



OFAI

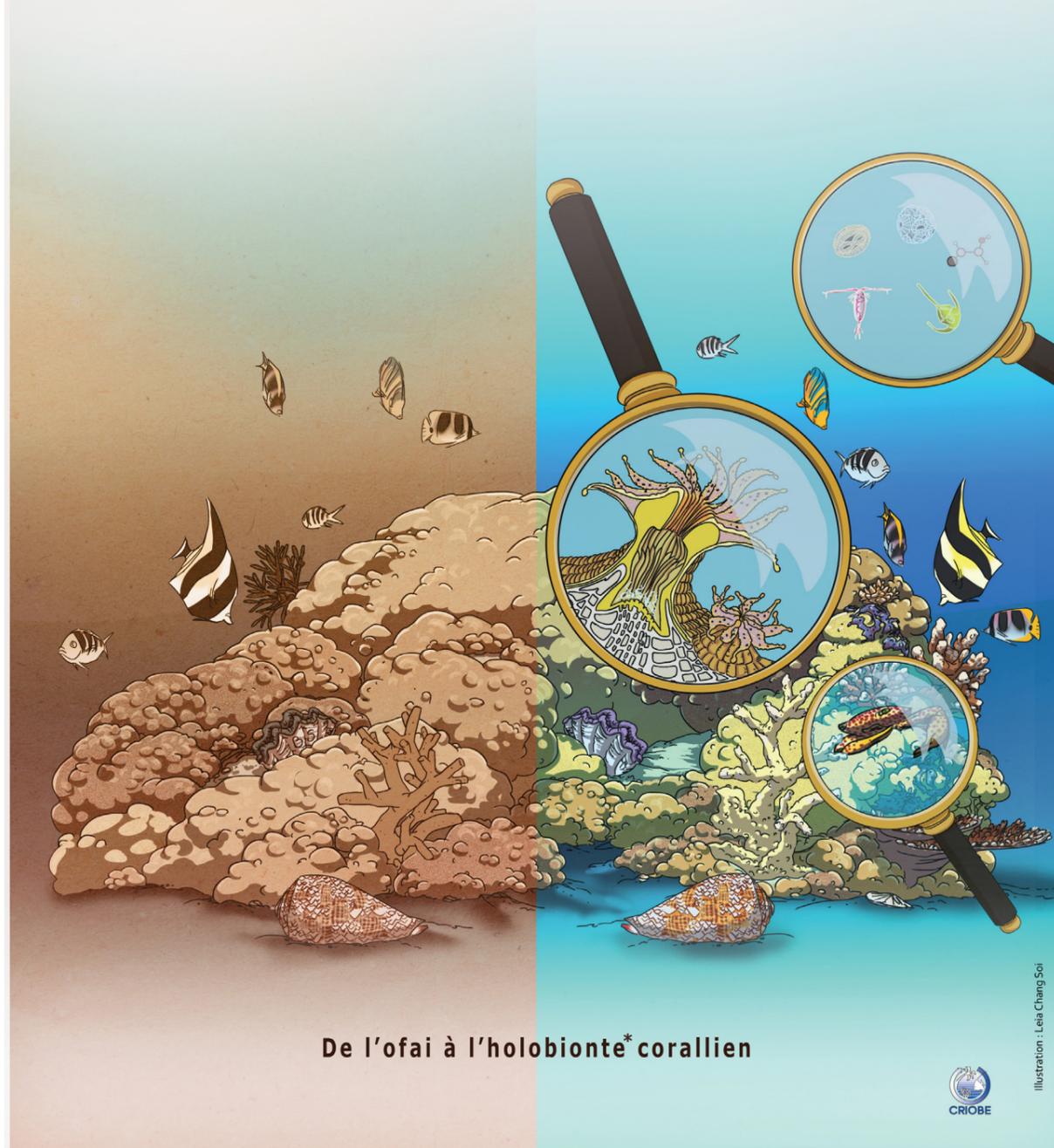
n° 25 - 2020/2021

50 ANS
1971 - 2021
CRIOBE

50 ANS
1971-2021
CRIOBE



50 ans de recherche sur les récifs coralliens



De l'ofai à l'holobionte* corallien

Illustration : Leïa Chang Soi

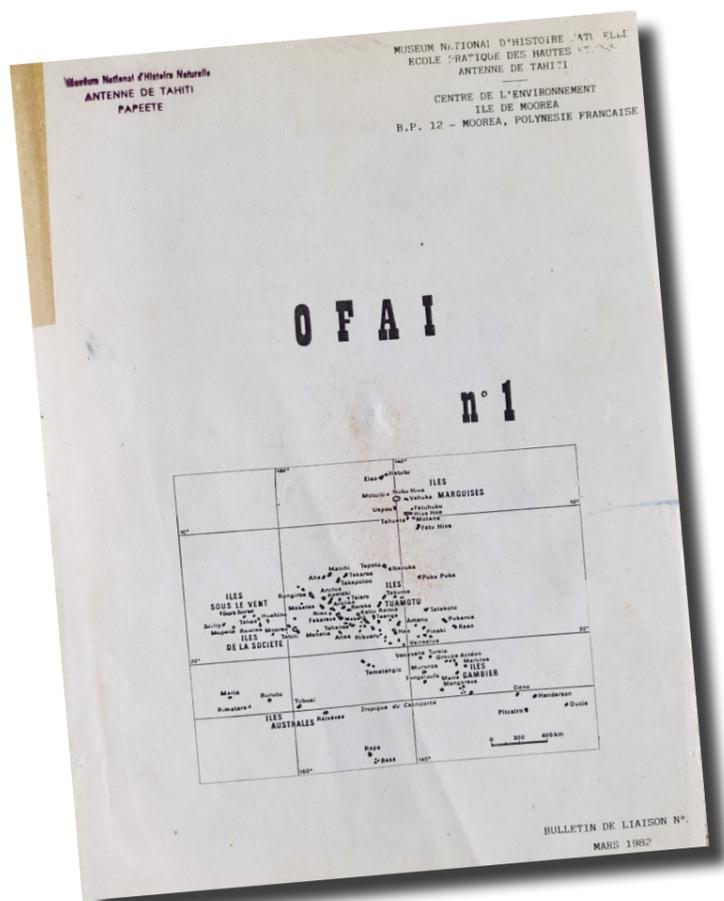
OFAI n°25

2020-2021

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. Le numéro 25 présente un état de l'unité et des projets à la fin de l'année 2021.

Affiche imaginée par David Lecchini (DE EPHE-PSL) dans le cadre des 50 ans du CRIOBE
Illustration réalisée par l'artiste Leïa Chang Soi
*Holobionte : ensemble composé par un organisme animal ou végétal et les micro-organismes qu'il héberge

50 ANS 1971 - 2021 CRIOBE



Couverture du premier OFAI mars 1982

© Criobe

SOMMAIRE

Édito	7
50 ans de recherche scientifique sur les récifs coralliens.....	8
TIMELINE	10
La recherche scientifique	12
Les programmes de recherche.....	14
Programme 1 Interactions et médiation chimique.....	14
Programme 2 Le défi des organismes récifaux dans un monde changeant.....	18
Programme 3 Écologie fonctionnelle et services écosystémiques fournis	24
Programme 4 Gestion des systèmes socio-écologiques	28
La valorisation de la recherche	34
Les temps forts 2020-2021	38
Les 50 ans du CRIOBE.....	40
La visite présidentielle.....	44
L'écomusée - Te Fare Natura	46
La barge scientifique.....	48
Les récifs coralliens, bilan de leur état de santé	50
Covid-19 : effets d'une pandémie sur les récifs coralliens.....	52
Les infrastructures.....	54
Les sites	56
Les fonctions d'appui	58
La Station d'Écologie Expérimentale (SEE) à Moorea	58
Les laboratoires à Perpignan.....	59
La French Polynesia Fish Barcoding Database	59
Le plateau MSXM : Métabolites Secondaires, Xénobiotiques et Métabolomique	60
Le Service National d'Observation CORAIL.....	61
Les structures fédératives et Réseaux	62
Les structures fédératives	64
Les réseaux	66
L'enseignement et la sensibilisation.....	68
L'enseignement	70
La formation initiale	70
La formation continue et l'alternance	71
La formation à distance.....	71
La sensibilisation	72
L'équipe CRIOBE	78
Le trombinoscope du personnel 2020-2021	80
La gouvernance.....	82
La reconnaissance et les distinctions.....	83
Les collaborations.....	84
Les publications majeures 2020-2021	86
Les thèses et diplômes	88



