuliers (rares, imprévisibles, nocturnes),
3. une pépinière de coraux et d'autres organismes modèles (bénitiers, poissons-clown, etc.),
4. des serres à environnement contrôlé *in situ* pour intégrer directement des changements dans l'environnement.

Cet outil innovant, véritable laboratoire CRIOBE déporté, a la capacité de se surélever au-dessus de l'eau afin de permettre au laboratoire de ne pas être impacté par la houle. Il a une autonomie énergétique et opérationnelle de près de 3 mois et peut accueillir 2 membres du personnel 24h/24 - 7 j/7, et 10 personnes à la journée. La plateforme peut également être transportée en conteneur, chargée sur une remorque, dans un navire, pour être transportée dans différentes îles et atolls assurant un système flexible et adaptable à tous les récifs coralliens de Polynésie.



Ce projet a bénéficié d'un financement Contrat de Projet Etat-Pays 2015-2020.

Cet outil innovant est un véritable «laboratoire Crioibe déporté»

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE LA BARGE

- Longueur coque : 11,95 m
- Largeur hors tout : 5,7 m
- Tirant d'eau coque légère : 0,3 m
- Puissance de propulsion : 2 x 150cv 4 temps
- Transmission : Hors-Bord
- Catégorie de navigation : 5ème pro
- Capacité en charge : 24,8 Tonnes
- Capacité nourrice essence : 2 x 100L
- Capacité GO : 200 l
- 1VHS, 1 GPS, 1 compas
- 1 centrale hydraulique
- 1 grue de levage 1T
- 1 treuil d'une capacité de 2500 kg à une portée de 1m
- 4 pieux rétractables
- 4 verins hydrauliques
- 1 annexe
- 1 cabine 2 couchages
- 2 climatiseurs
- Pompes eau de mer : 2 de 10 m³/h
- 4 réseaux électrique à bord : 12v / 24v / 220v / 380v
- 1 réfrigérateur
- 1 congélateur
- 2 réchauds
- 8 blocs de plongée 12L courts
- 1 compresseur
- 1 surpresseur
- 1 groupe électrogène
- 1 puit de mise à l'eau
- 1 plage de mise à l'eau de 3 mx1,2 m
- 1 potence de levage
- 1 chauffe-eau solaire de 300L
- 2 Cloches expérimentales
- 1 Sous marin autonome d'exploration (ROV)
- 1 sonar multi-faisceaux
- Paillasse sèches et humides

STRUCTURES FEDERATIVES ET RESEAUX



L'INSTITUT DES RÉCIFS CORALLIENS DU PACIFIQUE

(IRCP) a été créé en 2009 par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche dans le cadre de l'École Pratique des Hautes Etudes. Cet institut, basé sur le campus du Criobe à Moorea, a pour vocation de favoriser, dans la durée, à l'échelle régionale du Pacifique, le lien nécessaire entre recherche fondamentale, politique de préservation et formation dans le domaine de la gestion des récifs coralliens.

Il vise à mieux faire connaître les récifs coralliens auprès du plus grand nombre pour de meilleures politiques de conservation.

Cette action s'intègre dans une

perspective transversale pour prendre en compte l'apport des sciences humaines et sociales dans la gestion durable des récifs coralliens.

L'IRCP intègre également l'observatoire de l'environnement SNO CORAIL dont l'objectif est de suivre l'évolution des récifs coralliens sur le long terme dans le contexte des changements globaux de la planète. Cet observatoire bénéficie de collaborations avec de nombreux pays (îles Cook, Tonga, Samoa, Kiribati) et territoires (Wallis et Futuna, îles Pitcairn) du Pacifique.



Contacts

Serge Planes (DR CNRS)
<http://www.ircp.pf/>



■ SÉMINAIRE BIOSÉCURITÉ MARINE

Dans le cadre d'un financement du Fonds Pacifique, l'IRCP et le CRIOBE ont co-organisé, en 2022-2023, un séminaire, avec la fondation Blue Cradle et le Cawthron Institute de Nouvelle-Zélande, dédié au problème de la biosécurité marine. L'objectif était de définir les possibilités et les priorités de coopération scientifique et technique en matière de gestion de la biosécurité marine entre Aotearoa (Nouvelle-Zélande), la Polynésie française et la région du Pacifique Sud. Tous les aspects du système de biosécurité ont été examinés, mais l'accent a surtout été mis sur les outils de détection des parasites et la gestion des voies de transport. Grâce à ce séminaire-atelier et à la production d'un documentaire grand public sur le sujet, les organisateurs espèrent promouvoir le développement de capacités régionales en matière de biosécurité et une plateforme de collaboration et de partage d'informations.

Le Labex Corail regroupe neuf partenaires français :

→ 5 institutions de recherche

l'EPHE, le CNRS, l'EHESS, l'Ifremer et l'IRD

→ 4 universités

La Nouvelle-Calédonie, La Polynésie française, La Réunion et les Antilles
Labellisé en 2011 / Renouvelé jusqu'en 2025



Contact

Serge Planes (CNRS)

<http://www.ircp.pf/>

La France est le 4^{ème} pays qui possède le plus de surface de récifs coralliens dans le monde (cumulant de façon unique des récifs coralliens dans l'Océan Pacifique, Indien et Atlantique). Ainsi, l'État français a de nombreuses fois investi à juste titre dans les récifs coralliens. Citons par exemple ses investissements via l'ICRI, l'IFRECOR, le CRISP (Coral Reef Initiative for the South Pacific) et d'autres projets d'envergure. C'est dans la continuité logique de ces initiatives que s'inscrit le **LABORATOIRE D'EXCELLENCE « CORAIL »**, qui a pour objectif de fournir une véritable plateforme de connaissances sur les écosystèmes coralliens, utilisée en perspective pour un meilleur management de

ceux-ci. Coordonnant les travaux français, le Laboratoire d'Excellence CORAIL se hisse ainsi au niveau d'une lisibilité internationale, à égalité avec les grands laboratoires australiens, américains ou japonais. De plus, les grandes universités françaises d'Outre-mer et les structures associées sont des partenaires privilégiés, permettant ainsi la création d'une plateforme tropicale française de connaissances et de possibilités de terrain. Très dispersée en 2010, la recherche française sur les récifs coralliens est fédérée dans le LabEx et gagne en visibilité internationale. Le LabEx apporte une solution efficace à ce problème, regroupant déjà 80% des chercheurs en activité sur les récifs coralliens

via 9 instituts qui cumulent, à titre d'exemple, 139 publications en 2018. Publiées sous le même label, elles classent le LabEx au 2^{ème} rang mondial dans la recherche sur les récifs coralliens, juste après le Centre d'Excellence sur les Récifs Coralliens australien, et loin devant les institutions Américaines ou Japonaises. Enfin, le LabEx remplit les recommandations des Stratégies Territoriales pour les Outre-Mer (STRATOM) qui demandent un plan mieux coordonné et plus concerté, ainsi qu'un effort sur la recherche en Outre-mer : c'est un des points forts du LabEx qui base de nombreux scientifiques (en thèse ou en poste) dans les territoires d'outre-mer.

LE PARIS DES RÉCIFS

Ce colloque scientifique organisé par le LabEx CORAIL en décembre 2023, avec le soutien de l'Institut océanographique Fondation Albert Ier, Prince de Monaco a réuni plus de 100 scientifiques français spécialistes des récifs coralliens pour un bilan des actions du Labex sur ses 14 années d'existence. L'occasion aussi d'organiser deux tables rondes, en partenariat avec les Ministères et l'IFRECOR afin de mettre en commun toutes les intentions, actions et politiques de conservation et de restauration des récifs coralliens, et permettre ainsi la convergence de toutes les expertises.

Plus de 150 personnes ont participé aux tables rondes :

1. Table ronde stratégique « Récifs coralliens et sciences participatives » avec la participation de du MIOM et de Francis Staub de l'Ifremer.
2. Table ronde co-organisée avec le Secrétariat d'État chargé de la Mer « Récifs coralliens : innovation et bioinspiration » thème labellisé Jeudi de l'Innovation Maritime.



Le Criobe fait partie de plusieurs réseaux locaux, nationaux et internationaux, par l'intégration d'une partie de ses outils ou la participation d'un membre du personnel aux comités de gestion de ces réseaux



Le Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN) est le réseau international de suivi des récifs coralliens coordonné par l'Initiative Internationale pour les Récifs Coralliens (ICRI).



L'Infrastructure de Recherche (IR) littorale et côtière (ILICO) vise à observer et comprendre les milieux et les écosystèmes côtiers et marins dans leur globalité.



La Fédération de Recherche Energie et Environnement (FREE) de l'UPVD a pour objectif de développer une dynamique scientifique inter-laboratoires sous la bannière de l'interdisciplinarité à l'interface entre les domaines des énergies et de l'environnement.



Le consortium « Recherche enseignement supérieur innovation pour la Polynésie » vise la mise en place d'une organisation territoriale coordonnée, afin de soutenir le développement de la Polynésie française par la connaissance, la formation et l'innovation.



Les stations d'écologie expérimentale du CNRS-INEE ont pour mission d'acquérir des connaissances générales et pluridisciplinaires sur l'étude du lien entre la dynamique, l'évolution et le fonctionnement des écosystèmes et de la biodiversité.



Le Défi clé « BiodivOc », lancé par la Région Occitanie, soutient une recherche ancrée sur son territoire et ouverte, du local à l'international, selon une approche globale, toutes espèces et tous écosystèmes confondus, mêlant observation, expérimentation, théorie et analyse de données.



Le Réseau Francophone de Métabolomique et Fluxomique représente un observatoire privilégié de la structuration et de l'évolution de cette discipline à l'échelle nationale et depuis peu à l'échelle de la communauté francophone.