ÉDITO

Par Annaïg Le Guen - CNRS
Directrice du CRIOBE

ACRONYMES UTILISÉS DANS L'OFI 25

AMP : Aire Marine Protégée
Bio2Mar : plateforme de Biodiversité et Biotechnologies Marines
CNES : Centre national d'études spatiales
CNRS : Centre National pour la Recherche
CRISP : Coral Reef Initiative for the South Pacific
DIPEE : Dispositifs de Partenariat en Écologie et Environnement
ENS : Ecole Nationale Supérieure
EPHE : École Pratique des Hautes Études
FRB : Fédération de Recherche pour la Biodiversité
GCRMN : Global Coral Reef Monitoring Network
ICRS : International Coral Reef Society
IFRECOR : Initiative Française pour les Récifs Coralliens
IFREMER : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IPBES : Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
IRCP : Institut des Récifs Coralliens du Pacifique
IR ILICO : Infrastructure de Recherche Littorale et Cotière
LABEX CORAIL : Laboratoire d'EXcellence CORAIL
PGEM : Plan de Gestion de l'Espace Maritime de Moorea
POC : Plateforme Océan Climat
PSL : Paris Science Lettres
RéNSEE : Réseau National des Stations d'Écologie Expérimentale du CNRS
RESIPOL : Recherche enseignement supérieur innovation pour la Polynésie
SEE : Station d'Écologie Expérimentale
SNO CORAIL : Service National d'Observation CORAIL
UAR : Unité d'Appui à la Recherche du CNRS
UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UPF : Université de Polynésie française
UPVD : Université Perpignan Via Domitia
UTP : Expéditions Under the Pole

Alors que le Criobe fête ses 50 ans de recherches scientifiques sur les récifs coralliens, l'OFI fête ses 40 ans. En mars 1982 sortait le premier numéro, un « bulletin de liaison » de l'antenne du Muséum-EPHE pour permettre aux chercheur.es d'échanger sur leurs travaux et missions, à une époque sans autre moyen de communication que le papier ou le téléphone. En introduction, Bernard Salvat nous livre ces mots : « *Recherches de base, mais recherches orientées : notre objectif demeure la recherche fondamentale sur la structure et le fonctionnement des récifs coralliens, connaissances de base indispensables à la gestion rationnelle du milieu et de ses ressources. Ceci n'exclut pas l'animation d'actions interdisciplinaires intégrant le fondamental et l'appliqué, et interorganismes* ».

Les recherches du Criobe s'organisaient alors en 3 thématiques principales :

1. Écologie et productivité des récifs et des lagons ;
2. Écologie terrestre des écosystèmes insulaires ;
3. Les problèmes relatifs à l'aménagement et la gestion de l'environnement.

Après 50 ans d'études en Polynésie française, ayant fréquenté près de 90% des îles et atolls qui la composent, mais également de nombreux autres récifs du monde de par les collaborations internationales développées au fil du temps, les chercheur.es du Criobe ont assisté à l'évolution de l'environnement. Et l'urgence climatique leur a imposé de nouvelles priorités.

Aujourd'hui centre pluridisciplinaire, doté d'outils de pointe et aux compétences multiples, le Criobe couvre les domaines de la chimie, de la biologie, de l'écologie et des sciences humaines et sociales du fondamental à l'appliqué. Ainsi il développe des outils de valorisation de la diversité chimique issue d'organismes marins ou de plantes terrestres dans les secteurs pharmaceutique, cosmétique, agrochimique ou aquacole. Il étudie des moyens innovants de restauration récifale. Il participe au développement d'un nouveau guide d'évaluation des Aires Marines Protégées afin de valoriser comme il se doit ces outils de gestion. Aussi et surtout, le Criobe se positionne comme un acteur clé dans les politiques environnementales, avec plusieurs de ses chercheur.es sollicités ou membres des instances de conseil locales (PGEM, CESEC, Réserve Biosphère UNESCO), nationales (IFRECOR, FRB, POC) et internationales (IPBES, UICN, GCRMN).

Les récifs coralliens, on ne le répètera jamais assez, sont parmi les écosystèmes les plus riches et les plus fragiles de la planète. Cet OFI vous propose un aperçu de l'étendue du travail mené par les équipes du Criobe, les chercheur.es, les technicien.nes, les ingénieur.es, ainsi que la nouvelle génération de scientifiques, qui œuvrent chaque jour pour l'amélioration des connaissances et la conservation de ces écosystèmes.

L'OFI n°25 restera de fait exceptionnel pour deux raisons :

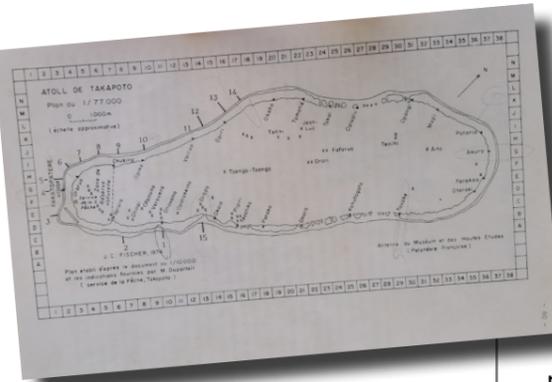
- Il célèbre 50 ans de recherche et met en valeur les différents événements de rétrospectives et de festivités de cette année 2021 ;
- Il couvre deux années (2020-2021) au contexte international hors norme sur fond de crise sanitaire, qui a perturbé le quotidien de chacun d'entre nous, dévoilant, l'espace d'un instant, un aspect de notre monde qui a fourni de nouveaux éléments aux chercheur.es pour tenter de toujours mieux le comprendre (voir p.52).

Je vous souhaite une bonne lecture des temps forts de ces deux années toutes particulières!



50 ANS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE SUR LES RÉCIFS CORALLIENS

En 1971, une équipe d'une dizaine de chercheur.es vient étudier les écosystèmes coralliens à Moorea, Polynésie française. 50 ans plus tard, les données collectées et les partenariats établis jouent un rôle important dans les choix de politique environnementale nationale et internationale.



Carte de l'atoll de Takapoto, 1974
© Ofai 2, Criobe

sont-elles la conséquence d'une véritable dégradation du milieu ? Dans le cadre des changements climatiques, il est crucial pour les chercheur.es de connaître l'état de référence du système récifal et, dans ce contexte, les données historiques du Criobe ont une valeur inestimable (p.50).

UNE LONGÉVITÉ D'UNE VALEUR INESTIMABLE !

Une des activités historiques du Criobe est l'analyse des tendances à long-terme du système récifal en Polynésie française. Depuis son installation en 1971, le Criobe a mis en place des suivis d'état du système, d'abord à l'échelle de la côte nord de Moorea (la fameuse « radiale de Tiahura »), puis à l'échelle de l'île entière, puis de la Polynésie française, et même à l'étranger proche. Aujourd'hui les équipes scientifiques effectuent des suivis benthiques, ichtyologiques et physico-chimiques dans plus de 23 îles du Pacifique (p.61). Le Criobe dispose ainsi des séries temporelles de l'état de santé les plus longues jamais réalisées sur les récifs coralliens. Grâce à ces suivis historiques, les chercheur.es ont la possibilité de mieux comprendre les variations observées aujourd'hui : font-elles partie des cycles historiques ? ou

LE CRIOBE, LA RECHERCHE ET LES SOCIÉTÉS INSULAIRES

En Polynésie française, le récif corallien fait partie de la généalogie des familles. Membres à part entière, ancêtres, dieux protecteurs, des zones de récifs portent des noms, attestant ainsi de la valeur inestimable de cet écosystème pour les populations insulaires.

Le Criobe a vocation à développer la recherche fondamentale pour une compréhension optimale du système récifal qui inclut ces populations dont certaines vivent en symbiose avec le récif. Sur cette base, les chercheur.es s'efforcent tous les jours un peu plus de se rapprocher de la société civile via des projets conjoints (p.28), des actions de sensibilisation (p.74), des

transferts de compétences ou la formation à la recherche (p.70).

L'AVENIR

L'importance d'un suivi historique, grâce aux séries temporelles, n'a pas empêché le Criobe de se positionner en tant que moteur du développement technologique qui permet une analyse de l'écosystème toujours plus fine.

En 1971 il s'agissait de noter l'état des colonies coralliennes une à une sur le terrain pour en tirer des conclusions.

Aujourd'hui, le Criobe développe en parallèle la photogrammétrie (reconstruction en 3D des récifs) et les techniques d'ADN environnemental (ADNe) sur le campus de Moorea (p.61). Un laboratoire consacré à l'ADNe y sera d'ailleurs créé pour soutenir la progression de cette technologie. Sur le campus de l'UPVD à Perpignan, le centre développe son plateau technique de chimie analytique, afin de devenir un pôle d'excellence régional et national en métabolomique au service de la transition environnementale et écologique (p.60).

Et puis parce qu'ensemble on va plus loin, le Criobe cherche à créer une pépinière d'entreprises, sur le campus de Moorea, à l'attention des jeunes qui cherchent un lieu d'incubation de leur projet. Il s'agit ici de lever des verrous afin d'optimiser la réussite de projets innovants et insérés dans le développement économique polynésien. De nouveaux hébergements et laboratoires seront construits dès 2022, permettant d'attirer les communautés scientifiques et entrepreneuriales dans les meilleures conditions.

Ces nouvelles perspectives de recherche et de partenariats tracent de multiples pistes vers une surveillance et une gestion efficaces pour une meilleure protection des écosystèmes coralliens.

TIMELINE



Création de l'antenne MUSEUM-EPHE à Tiahura (Moorea, Polynésie Française)



Création du Centre de Recherches Insulaires et Observatoire de l'Environnement. Installation en baie de 'Opunohu



Congrès ICRS organisé par le Criobe à Tahiti

1985

Implantation de l'EPHE sur le campus de l'Université de Perpignan en 1988 dans le cadre d'une construction conjointe réalisée pour faciliter la décentralisation de l'EPHE

1988

Concession scientifique de la zone de Tiahura

1995

Intégration au Réseau National des Stations Marines françaises du CNRS
Convention avec l'université des Ryukyus

Création de l'Unité Mixte de Recherche UMR5555 (EPHE-CNRS-UPVD)

2004

1993



Naissance de l'Unité Mixte de Services UMS2978 (CNRS-EPHE)

2005

Première convention avec l'Université de Berkeley (UCB) – Station Gump

1992



Création de l'observatoire SNO CORAIL (INSU-CNRS)

2007

Création de l'URA (Unité de Recherche Associée) 1453 (CNRS – EPHE) et mise en place du suivi Agencement Temporel des Populations et des Peuplements (ATPP)

1991

Création de l'Institut des Récifs Coralliens du Pacifique. Le Criobe intègre le Groupement de recherche international (GDRI) « Biodiversité des récifs coralliens »



2009

Organisation de la 10^{ème} Indo-Pacific Fish Conference, à Tahiti



Direction scientifique de l'expédition Tara Pacific

2016-2018



Direction scientifique de l'expédition Deep Hope avec Under the Pole

2017-2019



Labélisation en tant que Station d'Écologie Expérimentale

2016



Le service d'observation SNO CORAIL intègre l'IR ILICO

2019



L'UPVD devient co-tutelle de l'USR 3278 (EPHE-CNRS-UPVD) au travers de l'intégration de l'équipe d'accueil « Laboratoire de Chimie des Biomolécules et de l'Environnement » de l'UPVD

2014



Inauguration de la barge scientifique NOHU

2021



Création et coordination du LabEx (laboratoire d'excellence) « CORAIL »

2011



Visite du Président de la République française et du Président de la Polynésie française, Inauguration de l'écomusée - Te Fare Natura

2021



Création de l'USR (Unité de Service de Recherche) 3278 (EPHE – CNRS)

2010



LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Les programmes de recherche p.14
La valorisation de la recherche p.34

4
PROGRAMMES STRATÉGIQUES DE RECHERCHE

CHERCHEUR.ES PERMANENT.ES AU CRIOBE
24

98
THÈSES SOUTENUES DEPUIS 50 ANS

PROJET EUROPEAN RESEARCH COUNCIL
1

170
PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES moyenne/an

SCIENTIFIQUES ACCUEILLI.ES moyenne/an
130

50
ANNÉES DE SUIVIS DES RÉCIFS CORALLIENS

RAPPORTS TECHNIQUES DEPUIS 50 ANS
300



LES PROGRAMMES DE 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.

Coordinatrice
Maggy Nugues, EPHE-PSL
Co-coordinatrice
Isabelle Bonnard, UPVD

AU COEUR DES INTERACTIONS BIOLOGIQUES

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 est soumise à des interactions chimiques complexes et met 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.

La compréhension des mécanismes écologiques qui régissent les premiers stades de l'histoire de vie est fondamentale pour élucider les processus qui facilitent la reconstitution des populations de coraux. Ceci est particulièrement important dans le contexte de la dégradation actuelle des récifs coralliens dans le monde. Notre objectif est d'identifier les acteurs clés (des organismes aux molécules) qui influencent le recrutement des coraux dans le but d'aider à la restauration des récifs et de soutenir la résilience des écosystèmes.

Les algues corallines encroûtantes sont des espèces importantes dans les récifs coralliens. Elles servent de substrat de fixation, cimentent et créent les récifs. Le projet CORALMATES combine des observations sur le terrain, des expériences en laboratoire et une technologie de pointe en microbiologie, génétique, écologie chimique et métabolomique pour découvrir les liens intimes entre les coraux et les algues corallines encroûtantes.

KEYSTONE

Contacts

Isabelle Bonnard (UPVD)
Suzanne Mills (EPHE-PSL)

Horwitz et al. (2020) Marine mollusc foraging behaviour, locomotion and metabolic rate altered by near-future ocean warming and acidification. Scientific Reports 10: 5461

Le projet vise à :

1. Identifier les espèces d'algues corallines encroûtantes jouant un rôle clé dans le recrutement des coraux ;
2. Identifier les microbes et les biomolécules médiant cette interaction ;
3. Déterminer comment les facteurs de stress, tels que la température élevée et la compétition des macroalgues, affectent les interactions chimiques et microbiennes ;
4. Évaluer si les algues corallines encroûtantes et/ou les produits chimiques et microbes associés pourraient être utilisés pour améliorer la restauration des récifs coralliens.

Ce projet est principalement financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

Les modifications de l'état de santé des organismes, induites par l'environnement, aboutissent à des effets directs sur la physiologie et le comportement. Pour mieux comprendre ces mécanismes, les chercheur.es ont étudié comment le réchauffement et l'acidification prévus des océans influencent deux comportements d'un lièvre de mer (espèce clé car prédatrice d'une cyanobactérie toxique) : sa vitesse de locomotion et sa capacité à trouver de la nourriture. En général, la vitesse de locomotion et le temps de localisation de la nourriture ont été réduits d'environ 1,5 à 2 fois lorsque les facteurs de stress ont été expérimentés isolément, mais réduits d'environ 3 fois lorsqu'ils ont été combinés. La prise de décision était également gravement altérée, le choix correct de la nourriture étant inférieur de près de 40 % lorsque les facteurs de stress étaient combinés. La réduction du succès de la recherche de nourriture, associée

CORAL MATES

Contact

Maggy Nugues (EPHE-PSL)

Jorissen et al. (2021) Coral larval settlement preferences linked to crustose coralline algae with distinct chemical and microbial signatures. Scientific Reports 11: 14610

à des exigences métaboliques accrues, peut avoir un impact sur la capacité de survie de cette espèce et met en évidence les conséquences écologiques potentiellement importantes, notamment dans la régulation des efflorescences de cyanobactéries toxiques sur les récifs coralliens. Les effets du changement climatique ont également été étudiés sur les interactions chimiques au sein de la cascade trophique cyanobactérie/herbivores/carnivores. A nouveau, les facteurs de stress cumulés ont un impact, notamment sur la composition chimique des cyanobactéries qui émettent moins de substances répulsives. Les chercheur.es font l'hypothèse que les ressources des cyanobactéries sont allouées à la survie plutôt qu'à la communication avec l'environnement ou à la défense. Les cyanobactéries font preuve d'une plasticité chimique et d'une adaptabilité étonnantes aux changements globaux, ce qui en fera certainement les grandes gagnantes du changement climatique dans les récifs coralliens.