Le réseau ROcMe favorise les échanges sur les méthodologies et les techniques utilisées, conduit à une optimisation des services et des moyens disponibles sur le territoire dans différents domaines scientifiques, et alimente les champs disciplinaires en nouvelles compétences.



Le Dispositif de partenariat en écologie et environnement d'Occitanie Est, outil du CNRS-INEE, permet de consolider les liens du Criobe avec les laboratoires de Montpellier et de positionner les plateformes régionales gérées par le Criobe comme un atout complémentaire de cet autre campus dans la région.

ENSEIGNEMENTS ET SENSIBILISATION

Le Criobe joue un rôle moteur en terme d'enseignement sur les récifs coralliens en France métropolitaine et en Outre-mer. En 2022, le Criobe intervient à tous les niveaux de formation initiale en enseignement supérieur, de la licence aux doctorats proposés par ses tutelles. Il est partenaire d'un Master européen, participe

à la formation continue, a développé un enseignement à distance et l'IRCP propose des formations techniques sur les récifs coralliens.

Le Criobe a l'objectif de rester un leader français dans l'enseignement sur les récifs coralliens, tout en s'adaptant au nouveau paysage de la recherche et de l'enseignement.

Contacts

Maggy Nugues (EPHE-PSL)
David Lecchini (EPHE-PSL)
Nathalie Bontemps-Tapissier (UPVD)
Marie-Virginie Salvia (UPVD)

L Sciences pour un monde durable - Licence PSL

Cette formation interdisciplinaire, bilingue inédite en France, est destinée aux futur.es bachelier.es : un cursus postbac en 3 ans pour former une nouvelle génération qui doit être capable de penser les enjeux du développement durable dans leur complexité et leur globalité à l'échelle planétaire. Le Criobe y intervient en L1 et L3.

L Chimie - Licence UPVD

Cette licence de Chimie est une formation qui vise à former des étudiant.es capables d'appréhender des problématiques liées à la chimie analytique et à la chimie de l'environnement. Les deux premières années sont générales et la spécialisation se fait de façon progressive au cours du cursus et notamment en troisième année. Le Criobe a la responsabilité pédagogique de cette formation.

M Les récifs coralliens de demain - UE CRIOBE niveau Master

L'objectif de cette UE est de développer un large socle de connaissances sur ces écosystèmes, du corail aux super prédateurs. La description des menaces auxquelles les récifs coralliens font face, ainsi que leur importance pour les sociétés humaines sont également abordés au sein de ce cursus. Les cours dispensés s'adressent à des étudiant.es d'universités d'origine diverses :

- Université de la Polynésie française (UPF) en Master 2 EIO (Environnement Insulaire Océanien),
- École Pratique des Hautes Études en diplôme EPHE (voir page suivante)
- Paris, Sciences & Lettres (PSL), université publique parisienne d'excellence.

M Marine Environment and Resources - Master Européen

De par sa longue collaboration avec le Laboratoire de Morphologie Fonctionnelle de l'Université de Liège en Belgique (depuis les années 1980, entre les Professeurs Vandewalle et Galzin), le Criobe est partenaire de ce Master MER (<http://merconsortium.eu/>) dans le cadre d'un appel d'offre européen « Erasmus Mundus Masters Courses » (EMMCs). Son rôle consiste essentiellement à accueillir en stage des étudiant.es du Master MER au Criobe à Moorea.

|| Sciences de la terre et biodiversité - Programme Gradué PSL-ENS-EPHE

Le programme gradué Sciences de la terre et biodiversité propose un cycle complet d'études supérieures et de recherche du master au doctorat en sciences de l'environnement, écologie, géosciences. Adossé aux laboratoires de recherche et au LabEx CORAIL de PSL, le programme gradué comprend un master plaçant l'étudiant.e au plus près de la recherche. Il offre des enseignements d'ouverture qui renforcent les compétences transdisciplinaires et enrichissent les parcours des étudiant.es.

L = Licence

M = Master

ZOOM SUR

LE MASTER CHIMIE- CEEC PARCOURS CHIMIE ENVIRONNEMENTALE ET ECOLOGIE CHIMIQUE

Le Master CEEC (mention Chimie) offre une formation indifférenciée qui prépare les étudiants à exercer des activités de recherche en analyse chimique et/ou en écologie chimique, c'est-à-dire l'étude des médiateurs interbiotiques ou à intégrer le milieu professionnel notamment dans le secteur de la chimie de l'environnement ou de la valorisation des substances naturelles (cosmétiques, agrochimie...). L'originalité du master CEEC réside dans l'acquisition de compétences pluridisciplinaires axées sur l'analyse chimique de composés organiques dans des matrices biologiques et environnementales complexes. Il accueille chaque année des promotions de 16 étudiants en M1 et M2 en formation initiale, en formation continue et en alternance. La formation accueille actuellement 6 alternants dans des structures comme Suez et Véolia ou dans des laboratoires d'analyses régionaux et nationaux.

Deux domaines principaux sont visés pour les diplômés (fiche RNCP 38703) :

→ le domaine de la chimie environnementale avec un niveau d'expertise élevé permettant aux diplômés de s'insérer dans l'industrie avec des compétences dans le domaine de l'environnement, dans un contexte réglementaire et social dynamique.

→ le domaine de la recherche innovante en écologie chimique appliquée à des problématiques environnementales, ou à la valorisation des substances naturelles, avec des compétences originales liées à des outils et des concepts de pointe en écologie chimique et notamment en métabolomique.

<https://formations.univ-perp.fr/diplome/mnatapasters/master-chimie>



Contacts

Nathalie Bontemps-Tapissier (UPVD)
Cédric Bertrand (UPVD)

LA FORMATION CONTINUE

L'offre de formation continue existe sous forme diplômante ou qualifiante et a pour ambition d'accueillir toute personne, déjà dans la vie active, désireuse de se former pour améliorer ses compétences, valoriser son expérience ou s'assurer une reconversion professionnelle.

FORMATIONS DISPONIBLES AU CRIOBE

Une formation diplômante

Le Diplôme EPHE - mention Science de la Vie et de la Terre.

Son objectif est de former les étudiant.es à la recherche par la recherche. La durée de préparation du diplôme est de deux à six ans, selon le niveau d'entrée de l'étudiant.e, et le temps qu'il/elle peut consacrer à son projet de recherche. Il permet d'acquérir les connaissances et les aptitudes susceptibles d'être reconnues de niveau Bac + 5 dans le cadre de la validation des études supérieures.

Une formation qualifiante

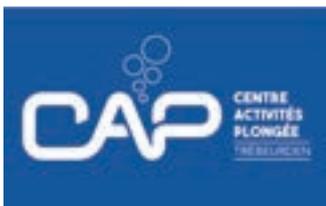
L'IRCP, accueilli sur le campus du Criobe de Moorea, organise des formations sur les récifs coralliens qui allient théorie et pratique sur le terrain. Ces formations s'adressent à un public varié, français ou étranger, en référence à des programmes de recherches ou d'enseignement. Des formations spécifiques peuvent également être organisées pour répondre à une demande extérieure.

Les Master de l'UPVD sont tous ouverts en alternance.
alternance@univ-perp.fr

DROITS À LA FORMATION PROFESSIONNELLE CONTINUE

Ils dépendent du statut de chacun, salarié.e, en recherche d'emploi, en profession libérale, employeur.e ou jeune de moins de 26 ans. Suivant la situation, la formation peut être financée par divers dispositifs. Se renseigner en amont de la candidature à une formation sur les droits à la formation professionnelle en priorité auprès du service des ressources humaines de l'employeur.e et/ou d'une personne conseil en évolution professionnelle pour les salarié.es ou agents publics, auprès de Pôle Emploi si en recherche d'emploi.

formation.continue@ephe.sorbonne.fr



FORMATION PLONGÉE

Depuis 2022, le Criobe qui est plateau technique externalisé du CAP Trébeurden pour les formations professionnalisantes CAH0B/CAH1B/CAH2B (certifications obligatoires pour toute personne réalisant des interventions dans un milieu hyperbare jusqu'à 12, 30 ou 50 mètres). Ces formations sont ouvertes au personnel du Criobe, mais également à toute personne extérieure qui en fait la demande. Organisées en session, la formation prend une semaine, entre cours théorique et cours pratiques. En 2024, six CAH1B et trois CAH2B ont été certifiés, après une session de formation d'une semaine encadrée par trois formateurs : Laurent Boyer, Julie Grall et Clémentine Séguigne.

<https://cap-trebeurden.com/plateaux-techniques/polynesie-francaise/>
Contact : Laurent Boyer



PROJET ONE-SHARK

Ce projet vise à sécuriser les économies bleues insulaire de la Caraïbe Nord via une gestion du risque requin. Le projet s'appuie sur le développement d'un réseau d'acteurs dont les actions synergiques vont permettre i) une meilleure sensibilisation des usagers, ii) la formation des professionnels de la mer, tout en assurant iii) un suivi des populations de requins potentiellement dangereux, iv) une amélioration de la connaissance scientifique et v) une action concertée à l'échelle de la Caraïbe. Un Groupement d'intérêt Public a été créé à Saint-Martin et un étudiant en doctorant COFRA gère localement le projet. Outre le suivi scientifique des requins tigre, le projet a débuté des actions de formation des professionnels et mis en œuvre une stratégie d'information du grand public, apaisante et non-anxiogène.

www.one-shark.com
Contact : Hadrien BIDENBACH -
hadrienbidenbach@gmail.com

ZOOM SUR

E-LEARNING PLATEFORME MANEA



Depuis 2015, la plateforme d'enseignement à distance MANEA propose de suivre des cours en ligne sur les récifs coralliens. Créées originellement pour s'inscrire dans le cursus des étudiant.es de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, les 5 unités d'enseignements de MANEA sont depuis accessibles aux formations en Master de l'Université Paris Sciences et Lettres, de l'Université Perpignan Via Domitia, et aux candidat.es libres souhaitant découvrir les écosystèmes coralliens. Ainsi, MANEA compte chaque année environ 200 étudiant.es et auditeurs/auditrices libres qui s'inscrivent et suivent plus de 110 vidéos de cours et de conférences présentées par des scientifiques internationaux expert.es de ces écosystèmes.