UN LIÈVRE DE MER POUR ÉTUDIER LA RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES

Dans le milieu marin, les cyanobactéries sessiles ont développé des stratégies chimiques de protection contre les brouteurs. A leur tour, les herbivores doivent contourner ces défenses et dans certains cas, ils en profitent même pour se mettre à l'abri de leurs propres prédateurs. C'est le cas de *Stylocheilus striatus*, un lièvre de mer qui se nourrit d'*Anabaena torulosa*, une cyanobactérie qui produit des lipopeptides cycliques toxiques de la famille de la laxaphycine B. Ce lièvre consomme la cyanobactérie sans être affecté

par la toxicité de ses composés et l'utilise également comme une cape d'invisibilité contre les prédateurs. A l'aide de différents substrats analogues à la laxaphycine B, les chercheur.es ont démontré la présence d'une enzyme dans la glande digestive du mollusque qui est capable de biotransformer les dérivés de la laxaphycine B. Cette enzyme appartient à une famille mal connue des D-peptidases qui sont suspectées d'être impliquées dans la résistance aux antibiotiques.

Contact

Nicolas Inguibert (UPVD)

Darcel et al. 2021. D-Peptidase Activity in a Marine Mollusk Detoxifies a Nonribosomal Cyclic Lipopeptide: An Ecological Model to Study Antibiotic Resistance Journal of Medicinal Chemistry 64(9): 6198–6208.



PROGRAMME 2 LE DÉFI DES ORGANISMES RÉCIFAUX 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.

Coordinatrice
Laetitia Hédouin (CNRS)
Co-coordonateurs
Suzanne Mills (EPHE-PSL)
Benoît Pujol (CNRS)

DÉCRIRE COMPRENDRE ANTICIPER

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.

DEEPHOPE

Contact
Laetitia Hédouin (CNRS)

Entre 2018 et 2021, Le programme DEEPHOPE, coordonné par Laetitia Hédouin, chargée de recherche CNRS, a été rendu possible grâce à la collaboration des plongeurs d'Under The Pole (UTP) devant l'urgence de mieux connaître les récifs mésophotiques, ces écosystèmes méconnus. « La proposition de UTP de mettre au service de la recherche leur plateforme logistique et leurs compétences en matière de plongée technique durant plusieurs mois était une opportunité unique au monde pour réaliser cette étude », souligne la chercheuse. « Cette collaboration est exceptionnelle de par la synergie des compétences entre scientifiques et plongeurs mais également des financements venant en grande partie de l'Agence Nationale de la Recherche et des partenaires de l'expédition d'UTP (Rolex, Azzaro, la Région Bretagne et Bordier pour les principaux). Grâce à ce partenariat et l'alliance des financements publics et privés, nous avons mené la plus

grande expédition scientifique sur cet écosystème. Après 1 an d'expédition et 3 ans de travail, les récoltes réalisées apportent la preuve d'une vie corallienne plus importante et plus diverse que celle que l'on aurait pu imaginer dans les profondeurs récifales ». Au total, les plongeurs de l'expédition ont récolté 6000 échantillons de coraux mésophotiques en Polynésie française, formant ainsi la collection la plus importante au monde. Les premiers résultats montrent que la profondeur peut offrir un niveau de protection, en particulier grâce à l'atténuation de la lumière (la température restant constante) et que les communautés mésophotiques peuvent échapper aux impacts d'un événement de blanchissement thermique.

GONZALO PÉREZ-ROSALES, DOCTORANT EPHE

Gonzalo est étudiant en troisième année de thèse EPHE-PSL. Lors de son master, il a eu l'occasion de travailler avec Laetitia Hédouin pendant le lancement du projet DEEPHOPE. La découverte de ce monde sous-marin totalement méconnu l'a convaincu de poursuivre les recherches. Ainsi s'est-il lancé dans un doctorat qui porte sur l'étude des coraux mésophotiques de la Polynésie française. Les questions de recherche sont réparties en deux

approches principales. Tout d'abord Gonzalo et Laetitia cherchent à comprendre la structure de la communauté des coraux toute le long du gradient de profondeur et aussi en fonction des variables environnementaux (lumière, température, géomorphologie, etc.). Ils cherchent également à comprendre comment les coraux avec une grande répartition des profondeurs modifient leurs capacités physiologiques pour s'adapter aux environnements profonds, où règne une faible luminosité.

Pérez-Rosales G, et al. (2021) Mesophotic coral communities escape thermal coral bleaching in French Polynesia. R. Soc. Open Sci. 8: 210139.



© G. Bardout - Under The Pole

PORTRAIT



PHYSIOLOGIE DU POISSON CLOWN

Contact
Suzanne Mills (EPHE-PSL)

L'équipe de Suzanne Mills étudie comment les animaux adaptent leur comportement et leur physiologie pour faire face aux changements environnementaux locaux et globaux. Ses objectifs sont de comprendre comment les organismes répondent aux perturbations environnementales, les mécanismes utilisés pour survivre et se reproduire et s'ils modifient leur progéniture pour améliorer leur survie et leur dispersion. Les scientifiques étudient les fondements des mécanismes d'acclimatation des adultes face aux facteurs de stress environnementaux, en particulier le rôle de la réponse endocrinienne face au stress dans la plasticité phénotypique, ainsi que le rôle de l'acclimatation transgénérationnelle via les effets maternels sur la dispersion des larves.

L'espèce modèle est le poisson clown à nageoire orange, *Amphiprion*

chrysopterus, qui reste toute sa vie dans la même anémone hôte, ce qui permet des mesures répétées sur les mêmes individus au cours du temps, avant et après des perturbations naturelles ou expérimentales. Le poisson clown pond ses œufs sur le substrat autour de l'anémone et, grâce à une technique développée et maîtrisée par l'équipe de Suzanne pour collecter les œufs, les faire éclore en aquarium et élever les larves, les scientifiques peuvent mesurer l'impact des perturbations sur les caractéristiques des œufs et des larves.

Une expérience a démontré que le blanchissement de l'anémone, induit par le changement climatique, a un impact sur le taux métabolique standard (minimum nécessaire pour rester en vie) des poissons clowns : il diminue. Les poissons grandissent moins, alors même qu'ils ont passé plus de temps hors de leur anémone

à chercher de la nourriture. Les anomalies thermiques qui déclenchent les événements de blanchissement peuvent durer une ou deux semaines. Cependant les anémones peuvent rester blanchies pendant une période beaucoup plus longue, au cours de laquelle les animaux vivant en association continuent de présenter des coûts physiologiques et comportementaux. Une autre expérience de terrain à long terme (23 mois) a étudié l'impact d'une exposition chronique à la lumière durant la nuit. Résultat : une chute de la survie et de la croissance des jeunes poissons a été observée !

DAPHNÉ CORTESE DOCTORANTE EPHE

Daphné a intégré l'équipe de Suzanne Mills (EPHE-PSL), pour son MASTER 2 et a étudié les performances de nage des larves de poisson clown. La compréhension des mécanismes de la dispersion des larves de poissons l'a en particulier intéressée. Elle a souhaité poursuivre en Doctorat pour étudier comment les facteurs de stress environnementaux (comme le blanchissement ou la taille de l'anémone, les régimes d'écoulement de l'eau, la lumière artificielle la nuit et l'hypoxie) et les caractéristiques parentales (par ex. la taille

du corps ou les hormones de reproduction) peuvent affecter la progéniture.

En combinant des analyses *in situ* et en laboratoire, Daphné a démontré, entre autres, que les mères de grande taille produisent des larves qui nagent plus vite, et que les parents vivant dans des habitats dégradés (anémone blanchie par ex.) produisent une progéniture moins nombreuse et de plus petite taille, mais dotée de meilleures capacités de nage !

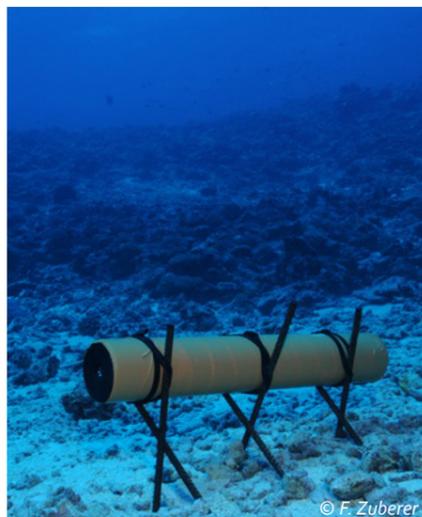
Daphné a soutenu sa thèse en mars 2021 et est maintenant chercheuse post-doctorale à l'Université de Glasgow.