Toujours dans l'optique de rendre accessible ces enseignements au plus grand nombre de personnes, l'équipe MANEA travaille actuellement sur la transcription et la traduction des vidéos de la plateforme. À l'avenir, MANEA sera ainsi ouverte aux auditeurs et auditrices malentendant.es et non-francophones.

<https://manea.criobe.pf/>.

Contact

David Lecchini (EPHE-PSL)

NARUA, LE DÉFI DES ARCHIPELS POLYNÉSIENS

Le projet Narua « Naviguer par le chemin des étoiles » vise à transformer l'offre de formation supérieure en Polynésie française, pour l'adapter aux spécificités d'un territoire multi-insulaire et isolé.

Ce projet ambitieux d'évolution du site est né de la consultation des membres du réseau RESIPOL. Narua sera mis en oeuvre sur 8 ans pour permettre de construire une nouvelle approche ambitieuse de formation et de renforcer la capacité de l'écosystème territorial d'enseignement supérieur à répondre aux besoins de la population polynésienne, mais aussi de faire de la Polynésie française un démonstrateur des problématiques que peuvent rencontrer les autres territoires insulaires, isolés ou périphériques.

Le CRIOBE contribue à Narua, porté par l'Université de la Polynésie française, dans le cadre de l'appel « PIA4 Excellences sous toutes ses formes ». Le centre organisera des modules de formation à et par la recherche en mettant à disposition ses infrastructures expérimentales et de formation et ses moyens à la mer. Il organisera des écoles thématiques axées sur la pratique du terrain au service d'une question de recherche fondamentale.

Informations

<https://www.upf.pf/fr/le-projet-narua>



Contact : Anne Legrand
(UPVD-CRIOBE)

ICON, LA RÉALITÉ VIRTUELLE AU SERVICE DE LA CHIMIE ORGANIQUE

Afin d'aider les étudiants à mieux visualiser une molécule dans l'espace, Anne Legrand, maître de conférences UPVD-CRIOBE en chimie organique, a eu l'idée de développer ICON, une application 3D permettant de représenter des molécules en réalité virtuelle. L'application a intégré le parcours des étudiants en 1^{ère} année des licences sciences de la vie (SV) et sciences de la vie et de la terre (SVT) et en 2^{ème} année des licences physique et chimie. L'avantage de cette application est qu'elle permet à son utilisateur de visualiser la molécule dans l'espace à travers différents axes de rotation. ICON offre également un suivi individualisé. Pendant l'utilisation de l'application, un back office permet à l'enseignant de suivre en temps réel l'avancée des questionnaires. Il peut ainsi voir à quelle question l'étudiant a correctement répondu ou non, et, si besoin, donner des conseils pour l'aider à avancer.



SENSIBILISATION

LES CONFÉRENCES GRAND PUBLIC

À MOOREA

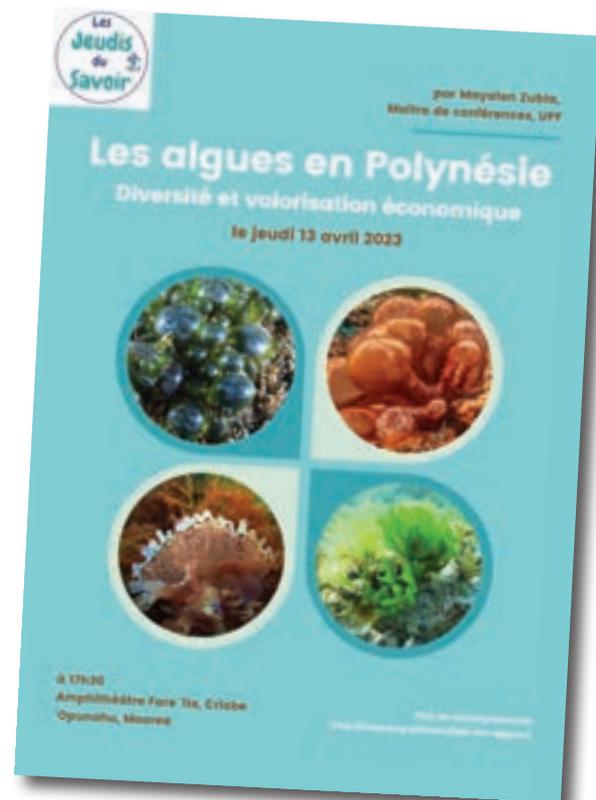
Depuis 2018 l'IRCP organise des conférences grand public, les JEUDIS DU SAVOIR, des interventions de spécialistes, qui présentent leur découverte récente, un état des lieux ou bien un suivi à long terme dans leur domaine d'expertise. Les thématiques sont variées, ainsi le public a-t-il pu en connaître davantage sur les mathématiques, la botanique, l'histoire de la navigation, la danse polynésienne, les moustiques, la gestion des déchets, l'herbivorie chez les poissons de récifs, l'apnée, la géologie des îles et bien d'autres encore.

Ces conférences sont l'occasion d'une rencontre entre l'expert.e et le public, qui peuvent à tout moment échanger. Approfondir un sujet, mieux comprendre un concept, éclairer des idées, voilà les objectifs de ces conférences

grand public qui permettent à l'ensemble des participants de construire un panel de connaissances disponibles. Accessibles même au-delà de la soirée, car toutes les interventions, au nombre de 44 à la fin 2023, sont filmées et diffusées en ligne sur la chaîne YouTube du Criobe.

À BORA BORA

Sur la perle du pacifique, ce sont les MERCREDIS DU SAVOIR qui ont été créés dans le cadre du projet Bora-Biodiv en 2020. Chaque chercheur.e et étudiant.e partenaire du projet présente ses travaux de recherche à la population : géologie, aquaculture, biologie marine, etc. Les conférences trouvent un relais auprès des organismes de presse locaux, qui permettent d'informer le plus grand nombre de leur organisation.



Contacts

Serge Plantés (CNRS)
David Lecchini (EPHE-PSL)

SENSIBILISER LA JEUNESSE

Chaque année, le Criobe participe à des actions en faveur de la jeunesse.

- **Accueil de scolaires** : organisées avec les enseignants ces visites permettent aux élèves, de la primaire au lycée, une découverte des laboratoires et des expériences en cours.
- **les Kids reporters en visite** : ces jeunes journalistes en formation ont visité le centre et ont pu réaliser des entretiens avec les scientifiques et techniciens présents.
- **Parcours d'excellence du projet Bora-Biodiv** : ce projet a été l'occasion de construire un véritable parcours d'enseignement au niveau du lycée. Chaque année des lycées suivent les chercheurs sur l'île de Bora. En Terminale, les élèves les plus investis dans ce projet, partent pour une semaine en immersion au centre de recherche à Moorea. Ils visitent les laboratoires et participent aux expériences en cours, aux côtés des étudiants et chercheurs de la station.
- **Participation à l'élaboration de projet pédagogique** : dans le cadre de la mission sur l'atoll de Taiaro, le Criobe avec le CNES et ArgOcéan ont établi un projet d'immersion dans la recherche scientifique menée sur l'atoll. L'idée est d'utiliser les données récoltées par les scientifiques sur le terrain ou via des satellites pour étudier et comprendre les variations environnementales et leurs impacts sur l'écosystème méconnu du lagon de l'atoll.
- **Participation à la Fête de la Science** : depuis 3 ans, le Criobe fait partie du comité d'organisation de la FDS. Des scientifiques du centre ont déjà parrainer l'événement et en 2023, la première FDS a été organisée à Bora Bora, dans le cadre du projet Bora-Biodiv.



Immergez vos élèves dans la recherche scientifique !

ArgOcéan propose aux classes de collèges et lycées de s'immerger dans la recherche scientifique actuelle menée sur Taiaro, un atoll au milieu du Pacifique.



LES ENSEIGNANTS AURONT LA LIBERTÉ DE S'APPUYER SUR LES RESSOURCES ET ACTIONS MISES À DISPOSITION :

- Pistes et fiches d'activité en relation avec les programmes scolaires
- Échanges avec des scientifiques sur les travaux réalisés
- Événement de fin de projet

Pour recevoir les ressources du projet ArgOcéan-Taiaro 23/24 : inscriptions par mail jusqu'au 30 Juin 2023 (Estelle.Raynal@cnes.fr).

Cet environnement étonnant constitue un « laboratoire naturel » pour les chercheurs de OIST et du CRIOBE sur l'adaptation de la vie marine au réchauffement climatique.

Ce projet pédagogique exceptionnel permet de travailler dans un cadre de démarche scientifique en exploitant notamment des données satellites et *in situ* pour étudier les variations environnementales et leurs impacts sur l'écosystème méconnu du lagon de l'atoll.

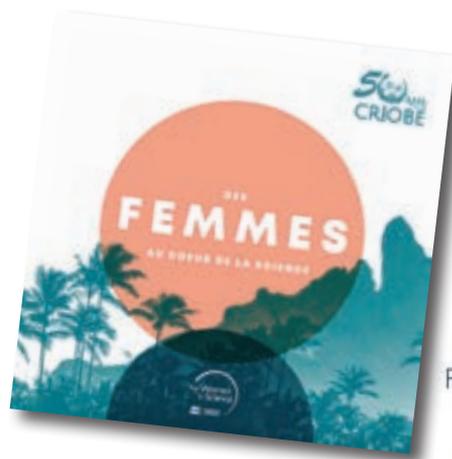
OIST - Okinawa Institute of Science and Technology
CRIOBE - Centre de Recherche Insulaire et Observatoire de l'Environnement



LES FEMMES AU COEUR DE LA SCIENCE

Le Criobe, accompagné de la Fondation L'Oréal et de l'UNESCO, a publié un livret de portraits de femmes scientifiques.