PORTRAIT



MAEVA

Contact
Serge Planes (CNRS)



© F. Zuberer

COLLABORATEURS :
CNES, CNRS, Criobe, École Normale Supérieure, Sorbonne Université, Institut Universitaire Européen de la Mer, Ifremer, Météo-France

Le projet MAEVA (Modélisation de l'Amplification et de l'Erosion des Vagues) repose sur une approche originale combinant des développements mathématiques et numériques à l'utilisation des données observationnelles de la mission CFOSAT et des mesures *in situ* réalisées avec le Criobe. Il vise à mieux comprendre les ondes générées par les conditions météorologiques extrêmes (cyclones tropicaux ou fortes tempêtes tropicales) et leurs impacts sur les récifs coralliens. Les dommages causés par ces événements extrêmes sont hélas évidents ! Mais, aussi surprenant que cela puisse paraître, les impacts positifs sont également très importants, car les grosses vagues ont le potentiel de briser d'énormes blocs de corail sur la pente externe et de les transporter vers le récif, contribuant ainsi à la régénération de la barrière corallienne. C'est un processus nécessaire à la régénération des atolls (îles basses) et primordial dans le contexte de la montée des océans. Ce projet repose sur la combinaison de trois approches complémentaires : les observations par satellites, les mesures *in situ* et la modélisation numérique. Il

utilise les données satellitaires de la mission CFOSAT, qui a été lancée en 2018.

Les mesures *in situ* sont rendues possibles par le Service National d'Observation CORAIL du Criobe (voir p.61). Sa situation au centre du Pacifique sud offre une possibilité unique d'étudier les vagues au milieu de l'océan Pacifique. Les vagues y sont remarquablement complexes car, en raison de leur emplacement isolé et loin des continents, les îles ne sont pas abritées et plusieurs trains d'ondes peuvent frapper dans des directions croisées. Il y est par exemple courant d'enregistrer des trains de vagues générés par les tempêtes des "quarantièmes rugissants" (c'est-à-dire près de l'Antarctique). Par ailleurs, le réseau d'observation du Criobe s'étend sur une zone très vaste (au-delà de la Polynésie française) et permet alors des relevés d'ondes sur une zone plus grande que l'Europe. Deux nouvelles sondes OSSI Wave Gauge Blue, permettant un enregistrement continu de la pression à 4Hz, ont été installées sur les côtes nord et sud de l'île de Moorea.

CONSERVATION DES REQUINS

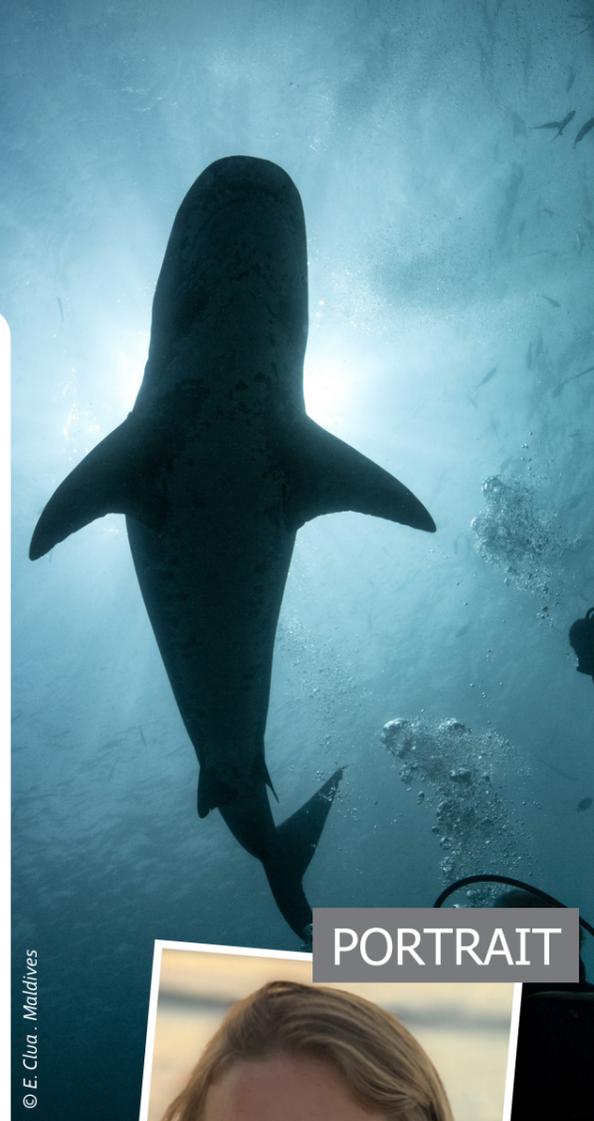
Contact
Eric Clua (EPHE-PSL)

La conservation des requins est une problématique planétaire que le Criobe embrasse à la fois via une triple approche éco-économico-anthropologique et via divers projets disséminés sur le globe (Pacifique, Mer Caraïbe, Mer Rouge et Méditerranée) sur l'impulsion du Prof. Eric Clua. Cette triple approche a pour but de mieux justifier la conservation des requins en pesant sur les biais cognitifs, tant au sein du grand public que des décideurs voire des scientifiques, qui l'entravent actuellement. Sur la dimension écologique, les travaux des dernières années se sont concentrés sur la compréhension du comportement des grands requins et ce, afin de mieux gérer le risque requin qui demeure un frein à leur conservation en raison de l'image négative que véhiculent, à tort, ces animaux. Des incidents ont eu lieu en Polynésie fin 2019, dans les Caraïbes fin 2020 et début 2021, liés à des morsures respectivement d'un requin océanique et d'un requin tigre sur des nageuses. En Polynésie, un risque requin particulier s'est développé en parallèle de l'intensification du « whale-watching » (observation en mer des cétacés avec mise à l'eau). Les études ont permis de confirmer la motivation de prédation de ces morsures et la possibilité d'identifier individuellement les requins responsables via des prélèvements génétiques sur les plaies. Cette avancée significative a permis le lancement du projet ONE-SHARK (2021-2023) dans les Caraïbes. Sur le plan économique, les

travaux se sont concentrés sur l'évaluation des revenus liés à l'écotourisme d'observation des requins (cf encart sur la doctorante C. Séguigne) et sur la possibilité de mise en œuvre du concept de « paiement pour services écosystémiques » en Polynésie française. L'idée générale est de démontrer la possibilité de développement d'un écotourisme durable, au sein duquel les flux financiers permettraient (outre des revenus directs pour des milliers de personnes), la mise en œuvre d'actions de conservation et de formation professionnelle des protagonistes locaux. Sur le plan socio-anthropologique, une étude a été menée dans le Pacifique Ouest afin de décrire la perception du risque requin par les peuples autochtones, en rupture nette avec la vision biaisée et anthropocentrée des sociétés dites « modernes ».

CLÉMENTINE SEGUIGNE DOCTORANTE LABEX CORAIL

Diplômée de l'école centrale, Clémentine a obtenu un Master en éthologie des cétacés au Museum d'Histoire naturelle avant de candidater sous la direction du Prof. Eric Clua à une bourse du LABEX CORAIL (p.62) obtenue en 2020. Son étude innovante aborde la problématique de la conservation des requins sous le triple angle de l'écologie, l'économie et l'anthropologie, afin de définir dans chacun de ces domaines très différents et complémentaires, quels sont les leviers souhaitables d'activer afin de renforcer la conservation des



© E. Clua - Maldives

PORTRAIT



requins en Polynésie française. Son travail très large se centre néanmoins sur la problématique controversée du nourrissage artificiel des requins. Enfin, sur le plan socio-anthropologique, les premiers travaux montrent une déliquescence marquée de la connaissance ancestrale et culturelle sur ces animaux qu'il conviendrait d'endiguer.

Séguigne C. (soumis) Difficult to retain customers: Provisioning ecotourism does not increase tiger shark residency - Scientific Reports

SATELLITE CFOSAT

En octobre 2018, le satellite CFOSAT (China-France Oceanography SATEllite) a été mis en orbite héliosynchrone à 520 km d'altitude, afin d'étudier le vent et les vagues à la surface des océans. Cette mission, conjointe des agences spatiales chinoise (CNSA) et française (CNES), est une grande première, car il s'agit du premier satellite franco-chinois, mis en orbite par les deux pays afin de mieux comprendre le changement climatique. CFOSAT fournira des mesures radar

du vent (direction et intensité) à la surface de l'océan et des paramètres de l'état de mer et également des champs de vecteurs du vent co-localisés avec des spectres directionnels de vagues pour des longueurs d'onde supérieures à environ 70 m. Ces données, couplées aux données de terrain relevées par le SNO-CORAIL, permettront de réaliser des prévisions plus fiables de l'état de la mer, grâce à un suivi 24 heures sur 24 et aussi de mieux comprendre les interactions entre l'océan et l'atmosphère.



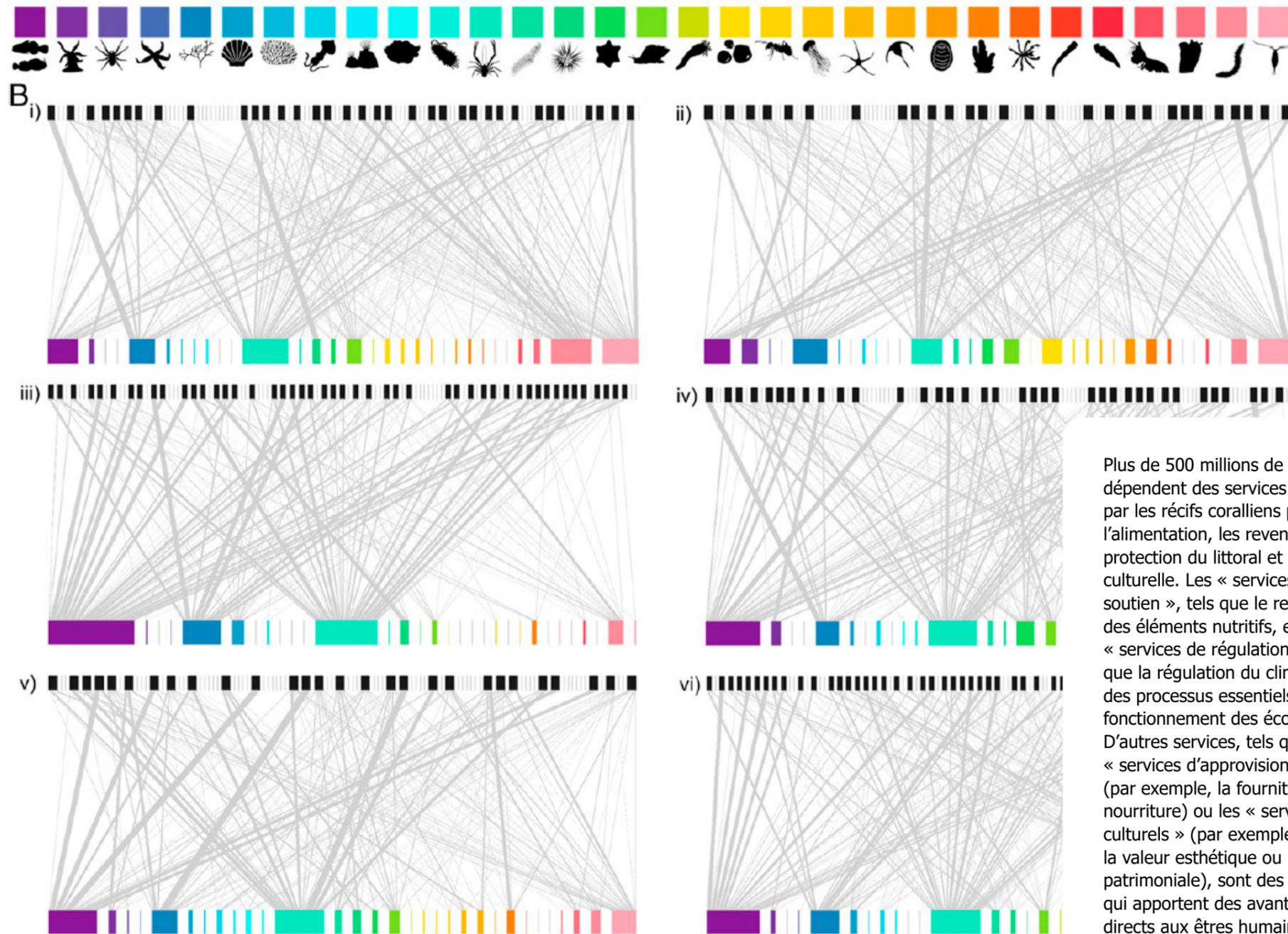
LES PROGRAMMES DE RECHERCHE



DU LOCAL AU GLOBAL

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.



Réseaux alimentaires des récifs coralliens à travers différentes régions biogéographiques, in Pozas-Schacre C. et al. (2021) PNAS.

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.

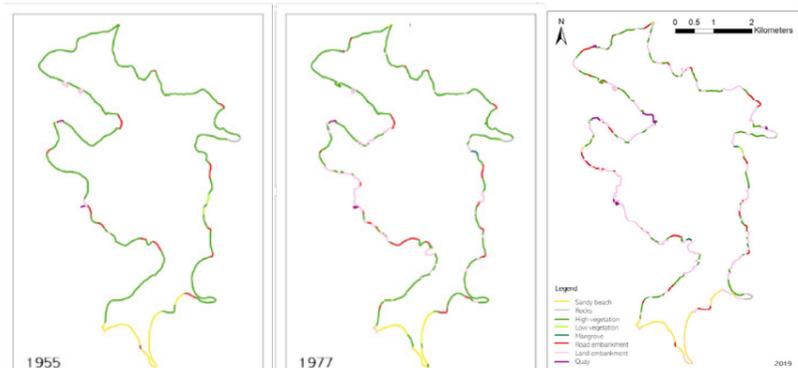
Face aux pressions anthropiques et climatiques croissantes, la capacité des écosystèmes coralliens à fournir ces services vitaux est menacée. Aujourd'hui, il est donc essentiel de comprendre les facteurs à l'origine des nombreux processus et services fournis par les récifs coralliens, ainsi que leur 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.

Coordinateur
Valeriano Parravicini, EPHE-PSL
Co-coordonateur
Pierre Sasal, CNRS

Quel littoral demain en France face aux changements climatiques ? Dans un contexte marqué par l'augmentation de la population mondiale et le renouvellement accéléré des besoins en termes d'énergie, de matières premières, de produits et de services, les changements environnementaux prennent une acuité renforcée, du niveau du paysage à celui de la planète (climat, érosion de la biodiversité, dégradation des sols, pollution de l'air et des eaux douces et marines, etc.). Cette nouvelle ère, dite Anthropocène, impose la nécessité d'une gestion intégrée des environnements et des trajectoires de développement des sociétés humaines dans leurs diversités. Ainsi, tous les écosystèmes terrestres comme marins sont aujourd'hui fortement impactés par ces perturbations naturelles ou anthropiques que ce soit à l'échelle locale ou globale. De nombreuses mesures sont mises en œuvre par les scientifiques, les gestionnaires et les politiques pour essayer de réduire ces effets néfastes sur notre environnement : création d'aires marines protégées, gérées ou éducatives, création de parcs sur le domaine terrestre, taille minimale de récoltes de certains animaux, quotas de pêche, classement de certaines espèces sur la liste rouge de l'IUCN, etc. Cependant, un « habitat frontière » entre deux écosystèmes (marin-terrestre ou dulcicole-terrestre) est souvent oublié dans les plans de gestion : le littoral.

Or, l'importance de cet habitat se traduit en quelques chiffres clés. D'après l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (IUCN) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), plus de 60 % de la population mondiale se situe à moins de 60 kilomètres du littoral, soit près de 4,2 milliards de personnes. De plus, le littoral est souvent considéré comme une

nurserie pour les jeunes organismes et comme un hotspot de biodiversité. Le littoral est donc un laboratoire naturel où se concentrent de nombreux risques d'origine naturelle ou anthropique, avec des enjeux liés aux ressources du sous-sol, aux ressources primaires biologiques, à l'énergie et au transport, au développement de l'urbanisme, à l'aménagement du territoire et au tourisme, à la préservation du patrimoine naturel et culturel. La sauvegarde du littoral est particulièrement importante pour notre pays car la France, Outre-mer compris, est le 2ème pays au monde en kilomètre de littoral.



Pour comprendre l'étendue et l'impact des modifications côtières, l'évolution du littoral de Bora Bora en termes de changements d'habitat (sur l'île principale) et d'érosion côtière (sur l'île principale et les motu) a été évaluée de 1955 à 2019 grâce à des images aériennes.