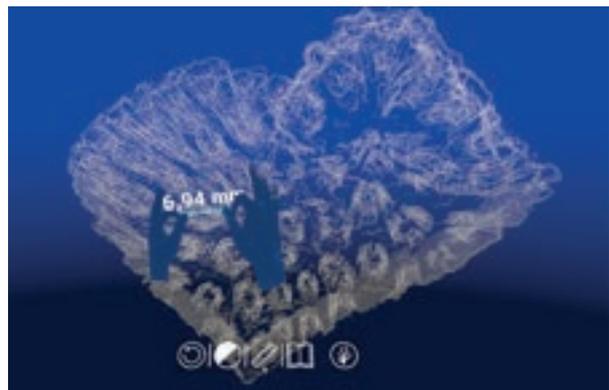
Toutes ces femmes oeuvrent à la compréhension et à la protection des récifs de demain en Polynésie. Elles participent à l'augmentation de la représentation des femmes dans les publications scientifiques sur les récifs coralliens, passée de 18 à 33% les 16 dernières années. En espérant que ce livret suscite des vocations parmi la jeunesse polynésienne pour poursuivre cet effort de recherche et de conservation des récifs coralliens.



ACCOMPAGNER LA CRÉATIVITÉ LOCALE

Avec ses partenaires le Labex Corail et l'IRCP, le Criobe participe à de nombreux projets locaux de création artistique ou d'innovation technologique. Deux projets retiennent notamment l'attention pour ces années 2022-2023 :

1. l'IRCP a établi un partenariat sur deux ans avec le Centre des Métiers d'Art de Tahiti, pendant lesquels des scientifiques sont venus partager leurs savoirs avec les élèves artistes du centre. Ceci a abouti à une exposition d'art & design présentée à Paris et à Tahiti !
2. Le Labex corail a collaboré avec la Black Pearl Factory, une société tahitienne d'animation virtuelle, pour réaliser « TO'A, balade en forêt de corail », une expérience qui donne accès à une archive numérique d'échantillons de coraux, récupérés lors d'expéditions scientifiques du Criobe et tomographiés pour l'occasion, permettant ainsi de les manipuler, mesurer, agrandir à volonté !



<https://sidequestvr.com/app/27183/toa-balade-en-fort-de-corail>

SOUTENIR LA SCIENCE PARTICIPATIVE

Le projet Shark-Med, porté par l'association acronyme, a été développé dans le cadre d'une convention entre l'Université des Baléares et l'UPVD, sous la supervision d'Éric Clua, directeur scientifique du projet. Il vise à appuyer la conservation des élastombranches en Méditerranée occidentale, via la science participative. Un système de vidéo sous-marine appâtée amélioré a été mis au point pour filmer 24/24 pendant plusieurs jours les requins et raies dans la mer des Baléares, en impliquant de nombreux volontaires qui peuvent visualiser à terre en temps réel, les images des animaux en surface et en profondeur (-80 m). Le projet se diversifie actuellement via des campagnes d'ADN environnemental.



© Agusti Torres

Site internet : www.shark-med.org

Contact : Prof. Éric Clua – eric.clua@ephe.psl.eu

Depuis 2012, l'Observatoire des Requins de Polynésie rassemble les observations de raies et requins réalisées par les plongeurs dans les eaux du fenua. Grâce à son partenariat avec le Criobe, l'ORP a pu publier une analyse détaillée de ces observations, permettant une meilleure compréhension des comportements et des possibilités d'observation de ces animaux protégés en Polynésie française.



Site internet : www.orp.pf

Contact : Nicolas Buray

L'ÉQUIPE CRIOBE



Le Criobe, c'est une équipe de plus de 120 personnes, chercheur.es, personnels techniques et administratifs, qui évoluent dans les deux hémisphères de la planète.

La gouvernance s'appuie sur différentes instances :

- Une direction d'unité co-gérée par un directeur et un directeur adjoint, de façon à couvrir les trois grandes missions de Recherche, de Formation académique et de Services à la recherche. Le directeur d'Unité est directement en contact avec les représentants des tutelles ;
- Une Assemblée Générale (AG). Compte tenu de la configuration sur deux sites très éloignés, une adaptation a été effectuée pour répondre à la nécessité réglementaire d'effectuer trois AG annuelles. En février, une courte AG en visio permet de lancer l'année avec la participation simultanée des deux sites. En juin, une AG d'une journée, dupliquée à Moorea et à Perpignan, permet de faire un point de l'avancée scientifique des programmes du Criobe. Enfin, vers le mois de novembre, une courte AG permet de faire un point sur les ressources, les bilans et demandes budgétaires, session elle aussi dupliquée sur chaque site.
- Un Conseil de laboratoire. C'est l'instance de pilotage du Criobe. Il est composé :
 1. des membre de droits que sont le directeur et son / ses adjoints ;
 2. des membres élus représentatifs de toutes les catégories de personnel du laboratoire : les chercheurs et enseignants-chercheurs, les ITA/BIATSS, les étudiants et contrats à durée déterminée ;
 3. des deux responsables de sites techniques (nommés par fonction) ;
 4. des membres nommés représentant les outils clés du laboratoire ;
 5. de membres invités (le cas échéant).

Le Conseil de laboratoire se réunit en visio tous les mois et de façon ponctuelle sur demande de ses membres. Une liste de diffusion générique permet les échanges entre deux sessions du Conseil de laboratoire



'ÉQUIPE CRI

Les soutiens du CRIOBE



Pierre Sasal
CR CNRS - Directeur du Crioibe (2023-)

Le personnel permanent



Catherine Gobin
Chercheuse CNRS



Bernard Salvat
Professeur émérite EPHE



Jean-Pierre Pointier
Maître de conférence EPHE



Morgan Antoine
Administratif CNRS



Tamatoa Bambridge
DR CNRS



Bernard Banaigs
Prof. INSERM/UPVD



Cédric Bertrand
Professeur UPVD



Émilie Boissin
EPHE



Isabelle Bonnard
Professeure UPVD



Nathalie Tapisier-Bontemps
Professeure UPVD



Elina Burns
Administratif EPHE



Yannick Chancerelle
IE EPHE



Joachim Claudet
DR CNRS



Camille Clerissi
MC EPHE



Eric Clua
DE EPHE



Benoît Espiau
Technicien CNRS



Peter Estève
Technicien EPHE



Gad Fuks
MC UPVD



René Galzin
Professeur émérite EPHE



Corentine Goossens
Professeure UPVD



Laëtita Hédoûin
CR CNRS



Nicolas Inguibert
Professeur UPVD



Guillaume Ivankow
AI CNRS



Édouard Joubert
Technicien CNRS



Yann Lacube
IE CNRS



Bruno Lapeyre
DR CNRS



David Lecchini
DE EPHE



Anne Legrand
Professeure UPVD



Annaig Le Guen
IR CNRS, directrice du Crioibe (19-23)



Frédéric Lemaître
MC Univ. Rouen/CNRS



Franck Lerouvreur
Technicien CNRS



Aurélie Mariotti
Administrative UPVD



Marie-Louise Mascunano
Administrative UPVD



Alexandre Mercière
IE EPHE



Marie-Christine Michel
Administrative CNRS



Suzanne Mills
MC EPHE



Fabien Morat
IR CNRS



Maggy Nugues
MC EPHE



Hinatea O'Connor
Administrative EPHE



Valériano Parravicini
DE EPHE



Serge Planes
DR CNRS



Claudia Pogoreutz
Chaire de Professeur Junior UPVD



Benoît Pujol
DR CNRS



Delphine Raviglione
Technicienne UPVD



Marie-Virginie Salvia
MC UPVD



Gilles Siu
IE EPHE



Nathalie Tolou
Administratif EPHE



Pascal Unghe
Technicien EPHE



Jean Wencélius
Chaire de Professeur Junior CNRS

DR : Directeur.rice de Recherches
DE : Directeur.rice d'Étude
MC : Maître de Conférence
IR : Ingénieur.e de Recherches
IE : Ingénieur.e d'Études
AI : Assistant.e ingénieur.e

LE PERSONNEL 2022-2023

Les technicien.nes non permanent.es,
les post-doctorant.es et les doctorant.es 2022-2023

Adge	Mathieu	Doctorant
Armstrong	Eric	Post-Doctorant
Bascou	Benoit	Doctorant
Beddok	Claire	Doctorante
Beriot	Daphné	Personnel technique
Bertucci	Frédéric	Post-Doctorant
Bierwirth	Jan	Doctorant
Bischoff	Hugo	Personnel technique
Boitel	Claire	Doctorante
Botosoamananto	Radonirina Lebely	Doctorante
Bruggemen	Fleur	Doctorante
Brun	Victor	Doctorant
Campbell	Erin	Doctorante
Canesi	Marine	Post-Doctorante
Carlot	Jérémy	Post-Doctorant
Cartairade	Lucie	Doctorante
Carzon	Pamela	Doctorante
Castrec	Clément	Personnel technique
Chaib	Slimane	Post-Doctorant
Compain	Nicolas	Personnel technique
D'agata	Stephanie	Personnel technique
Darouche	Oumaynou	Doctorat
Davezies	Isabelle	Personnel technique
Degors	Mckenna	Personnel technique
Delecambre	Zoé	Doctorante
Deshaies	Eloïse	Personnel technique
Diaz	Lucia	Personnel technique
Dolfo	Violaine	Doctorante
Dubé	Caroline	Post-Doctorante
Eich	Andreas	Doctorant
Espinoza	Christian	Doctorant
Eustache	Kim	Doctorante
Eveno	Yannick	Personnel technique
Fabre	Pauline	Post-Doctorante
Fellous	Alexandre	Post-Doctorant
Foret-Jacquard	Mélanie	Doctorante
Gache	Camille	Prestataire
Gaillard	Lou	Doctorante
Gardon	Tony	Post-Doctorant
Gazzola	Solenne	Personnel technique
Gervais	Laura	Post-Doctorante
Ghosson	Hikmat	Post-Doctorant

Gutierrez	Thomas	Doctorat
Krimou	Stéphanie	Personnel technique
Lacube	Yann	Personnel technique
Lafaye	Julie	Post-Doctorante
Lauric	Thiault	Post-Doctorant
Leonard	Camille	Doctorante
Loiseau	Charles	Doctorant
Mejait	Anouar	Doctorant
Meunier	Valentine	Post-Doctorante
Minier	Lana	Doctorante
Mouronville	Clara	Personnel technique
Nakamura	Nao	Post-Doctorante
Narvaez	Pauline	Post-Doctorant
Nebot	Elisabeth	Doctorante
O'connor	Hinatea	Personnel administratif
Parchemin	Christelle	Doctorante
Paul-Costesec	Emma	Doctorante
Perez-Rosales	Gonzalo	Doctorat
Peyran	Claire	Post-Doctorante
Pozas	Chloé	Doctorante
Quére	Gaëlle	Post-Doctorante
Ramos	Mélina	Doctorante
Ratibou	Zahramina	Doctorante
Rigal	Cyrielle	Doctorante
Roost	Thibault	Doctorat
Salaün	Jessica	Post-Doctorant
Salinas	Irène	Doctorante
Samson	Elodie	Personnel administratif
Schligler	Jules	Doctorat
Séguigne	Clémentine	Doctorante
Seve	Charlotte	Doctorante
Sirof	Charlotte	Post-Doctorante
Souf	Yazid Mahamed	Doctorat
Tama	Raihau	Personnel technique
Trujilo Moyano	José	Doctorant
Verdier	Martin	Doctorant
Vignaud	Léa	Doctorante
Vizon	Camille	Doctorante
Wicquart	Jérémy	Post-Doctorant
Zozaya	William	Personnel technique

Ces personnes ont rejoint le Criobe en 2022-2023

Deux chercheurs ont été recrutés par une nouvelle voie de tutélarisation conditionnelle créée en 2021 par le Ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche : La Chaire de Professeur Junior (CPJ). Elle est attribuée à de jeunes scientifiques au fort potentiel d'encadrement et d'animation d'équipe de recherche, des scientifiques ayant également les capacités à participer à des projets nationaux, européens ou internationaux.



CLAUDIA POGOREUTZ CHAIRE DE PROFESSEUR JUNIOR - UPVD

Je suis biologiste marine spécialisée dans les symbioses microbiennes. Depuis le début de mon doctorat, j'ai développé une profonde fascination pour les holobiontes marins, des entités écologiques composées d'un organisme hôte et de ses partenaires microbiens. Je suis particulièrement fascinée par la complexité et la multitude d'interactions potentielles entre ces partenaires, ainsi que par leur rôle dans la santé, le

fonctionnement et l'adaptation de l'hôte. Mes recherches se concentrent sur les interactions hôte-microbe et microbe-microbe sur les récifs coralliens et leurs principaux ingénieurs écosystémiques, les coraux scléractiniaires. Je m'intéresse particulièrement à la manière dont ces interactions sont affectées par les changements environnementaux globaux, et comment elles affectent à leur tour l'écosystème à différents niveaux de l'organisation biologique, en particulier à l'échelle moléculaire, microbienne et holobionte.



JEAN WENCÉLIUS CHAIRE DE PROFESSEUR JUNIOR - CNRS

Anthropologue de l'environnement et ethnobiologiste, j'étudie les dynamiques socio-écologiques des écosystèmes insulaires polynésiens entendus comme des systèmes intégrant de façon holistique humains et non-humains. À l'intersection des sciences sociales et des sciences du vivant, mes travaux combinent des approches qualitatives fondées sur une fine ethnographie des pratiques, stratégies et savoirs des utilisateurs primaires des ressources à des approches

quantitatives s'appuyant sur des données produites par le biais de protocoles innovants de sciences participatives et citoyennes. En collaboration avec des biologistes marins et des représentants de la société civile je m'attache à créer des ponts entre experts locaux et experts scientifiques afin de co-produire des outils de suivi des ressources halieutiques et de co-concevoir des mécanismes de gestion hybrides répondant aux attentes des populations locales, des décideurs politiques et des scientifiques.



EMILIE BOISSIN
INGÉNIEURE DE RECHERCHE
CNRS

Je travaille pour l'UAR Criobe depuis 2013. J'utilise des approches de biologie moléculaire afin de comprendre la répartition de la biodiversité dans un contexte de conservation, et en particulier le rôle de l'histoire évolutive dans les schémas contemporains. Je me suis concentrée sur les effets des traits d'histoire de vie et des paléoclimats sur les patrons de diversification et les structures génétiques des populations. Avec l'avènement de la génomique,

je me suis orientée vers l'étude de l'holobionte corallien, via une approche de metabarcoding de ses partenaires symbiotiques et via la génomique des populations de l'hôte, afin de mieux appréhender les capacités d'adaptation de l'holobionte et la résilience des écosystèmes récifaux. Depuis ma prise de poste d'ingénieure de recherche en 2023, je continue mes diverses activités de recherche ainsi que d'encadrements d'étudiants, de missions d'échantillonnage sur le terrain, de veille technologique pour notre laboratoire de biologie moléculaire.



YANN LACUBE
INGÉNIEUR PLATEAU
TECHNIQUE - CNRS

Passionné par les récifs tropicaux depuis mon plus jeune âge, j'ai naturellement orienté mes études vers la biologie marine. Initialement générales, mes études se sont progressivement spécialisées dans les milieux marins à travers divers stages dans des stations marines, telles que Roscoff, Villefranche-sur-Mer ou Banyuls. Puis j'ai suivi le master 2 de l'EPHE sur les récifs coralliens en Polynésie française au sein du Criobe.

En parallèle de mes études, ma passion pour les aquariums marins n'a cessé de croître. Aujourd'hui, après 8 années passées au Fenua, l'aquariologie constitue une part intégrante de mes activités professionnelles. Ceci m'a permis d'accéder en 2023 au poste d'ingénieur d'études CNRS responsable des services à la mer (plongée, bateaux) et du plateau technique d'aquariologie au sein du centre de recherche Criobe. J'y coordonne les deux services autant sur le plan humain que sur le plan matériel.



HINATEA O'CONNOR
ADMINISTRATIVE - EPHE

Une carrière essentiellement déroulée dans la fonction publique (> 15 ans), au cours de laquelle, j'ai occupé des fonctions administratives liées aux ressources humaines, à la logistique financière et matérielle et aux achats publics. Une première partie au service de l'administration polynésienne et une deuxième partie au service de l'administration de l'État. Résidente de l'île soeur, j'ai saisi l'opportunité de candidater au poste de gestionnaire

administrative et logistique en juillet 2023 au sein du Criobe. L'EPHE était à la recherche d'une personne de préférence, native de Moorea et réunissant les compétences et les qualités pour assurer la gestion administrative, financière et logistique du centre de recherche. J'ai passé un entretien en octobre 2023 et depuis le 1^{er} décembre 2023 j'assure ces missions. C'est un vrai bonheur de pouvoir participer au rayonnement de la station au niveau international, national et local et d'évoluer auprès de chercheurs et d'étudiants passionnés et passionnants !



ANNAÏG LE GUEN - CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Directrice du Criobe de 2019 à 2023, ingénieure de recherche CNRS.

Annaïg le Guen est récompensée pour plus de 25 ans au service de la recherche, dans les outre-

mer français, avec un doctorat en physique sur la dynamique et les transferts de fluides obtenu en 1998 à l'université de Nantes.



CHLOÉ POZAS-SCHACRE - JEUNE TALENT FRANCE 2022

©Jean-Charles Caslot – Fondation L'Oréal

Doctorante en Sciences de la Terre et sciences connexes de l'environnement.

Titre du projet : Effets des macroalgues sur la médiation chimique et microbienne du recrutement corallien et le microbiome du corail.



OUMAYNOU DAROUECHE TROPHÉE MINERVA 2023 PRIX SPÉCIAL DE L'ÉTAPE

Fondation F.Iniciativas

Le Trophée Minerva est un concours à destination des étudiantes porteuses de projets scientifiques et innovants dans le but de promouvoir les femmes dans la science. La dotation attribuée aux lauréates leur permet

de développer et mettre en œuvre leur projet scientifique. Oumaynou a gagné le prix spécial de l'Étape, avec son projet LAYINI, qui vise à identifier, produire et fournir de manière écoresponsable les matières premières les plus demandées sur le marché cosmétique à Mayotte.



ELINA BURNS - DÉPART À LA RETRAITE

Secrétaire de direction EPHE, au Criobe de 2009 à 2023

Son rôle était au cœur de la station car il était le point d'entrée de toutes les activités scientifiques et de la gestion administrative de la station, notamment l'accueil des scientifiques de toute nationalité.

En 2019, Elina a reçu les palmes académiques, distinction honorifique remise en reconnaissance d'un parcours professionnel actif dédié au service public français et également au service du fenua.



**institut
universitaire
de France**

**SUZANNE MILLS
MEMBRE SENIOR 2023
CHAIRE FONDAMENTALE**

Institut Universitaire de France

Le 14 novembre 2023, Suzanne Mills a été nommée membre senior de l'Institut universitaire de France

au titre de la Chaire fondamentale. Maître de conférences à l'EPHE - PSL, Suzanne est biologiste évolutionniste et comportemental. Elle explore le rôle joué par la réponse au stress pour permettre aux animaux de faire face aux perturbations anthropogéniques.