Le littoral a été classé selon les huit catégories discernables sur les images aériennes : plages de sable, mangroves, zones de végétation (arbres, grands arbustes), zones herbeuses, rivages rocheux naturels, murs routiers (nécessaires à des fins d'urbanisation), murs privés (pour consolider les terres), et quais. La longueur du littoral naturel

Hélas, notre connaissance de l'évolution des zones côtières est limitée en milieu récifal, malgré les nombreux enjeux qui nécessitent une approche transversale pour la conservation de la biodiversité face à un développement démographique, économique et touristique des îles de l'Outre-mer français. Il est donc primordial de mieux caractériser ces zones du point de vue de leur biodiversité, de leur fonctionnement et de l'impact que peuvent avoir les différentes actions humaines et le changement climatique.

(plages de sable, rochers, zones de végétation, zones herbacées, mangroves) a diminué de plus de 46 % entre 1955 et 2019, passant de 32,2 km à 17,2 km sur plus de 40 kilomètres de littoral (longueur variable en fonction de l'année et des modifications apportées par l'homme ; figure 3). Dans le même temps, la longueur du littoral artificiel (quai, remblai routier, remblai privé) a augmenté de 476% !

Gairin et al. (2021) Spatiotemporal trends of Bora Bora's shoreline classification and movement using high resolution imagery from 1955 to 2019. *Remote Sens.* 2021, 13

LITTO

Contact

David Lecchini (EPHE-PSL)



REEF SERVICES

Contact

Valériano Parravicini (EPHE-PSL)

En 1990, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) démontre que, dans les 100 dernières années, la Terre s'est réchauffée entre 0.3°C et 0.6°C, suite à une augmentation sans précédent de l'activité anthropique. Cette augmentation des températures à la surface du globe a agi comme un effet boule de neige, réduisant la calotte glaciaire et donc, augmentant le niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale. Plus inquiétant encore, l'augmentation combinée de la hausse des températures et du niveau de la mer constitue une menace réelle pour bons nombres d'écosystèmes dont les plus menacés seraient certainement les récifs coralliens. Ces derniers abritent une biodiversité incroyable tout en fournissant refuge et nourriture à plus de 500 millions de personnes autour du globe. Bien que la barrière récifale d'un grand nombre d'îles tropicales protège les populations côtières des vagues océaniques, leur efficacité se voit réduite à cause des changements globaux. Le couvert corallien diminue suite aux invasions d'*Acanthaster* pourpres (*Acanthaster cf. solaris*), les cyclones ou bien encore les événements de blanchissement. Ces derniers se font de plus en plus fréquents, et sont de plus en plus intenses, agissant à de grandes échelles. Ainsi, le parterre corallien se voit, dans le pire des cas, dépeuplé, ou dans le meilleur,

fortement réduit, arborant bien moins d'individus à la structure complexe (c.-à-d. les individus ayant le plus fort potentiel pour réduire l'énergie houlomotrice) qu'auparavant et menaçant ainsi le futur des populations côtières. Jérémy Carlot, étudiant en thèse pour le programme REEF SERVICES, a quantifié l'impact du changement climatique sur les récifs coralliens de Polynésie française en se basant sur l'île de Moorea. Il a défini, entre autres : 1) comment évolue le relief (sa complexité structurelle) et 2) quel est le potentiel d'accrétion des récifs coralliens entre 2005 et 2016. Ce travail de recherche étudie également les dynamiques démographiques coralliennes dans le but de prédire au mieux les assemblages coralliens futurs. Les résultats ont démontré que Moorea a récupéré des niveaux de relief en 2016 comparables à 2005. Ces observations sont encourageantes, car durant les événements extrêmes (tels que les cyclones), et en absence d'une forte complexité structurelle, l'énergie des vagues se heurtant aux côtes est nettement plus importante que précédemment estimée. Malgré cela, les taux d'accrétion restent en dessous des prédictions de montée des eaux du GIEC (scénario 4.5), menaçant ainsi les populations côtières de Moorea d'ici 2100, si nos émissions carbone ne diminuent pas drastiquement.



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.

Coordinateur
Joachim Claudet, CNRS
Co-coordonateur
Eric Clua, EPHE-PSL

DE LA SCIENCE
À L'ACTION

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 de continuer à 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.

RĀHUI FORUM AND RESOURCE CENTER

Contact
Tamatoa Bambridge (CNRS)

© T. François

ÉTENDRE LE RÉSEAU DES RĀHUI OU AIRES MARINES GÉRÉES LOCALEMENT EN POLYNÉSIE FRANÇAISE

En Polynésie française, de nombreux pêcheurs lagunaires constatent une raréfaction de la ressource : poissons plus petits, moins nombreux, espèces disparues de certains lagons, etc. Ces observations rejoignent les constats des scientifiques à l'échelle mondiale sur la perte de biodiversité des écosystèmes coralliens. Ceux-ci pourraient d'ailleurs s'effondrer d'ici 2050. En Polynésie française, le renouveau du *rāhui* pourrait contribuer à la préservation durable des lagons et récifs. C'est dans cette perspective que le projet de *Rāhui* Forum and Resource Center a vu le jour en 2019. Dirigé par Tamatoa Bambridge, anthropologue au Criobe, et Hunter Lenihan, spécialiste des pêcheries de la Bren School for Environmental Science and Management (University of California - Santa Barbara), et en partenariat avec le Département EASTCO (Sociétés Traditionnelles et Contemporaines en Océanie) de l'UPF,

le projet vise à développer le réseau des *rāhui*, ou aires marines gérées localement, à l'échelle des cinq archipels. Au-delà de la conservation de la biodiversité qui constitue déjà un objectif en soi, c'est la question de la sécurité alimentaire qui est aussi en jeu. En Polynésie française, les pêcheries récifolagunaires ont une importance capitale en termes de subsistance : l'autoconsommation garantit un apport en protéines (dans certaines îles, les produits de la mer représentent jusqu'à 90% des apports en protéines animales) et, lorsqu'ils sont vendus, les produits de la pêche produisent des revenus monétaires. L'équipe du *Rāhui* Center vise à restaurer ou maintenir durablement l'équilibre écologique des lagons polynésiens et travaille avec les communautés locales pour optimiser la gestion des pêcheries et assurer le maintien durable des stocks, notamment en étendant le périmètre des *rāhui* existants et en soutenant la création de nouveaux *rāhui*. Notre ambition est de produire de manière collaborative - entre scientifiques et pêcheurs - des outils et des modèles pour gérer efficacement ces espaces. La méthodologie combine sciences humaines (anthropologie, sociologie, linguistique, économie) et sciences de

l'environnement (biologie, écologie). L'enjeu est double. Il s'agit, d'une part, de mieux comprendre les pratiques et usages locaux (liés aux espaces lagunaires) ainsi que les mécanismes culturels qui les sous-tendent et, d'autre part, d'évaluer l'état écologique des milieux lagunaires et d'en comprendre le fonctionnement.

Depuis 2019 l'équipe du *Rāhui* Center travaille de façon adaptée avec une dizaine de communautés locales (dans les îles de la Société et dans les Tuamotu). Sur les îles hautes et fortement urbanisées, il est important de travailler à

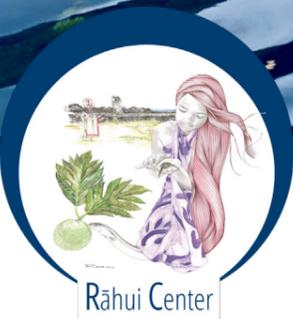
l'échelle du bassin versant pour prendre en compte l'ensemble des pressions qui s'exercent sur le lagon. Dans les îles où le tourisme est structurant, comme à Bora Bora, il convient d'associer dans la phase de concertation, l'ensemble des usagers du lagon, y compris les prestataires touristiques et les hôtels. Leur intégration doit aussi servir la conception de modes de gestion innovants : garantir les intérêts (parfois contradictoires) de tous suppose d'imaginer la mise en place de mesures compensatoires pour garantir l'équité et donc la légitimité puis l'acceptation du *rāhui*. Par

ailleurs, le *Rāhui* Center mobilise des méthodologies spécifiques aux petites pêcheries dites pauvres en données pour optimiser les modes de gestion de *rāhui* existants. L'évaluation de l'état des stocks permet par exemple d'adapter les mesures de préservation. Le projet du *Rāhui* Forum and Resource Center promeut une institution ancrée dans la culture polynésienne, le *rāhui*, pour gérer un commun, les écosystèmes récifolagunaires de Polynésie.