**JOACHIM CLAUDET
PRÉSIDENT DU COMER**

En février 2023, Joachim Claudet a été élu président du comité spécialisé pour la recherche marine, maritime et littorale (COMER). Le COMER constitue un lieu d'interface et d'échanges entre recherche scientifique et gestion collective des espaces et activités marins et littoraux, ainsi qu'un lieu d'expression des avis des parties prenantes sur les enjeux et les besoins des recherches marines, maritimes et littorales.

Le COMER a été formé au sein du Conseil national de la mer et des littoraux (CNML), instance de dialogue et de réflexion stratégique pour les politiques relatives à la mer et aux littoraux, pour effectuer émettre des avis et recommandations au CNML. Le COMER est composé de 12 membres du CNML et de 11 personnalités qualifiées, choisies pour assurer une représentation

équilibrée de la recherche et des parties prenantes (Parlement, collectivités territoriales, acteurs économiques, représentants des personnels, établissements publics concernés, associations). Son secrétariat est assuré par la direction de la recherche et de l'innovation du ministère de la Transition écologique et solidaire et par la direction générale de la recherche et de l'innovation du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et l'Innovation.

Le COMER est en train de faire valider sa feuille de route auprès du CNML et travaille actuellement sur des avis et recommandations concernant la spatialisation marine 3D ainsi que la notion de « protection forte ».

**Le comité pour la recherche
marine, maritime et littorale**



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE
ET DE LA COHÉSION
DES TERRITOIRES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Le Criobe publie en moyenne 120 articles scientifiques par ans depuis 2015, dans 140 journaux scientifiques. Pour 2022-2023, 29 publications sont d'Impact Factor supérieur à IP5, avec notamment **1 Nature, 2 science, 7 Nature communication et 2 PNAS** publiés par les équipes de recherche du centre.

Ci-dessous quelques publications

2022

Claudet J, Ban NC, Blythe J, Briggs J, Darling E, Gurney GG, Palardy JE, Pike EP, Agostini VN, Ahmadi GN, Campbell SJ, Epstein G, Estradivari, Gill D, Himes-Cornell A, Jonas HD, Jupiter SD, Mangubhai S, Morgan L (2022). Avoiding the misuse of Other Effective area-based Conservation Measures in the wake of the blue economy. *One Earth* 5: 969-974

Cortese, D., Crespel, A., **Mills, S.C.**, Norin, T., Killen, S., & Beldade, R. (2022) Adaptive effects of parental and developmental environments on offspring survival, growth and phenotype. *Functional Ecology* 36, 2983-2994

He, S., **Pujol, B.**, **Planes, S.**, Berumen, M.L., 2023. Biogeography and genetic barriers in Amphiprion anemonefishes. 3: 23-27. In: Evolution, development and ecology of anemonefishes. Ed. Vincent Laudet & Timothy Ravasi, CRC Press, 306p.

Jorissen, H., Martin, A., Sarribouette, L., **Hédouin, L.**, **Nugues, M.N.**, 2022. High CO2 inhibits substratum exploration and settlement of coral larvae. *Marine Ecology Progress Series*, 689: 47-56.

2023

Bertucci F., Feeney W.E., Cowan Z.L., **Gache C.**, **Madi Moussa R.**, **Berthe C.**, **Minier L.**, **Bambridge T.**, **Lecchini D.** (2023) Effects of COVID-19 lockdown on the observed density of coral reef fish along coastal habitats of Moorea, French Polynesia. *Regional Environmental Change*, 23: 16-27.

Blasiak R, Jouffray JB, Amon D, **Claudet J**, Dunshirn P, Søgaard Jørgensen P, Pranindita A, Wabnitz CCC, Zhivkopljas E, Österblom E. (2023). Making marine biotechnology work for people and nature. *Nature Ecology & Evolution* 7: 482-485

Carlot, J., Vousdoukas, M., Rovere, A., Karambas, T., Lenihan, H.S., Kayal, M., Adjeroud, M., **Pérez-Rosales, G.**, **Hédouin, L.**, **Parravicini, V.** (2023) Coral reef structural complexity loss exposes coastlines to waves. *Scientific Reports*, 23: 1683

Claudet J, Brooks CM, Blasiak R. (2023) Making protected areas in the high seas count. *Science* 380: 353-354

Fogg L.G., Cortesi F., **Gache C.**, **Lecchini D.**, Marshall N.J.,

de Busserolles F. (2023) Developing and adult reef fish show rapid light-induced plasticity in their visual system. *Molecular Ecology*, 32: 167-181.

Hochart C, Paoli L, Ruscheweyh H-J, Salazar G, **Boissin E**, Romac S, Poulain J, Bourdin G, **Iwankow G**, Moulin C, Ziegler M, Porro B, Armstrong EJ, Hume BCC, Aury J-M, Pogoreutz C, Paz-García DA, **Nugues MM**, Agostini S, **Banaigs B**, Boss E, Bowler C, de Vargas C, Douville E, Flores M, Forcioli D, Furla P, Gilson E, Lombard F, Pesant S, Reynaud S, Thomas OP, Troublé R, Wincker P, Zoccola D, Allemand D, **Planes S**, Vega Thurber R, Voolstra CR, Sunagawa S, Galand PE (2023) Ecology of Endozoicomonadaceae in three coral genera across the Pacific Ocean. *Nature Communications* 14:3037

Minier L., Raick X., Gairin E., Maueau T., Sturny V., Blin E., Parmentier E., **Bertucci F.**, **Lecchini D.** (2023) Habitat-associated soundscape' hypothesis tested on several coral reefs within a lagoon (Bora-Bora Island, French Polynesia). *Marine Biology*, 170:61.

Oyanedel, D.....**Inguibert, N.**.....et al., 2023. Cooperation and cheating orchestrate *Vibrio* assemblages and polymicrobial synergy in oysters infected with OsHV-1 virus. *PNAS*, 120 40 e2305195120.

Roux, N., Miura, S., Dussenne, M., Tara, Y., Lee, S., Bernard, S. de, **Reynaud, M.**, Salis, P., Barua, A., Boulahtouf, A., Balaguer, P., Gauthier, K., **Lecchini, D.**, Gibert, Y., Besseau, L., Laudet, V., 2023b. The multi-level regulation of clownfish metamorphosis by thyroid hormones. *Cell Reports*, 42: 112661.

Schiettekatte, N.M.D., Casey, J.M., Brandl, S.J., **Mercièrè, A.**, Degregori, S., Burkepile, D., Van Wert, J.C., Ghilardi, M., Villéger, S., **Parravicini, V.** (2023) The role of fish feces for nutrient cycling on coral reefs. *Oikos*, e09914

Simpfendorfer, C.A.,.....**Clua, E.E.G.**, ...Chapman, D.D., 2023. Widespread diversity deficits of coral reef sharks and rays. *Science*, 380: 1155-1160.

Siqueira, A.C., Yan, H.F., **Morais, R.A.**, Bellwood, D.R., 2023. The evolution of fast-growing coral reef fishes. *Nature*, 6128: 322-327.

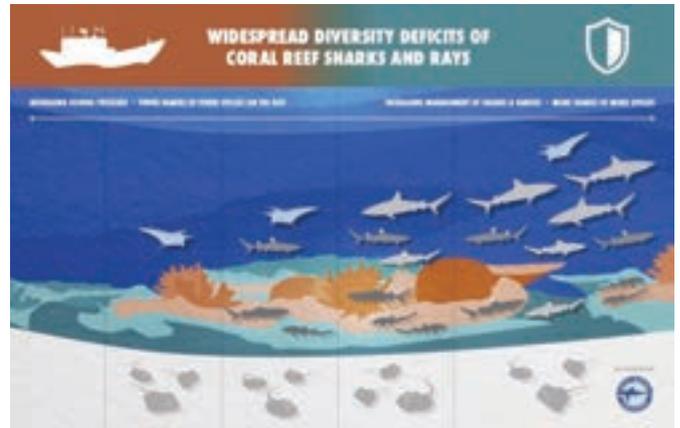
AMP : LES CRITÈRES QUI COMPTENT

La mise en place de vastes réseaux de zones marines protégées (ZMP) est difficile en raison des coûts de déplacement pour les pêcheries. L'utilisation de zones partiellement protégées est souvent proposée comme alternative. Cependant, la manière dont les résultats des réseaux d'AMP en matière de conservation et de pêche sont influencés dans le temps par le niveau de protection reste incertaine. Nous utilisons ici un modèle de métapopulation d'un poisson démersal côtier exploité commercialement, pour évaluer les résultats en matière de conservation, de pêche et de politiques de gestions alternatives. Nous comparons les performances temporelles de la gestion non spatiale, des grandes AMP ou des réseaux d'AMP dans une étude de cas de surpêche. En outre, nous évaluons comment l'ampleur des deux résultats est influencée par la connectivité larvaire et le niveau de protection. Nous distinguons la contribution relative aux résultats de la pêche des zones non protégées situées entre les AMP et des zones non protégées plus éloignées, qui reçoivent moins d'efforts de pêche déplacés et d'exportations potentielles de biomasse. Nous montrons :

- que la gestion spatiale est plus performante que la gestion non spatiale,
- que les résultats en matière de conservation et de pêche augmentent avec les niveaux de protection,
- que les résultats en matière de pêche dans les zones situées entre les AMP sont plus élevés lorsqu'elles sont reliées par la dispersion des larves,
- que les augmentations des prises sont précédées d'une diminution à court terme.

Nos résultats plaident en faveur d'une augmentation des niveaux de protection afin d'atteindre les objectifs écologiques et de gestion de la pêche.

Titre : Fisheries outcomes of marine protected area networks: Levels of protection, connectivity, and time matter
Auteurs : Sève et al.
Contact : Joachim Claudet (CNRS)
Année : 2023
Journal : Conservation Letters
DOI : <https://doi.org/10.1111/conl.12983>



DÉFICITS GÉNÉRALISÉS DE DIVERSITÉ CHEZ LES REQUINS ET LES RAIES DES RÉCIFS CORALLIENS

Une étude mondiale des récifs coralliens révèle que la surpêche entraîne l'extinction des espèces de requins résidents, ce qui provoque des déficits de diversité dans les assemblages d'élastomobranches (requins et raies) des récifs. L'analyse au niveau des espèces a révélé :

- des déclinés globaux de 60 à 73 % pour cinq espèces communes de requins résidents de récifs
- des espèces individuelles de requins n'ont pas été détectées dans 34 à 47 % des récifs étudiés.

Au fur et à mesure que les récifs s'appauvrissent en requins, les raies commencent à dominer les assemblages. Les assemblages dominés par les requins persistent dans les pays riches dotés d'une gouvernance solide et dans les zones hautement protégées, tandis que la pauvreté, une gouvernance faible et l'absence de gestion des requins sont associées à des assemblages dépaupérisés principalement composés de raies. Si aucune mesure n'est prise pour remédier à ces déficits de diversité, la perte des fonctions écologiques et des services écosystémiques affectera de plus en plus les communautés humaines.

Titre : Widespread diversity deficits of coral reef sharks and rays
Auteurs : Simpfendorfer et al.
Contact : Éric Clua (EPHE)
Année : 2023
Journal : Science
DOI : [10.1126/science.ade4884](https://doi.org/10.1126/science.ade4884)

2022

- Abboune, S.**, 2022. Le jardin de corail de l'île de Tahaa en Polynésie française. **Master 2 EPHE**, 30 p.
- Boitel, C.**, 2022. Effects of artificial nighttime light pollution on the recruitment trajectory of coral-associated communities. **Master 2 Agro Parsi Tech**, 39 p.
- Boudault, M.**, 2022. Etude de la variabilité morphologique présente au sein des populations de poissons associées aux récifs coralliens. **Master 2, Université des Antilles**, 53 p.
- Buton, J.**, 2022. Evaluation de l'état des stocks et de l'estimation de la taille de maturité d'espèces-cibles de l'atoll d'Arutua. **Master 2 Université de Perpignan**, 41 p.
- Ferre, C.**, 2022. Diversité des métabolites secondaires de l'holobionte *Pocillopora acuta*. **Master 2 Université de Toulon**, 44 p.
- Gautrand, L.**, 2022. Highlighting the effect of some gastropod species on coral necrosis (Bora-Bora, French Polynesia). **Master 2 Université de Polynésie**, 22 p.
- Gouin, J.**, 2022. Studying the diet of cone snail species: example from two Polynesian species, *Conus textile* and *Conus striatus*. **Master 2 Université de Polynésie**, 17 p.
- Grinyó i Escuer, J.**, 2022. Mercury and ciguatoxins measurements in two fish species from different lagoons of French Polynesia with evaluation for human consumption. **Master 2 Université de Liège**, 63 p.
- Jeannot, L.L.**, 2022. Finding Nemo's home: traits variation and host selection in the orange clownfish (*Amphiprion percula*). **Master 2 ENS Paris**, 38 p.
- Trotier, M.**, Etudes halieutique, sociologique et écologique avant la mise en place d'un Rahui à Bora-Bora en Polynésie française. **Master 2 EPHE**, 35 p.
- Urbanowicz, P.A.**, 2022. Etude du comportement et du recrutement des larves de *Pocillopora acuta*. **Master 2 Université de Toulon**, 37 p.
- Winter, S.P.**, 2022.- Analyzes of prey related competition effects of juvenile sicklefin lemon shark (*Negaprion acutidens*) on juvenile blacktip reef sharks (*Carcharhinus melanopterus*) between different pupping areas of Moorea (Society Islands, French Polynesia). **Master 2, Technical University of Munich**, 53 p.
- Zozaya, W.**, 2022. Shift in microbial communities (Symbiodiniaceae and bacteria of the genus *Vibrio*) and transcriptional response of the coral holobiont *Pocillopora acuta* to seasonal change. **Master 2 Université de Polynésie**, 26p.
- Brathwaite, A.**, 2022. Protection côtière: approche écologiques et financières pour améliorer la santé des récifs coralliens et le service écosystémique associé. **Thèse de doctorat EPHE, PSL Université**, 63 p.
- Wicquart, J.**, 2022. Tendances temporelles et résilience des récifs coralliens. **Thèse de doctorat, PSL Université**, 190p.
- Ramos, M.**, 2022. Characterization of biocontrol product's effect on treated plants: residues fate and plant response. **Thèse de doctorat, Université de Perpignan**, 223p.
- Sève, C.**, 2022. Combiner niveaux de protection et accès au sein de réseaux d'aires marines protégées afin de répondre aux enjeux écologiques et halieutiques d'aujourd'hui et de demain. **Thèse de doctorat, EPHE**, 168p.

THÈSES ET DI

2023

- Carpentier, C.**, 2023. Highlighting competitive interactions between algae, corals, and herbivores (Bora-Bora, French Polynesia). **Master 2 UPF, 23p.**
- Garraud, L.**, 2023. Assessing the impacts of a restricted fishing zone on the giant clams *Tridacna maxima* (Bivalvia: Tridacnidae) and insights of fishers' co-management capacities of lagoon fishery in Tautira (French Polynesia). **Master 2 Université de la Polynésie française, 35p.**
- Lemoine, Q.**, 2023. Impact des pratiques culturales sur la vigne et sur les communautés microbiennes du sol. **Master 2 UPVD, 48p.**
- Mantovani, C.**, 2023. Effets des activités anthropiques sur la biodiversité végétale de la basse vallée d'Opunohu, Moorea. **Master 2, AgroParisTech, Université Montpellier, CRIOBE., 63p.**
- Méry, E.**, 2023. Succession écologique des poissons suite à une restauration corallienne. **Master 2, Université de Pau, 35p.**
- Tessonneau, J.**, 2023. Etude d'un littoral sableux (Le Moule, Guadeloupe) : définitions des problématiques environnementales et approche préliminaire de revégétalisation afin de limiter l'érosion et de favoriser la ponte des tortues. **Master 2 Université des Antilles, 39p.**
- Dolfo, V.**, 2023. Mieux comprendre les populations de tortues vertes, *Chelonia mydas*, de Polynésie française par des approches génétiques. **Thèse de doctorat, EPHE, 242p.**
- Eustache, K.**, 2023. Etude des facteurs environnementaux et génétiques qui influencent le succès reproducteur chez le requin à pointes noires (*Carcharhinus melanopterus*). **Thèse de doctorat EPHE, 138p.**
- Foret Jacquard, M.**, 2023. Développement de peptides ciblant VDAC pour l'étude et le traitement de maladies démyélinisantes. **Thèse de doctorat, UPVD, 265p.**
- Gaillard, M.**, 2023. Nouveaux marqueurs électroactifs pour le développement de biocapteurs environnementaux. **Thèse de doctorat UPVD, 189p.**
- Parchemin, C.**, 2023. Potentialités de deux algues rouges du genre *Asparagopsis* : effets sur la physiologie de l'anguille européenne et sur ses pathogènes. **Thèse de doctorat, UPVD, 385p.**
- Reynaud, M.**, 2023. Etude des effets des variations environnementales sur la métamorphose des poissons de récifs coralliens. **Thèse de doctorat EPHE, PSL, 138p.**

Melbourne CNRS Network (MCN)



Un collectif franco-australien de scientifiques qui partagent leurs connaissances et leurs ressources

Le MCN est un partenariat entre l'Université de Melbourne (Australie) et le Centre National de la Recherche Scientifique (France). Il est composé de chercheurs et de doctorants des deux organismes ainsi que de plusieurs universités françaises partenaires, dont l'Ecole Pratique des Hautes Études. Au cœur du MCN se trouve un collectif de chercheurs collaboratifs qui partagent leurs connaissances et leurs ressources afin de produire des résultats de recherche de haute qualité. Le collectif offre à ses membres un mentorat interne, un soutien par les pairs, ainsi que des opportunités de développement professionnel et de réseautage international.

Erin Campbell-Hooper (australienne) et Thibaut Roost (français) ont été sélectionnés comme doctorants par Drs. Suzanne Mills (EPHE) et Steve Swearer (Univ. de Melbourne). Les jeunes scientifiques passeront du temps à Mo'orea et à Melbourne pour réaliser leurs travaux de recherche sur l'impact de la lumière artificielle la nuit sur la vie marine. La thèse à valider sera conjointe EPHE-Université de Melbourne.

SERVICES PUBLICS

Agence des Aires Marines Protégées
Agence française pour le Développement
Agence Internationale de l'Energie Atomique
AgroEcology INRA
Division of Aquatic Resources, Kailua-Kona - Hawaii
Fédération de Recherche pour la Biodiversité
Florida Museum of Natural History
Museum of Tropical Queensland
National Park Service US-DOI
NOAA (CRCP, CREP)
Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls
United States Department of Agriculture

PARTENAIRES PRIVÉS

Akinao
Biocéano
Biorock Technology Inc.
Cap Trébeurden
CEA
COISPA Tecnologia & Ricerca
GINGER-SOPRONER
Graphéal
GreenSea
Lagoon Service & Reef Discovery
Mangareva Production
Seaboost

ASSOCIATIONS

Association Pelagio-Kakunja
Association « Clipperton - Projets d'Outre-Mer »
Comité du tourisme de Bora Bora
Ecopath International Initiative
Expéditions Under The Pole
Fondation Grenoble INP
Groupement d'Étude des Mammifères Marins
Fondation Malpelo
la Vai Ma Noa Bora Bora
Institut de Biomimétisme polynésien
Association Kap Natirel
Les Naturalistes de Mayotte
Mata Tohora
Manta Trust
Observatoire des Requins de Polynésie
Oceania
Proscience
Puna Reo
Research Association
Tara Océan
Te Mana O Te Moana
Te Manu
The Nature Conservancy
UICN
WWF

ÉTATS INSULAIRES DU PACIFIQUE

American Samoa Dept. Marine & Wildlife Resources
Fisheries division of Tonga
Marine Ecology Consulting Fiji
Ministry of Agriculture and Fisheries - Samoa
Ministry of Fisheries and Marines resources - Kiribati
Ministry of Marine Resources - Cook
Pitcairn natural resources division
Palau International Coral Reef Center
Marshall Islands Marine Resources Authority

PARTENAIRES PRIVÉS POLYNÉSIENS

Air Tahiti Nui
Bora Bora Activities
C2O Consulting
CRÉOCEAN
Dive'n smile
Europcar Polynésie
Espace Bleu
Fenua Environnement
Fenua Ma
Intercontinental Resort & Spa
ISI.PF
Lagant Prod
La Polynésienne des Eaux
Office des Postes et Télécommunications
Robert WAN
Tahiti Bio Roche
Tahiti Fa'ahotu
Te Fare Natura
Tetiara Society

SERVICES PUBLICS DE POLYNÉSIE FRANÇAISE

Comité du Plan de Gestion de L'Espace Maritime - Moorea
Commune de Bora Bora
Commune de Moorea-Maiao
Direction de l'Environnement
Direction des Ressources Marines
Service du Tourisme - Tahiti
Service de l'Équipement - Tahiti
Service de l'Urbanisme - Tahiti
Te Ora No Ananahi
Ville de Papeete

CONSORTIUMS INTERNATIONAUX

Communauté du Pacifique
International Coral Reef Initiative
IFRECOR
GCRMN
Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme

FINANCEMENTS

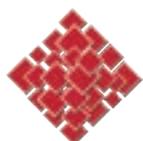
Agence Nationale pour la Recherche
Agence de l'Eau – Rhône Méditerranée Corse
BEST initiative Europe
Bloomberg Philantropies - Vibrant Ocean Initiative
Centre National d'Études Spatiales
CIFRE - Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation
Contrat de projet Etat-Pays (FR-PF)
EMBRC France
European Research Council
Marie Skłodowska-Curie Actions
Fonds Européen de Développement Régional
Fondation BNPParibas
Fondation de France
Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité
Fondation Prince Albert II
Fondation TOTAL
Ministère de l'Outre-Mer
Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
Ministère du Tourisme - Tahiti
Office française pour la Biodiversité
PEPS CNRS-INEE ECOMOB
Terres australes et antarctiques françaises
Union Européenne
United Nations Environment Programme
VULCAN – G. Allen Fondation

CENTRES DE RECHERCHE ET UNIVERSITÉS

ARC Centre of Excellence for Coral Reefs Studies
Australian Institute of Marine Sciences
Centre National pour la Recherche Scientifique
Centre National d'études spatiales
Consorzio per il Centro Interuniversitario di
Biologia Marina ed Ecologia Applicata "G.Bacchi"
(CIBM)
ECOSEAS - Nice
École des Hautes Études en Sciences Sociales
École Pratique des Hautes Études
École Supérieure de Physique et de Chimie
Industrielles de Paris Tech
Great Barrier Reef Marine Park Authority
Hawaii Institute of Marine Biology
IFREMER
INSERM
Institut de Chimie de Clermont-Ferrand
Institut de Radioprotection et Sûreté Nucléaire
Institut de Recherche pour le Développement
Institut de recherches médicales Louis Malardé
Institut Océanographique de Monaco
Institut Thünen - Allemagne
IRD - laboratoire Pharmadev
Laboratoire d'Écogéochimie des Environnements
Benthiques - Banyuls
Laboratoire de Biologie du Développement de
Villefranche-sur-Mer (LBDV)
Laboratoire ECOMAR
Laboratoire LIVE
Laboratoire Microorganismes : Génome et
Environnement
Laboratoire de Morphologie Fonctionnelle et
Evolutive - Belgique
Laboratoire d'océanographie microbienne
Laboratoire d'Océanographie de Villefranche
Leibniz Center for Tropical Marine Ecology -
Allemagne
MADIN-LAB
Max Planck Institute for Marine Microbiology -
Allemagne
Museum National d'Histoire Naturelle
Office National d'Inspection Sanitaire des
Produits de la Pêche et de l'Aquaculture -
Mauritanie
OIST - Japon
Pacific Cooperative Studies Unit - Hawaii
Politecnico di Milano – Dipartimento di
Elettronica, Informazione e Bioingegneria - Italie

PSL-Environnement
Queensland University
Station Gump - Moorea
Scripps Institution of Oceanography - San Diego
Smithsonian Conservation Biology Institute
The Centre for Marine Science
The Global Change Institute
UMR BOREA-DYNECAR - Antilles
UMR EIO
UMR ENTROPIE
Université d'Aberdeen - Écosse
Université de Bangor - Royaume-Uni
Université de Bristol - Royaume-Uni
Université d'Exeter - Royaume-Uni
Université de Gérone - Espagne
Université de Glasgow - Royaume-Uni
Université de Guam
Université James Cook - Australie
Université de la Polynésie française
Université de La Réunion
Université Macquarie
Université de Montpellier
Université de Melbourne - Australie
Université de Nouvelle-Calédonie
Université des Ryūkyū - Japon
University of South Pacific - Fidji
Université de Gothenburg - Suède
Université Nationale d'Irlande
Université de Leyde - Pays-Bas
Université de Liège - Belgique
Université Nice Sophia Antipolis
Université de Perpignan Via Domitia
Université d'Urbino Carlo Bo - Italie
Université des Antilles
Université de Californie - Berkeley
Université de Californie - San Diego
Université de Californie - Santa Barbara
Université de Californie - Santa Cruz
Université du Delaware
Université de Hawaii
Université de Floride du Sud
Université Internationale de Floride
Université du Maine
Université de Pennsylvanie
Université de Rhode Island
Université de San Diego
Université Nationale Autonome du Mexique
Université Simon Fraser - Canada
UPVD-IMAGES

Le Centre de Recherche Insulaires et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) est une Unité d'Appui à la Recherche UAR3278, qui concentre sa recherche sur les récifs coralliens. Cette unité est sous la co-tutelle de l'EPHE-PSL, du CNRS et de l'UPVD et intégrée à l'Initiatives d'Excellence (IdEx) de Paris Sciences et Lettres (PSL).



École Pratique
des Hautes Études

PSL 



L'École Pratique des Hautes Études est un grand établissement où l'on pratique la recherche en Sciences de la vie et de la terre, Sciences historiques et philologiques, et Sciences religieuses. Son enseignement est dispensé au niveau master, doctorat et post-doctorat ainsi que pour la préparation de son diplôme propre. Elle accueille depuis toujours des auditeurs et auditrices libres.

Excellence, transdisciplinarité, créativité sont les trois piliers de Paris Sciences & Lettres (PSL). Créée en 2010, lauréate des Investissements d'Avenir, PSL réunit une grande variété d'établissements prestigieux qui, au nom de leurs liens historiques, de leur proximité culturelle et géographique, ont fait le choix de créer ensemble une nouvelle université qui valorise la pensée de rupture et le goût de l'expérimentation.

<https://www.ephe.fr/>

<https://www.univ-psl.fr/>

Le Centre national de la recherche scientifique est une institution de recherche parmi les plus importantes au monde. Pour relever les grands défis présents et à venir, ses scientifiques explorent le vivant, la matière, l'Univers et le fonctionnement des sociétés humaines. Internationalement reconnu pour l'excellence de ses travaux scientifiques, le CNRS est une référence aussi bien dans l'univers de la recherche et développement que pour le grand public.

<http://www.cnrs.fr>

L'Université de Perpignan Via Domitia est un campus à taille humaine et pluridisciplinaire, tourné vers la Catalogne Sud et l'International. Elle forme chaque année environ 9 500 étudiant.es dans les domaines des lettres, des langues, des sciences humaines et sociales, du droit, de l'économie, du management, des sciences exactes, du sport, du tourisme, etc.

<https://www.univ-perp.fr/>

OFAI n°26 - 2022-2023

La réalisation de ce document est issue d'un travail collectif, que l'ensemble des participant.es en soit remercié.

Dépôt légal : ISSN 0 775-270 X

Directeur de publication : Pierre Sasal

Réalisation : Cécile Berthe

Contenus : Cécile Berthe, les chercheur.es du Criobe UAR3278

Crédits photos : Mention ou Criobe. Pages 24, 25 et 50 images générées par OpenAI's DALL·E 2, Avril 2024

Photos de couverture : Macro de polypes coralliens et bâtiment du Criobe © Cécile Berthe



PERPIGNAN

CRIOBE - UAR 3278
EPHE-PSL-CNRS-UPVD
Laboratoire d'Excellence « CORAIL »
Université de Perpignan
52 Avenue Paul Alduy
66860 Perpignan CEDEX
France

Tel : +33 (0) 4 68 66 20 55
Fax : +33 (0) 4 68 50 36 86

Email : criobe@mail.pf
Site Internet : <http://www.criobe.pf/>

MOOREA

CRIOBE - UAR 3278
EPHE-PSL-CNRS-UPVD
Laboratoire d'Excellence « CORAIL »
BP 1013
98729 Papetoai
Moorea
Polynésie française

Tel : +689 40 56 13 45
Fax : +689 40 56 28 15