<https://rahuicenter.pf/>



© L. Thiault



RĀHUI ?

Le *rāhui* est un mode de gestion polynésien des ressources et des territoires qui repose sur un interdit temporaire de prélèvement d'une ressource terrestre ou marine. Cette institution sacrée (reposant sur un *tapu*) a été décrite par les voyageurs européens dès le 18^{ème} siècle. Le *rāhui* disparaît progressivement sous la contrainte des missionnaires et du fait de la restructuration politique engagée par le pouvoir colonial. Depuis la fin du 20^{ème} siècle une renaissance

de cette institution s'opère (retrouvée sous différentes appellations en Océanie). Les *rāhui* contemporains contribuent au renforcement de la gouvernance environnementale (lutte contre la pollution, conservation des récifs coralliens, etc.) et à la gestion durable des pêcheries. Les *rāhui* s'appuient sur un comité ou *tomite* qui assure la gestion et la surveillance du périmètre, mais sont protéiformes (*rāhui* auto-géré ou réglementé, en alternance ou permanent, etc.)

PORTRAIT



PATRICK ROCHETTE Président de l'association Puna Rāhui de Teahupoo

Patrick a participé activement à la création du *rāhui* de Teahupoo (en 2014) et a fait partie du comité de gestion. Il collabore, en tant que médiateur-facilitateur au projet de *Rāhui* Forum and Resource Center. Il joue un rôle clé dans la sensibilisation auprès des élus, des pêcheurs et des plus jeunes, avant tout pour expliquer ce qu'est le *rāhui*. « Dans la culture mā'ohi le *rāhui* est une pratique très redoutée par la population. Les gens ont peur quand on parle de *rāhui* parce que c'était un interdit posé auparavant par un chef ou le roi. Et lorsque le roi pose un interdit, c'est *tapu* : tout est fermé ! Si tu enfreins les règles en étant dans la zone de *rāhui*, tu pourras être tué ». Aujourd'hui, si la dimension sacrée du *rāhui* est toujours présente, c'est sa

finalité que Patrick rappelle : « La chose la plus importante dans la mise en place du *rāhui* c'est de faire fructifier les récoltes de la terre et de la mer. Le *rāhui* c'est l'abondance. Ce sont les biens que les anciens ont laissés, transmis par les dieux, Taaroa, à nos anciens jusqu'à nos parents. C'est très important. Les humains doivent réfléchir à ce qu'ils laisseront à leurs enfants. Nous rencontrons beaucoup de problèmes aujourd'hui vis-à-vis de la nourriture. D'énormes problèmes. C'est pourquoi il faut mettre en place le *rāhui*. Pas seulement à Tahiti mais dans toute la Polynésie française. » Patrick partage son expérience pour aider les populations locales à définir des règles pour la gestion, pour la surveillance, etc. Son rôle est primordial pour la transmission des enjeux et l'émergence de solutions adaptées.

METRODRIVER

Contact

Joachim Claudet (CNRS)

DU MICROBIOME À L'ÉCOSYSTÈME : Démêler les effets des aires marines protégées sur les services écosystémiques à travers le prisme de la diversité trophique.

CONTEXTE - La préservation des écosystèmes marins est une priorité cruciale car ils assurent la subsistance et le bien-être de millions de citoyens (alimentation humaine, purification de l'eau, régulation des maladies, valeurs culturelles, etc.) Malgré leur importance, ces écosystèmes et leurs chaînes alimentaires sont aujourd'hui mis en péril par de nombreuses altérations environnementales, telles que le changement climatique, la surpêche, les espèces invasives, l'extinction d'espèces et la fragmentation des habitats.

OBJECTIFS - Le projet METRODRIVER et son équipe de recherche participent activement à l'effort international de préservation des écosystèmes marins. Plus précisément, ce projet vise à étudier comment préserver et restaurer efficacement les réseaux alimentaires marins. Il déterminera notamment les effets des stratégies de protection telles que les aires marines protégées sur les réseaux alimentaires marins. Au-delà de ce premier objectif, le projet déterminera également si ces effets permettent de meilleurs résultats en termes de services écosystémiques. Ses conclusions aideront directement les autorités locales et internationales à élaborer de meilleures stratégies de conservation.

PRATIQUE - En combinant une approche à plusieurs niveaux (communauté, population, microbiome), des techniques de pointe et une analyse à grande échelle (10 AMP européennes), le projet METRODRIVER vise à répondre à trois questions essentielles : Quels sont les effets des AMP sur la diversité trophique et le fonctionnement du réseau alimentaire ? Comment ces effets influencent-ils les services écosystémiques (par exemple, la productivité) et la santé animale (par exemple, la croissance, la condition physique) ? Dans quelle mesure contribuent-ils à fournir une alimentation plus saine aux sociétés humaines (par exemple, la valeur nutritionnelle de la chair des poissons) ?

SOUTENIR LA RÉSILIENCE CLIMATIQUE PAR UNE CONSERVATION ÉQUITABLE DES OCÉANS

Le changement climatique transforme rapidement l'océan, avec des impacts disproportionnés sur les sociétés vulnérables des pays les moins développés. Parallèlement, l'expansion de la conservation par zone transforme également notre océan. Les aires marines protégées (AMP) peuvent être des outils efficaces pour renforcer la résilience socio-écologique locale aux facteurs de stress climatique et fournir d'autres avantages sociétaux. Toutefois, si elle est mal mise en œuvre, la conservation marine peut également donner lieu à des résultats inéquitables, compromettre le bien-être des populations côtières vulnérables et saper le succès de la conservation à long terme. L'urgence et l'ampleur des impacts du changement climatique et les conséquences d'une expansion

BLUE JUSTICE

Contact

Joachim Claudet (CNRS)

inéquitable de la conservation nécessitent des stratégies et des politiques solides, fondées sur des preuves, à l'échelle nationale et internationale. Le projet Blue Justice produira des recherches originales, orientées vers la recherche de solutions, basées sur la synthèse de multiples ensembles de données mondiales, existantes et nouvellement assemblées, sur les conditions sociales et écologiques des AMP. Plus précisément, Blue Justice examinera les relations entre la gouvernance des AMP et les résultats socio-écologiques, générant de nouvelles idées sur les conditions qui favorisent l'équité et la résilience climatique dans les groupes côtiers vulnérables (y compris les femmes et les groupes autochtones), et produira la première base de données mondiale sur les voies innovantes vers une plus grande équité et résilience dans la conservation marine.

The sustainable ocean's 7 domains of action

Sustainable economic opportunities

Invest in low-emission sectors and create jobs based on a sustainable use of ocean ecosystem services, and which fairly benefit local communities.

Inclusive and holistic governance

Co-design adaptive interventions, instruments, and policies to foster a sustainable management of the ocean at multiple organizational scales.

Financial mechanisms

Develop innovative ocean finance mechanisms, linked to climate and conservation finance efforts, and with incentive payments to private sector.

Equity and justice

Ensure equitable access to ocean resources, recognizing and protecting the rights of women and indigenous communities.

Scientific integration

Promote the integration of social, natural, and physical sciences and implement a globally coordinated, sustained, and fit-for-purpose biophysical, ecological, and socioeconomic ocean-observing system.

Ocean health

Mitigate climate change, protect and restore biodiversity, avoid new impacts on species and ecosystems.

Ocean literacy

Harness collectively a global ocean identity, returning the ocean to the center of our lives.



LES SEPT DOMAINES D'ACTION POUR UN OCÉAN DURABLE

L'Océan contribue fortement à notre bien-être mais est fortement impacté par les activités humaines. Le besoin urgent d'identifier et de mettre en œuvre des solutions pour une utilisation durable de l'Océan a conduit à de nombreuses initiatives internationales promouvant des solutions innovantes ou sous-utilisées, à la reconnaissance de pratiques durables traditionnelles ou autochtones, ou à la mise en œuvre de mécanismes de financement innovants. Nous sommes maintenant dans la première année de la Décennie des Nations Unies des sciences de l'Océan au service du développement durable et il y a une opportunité pour mettre la science au service de l'action et de véritables changements dans l'océan. Ici, les scientifiques proposent sept grands domaines d'action (Figure) pour transmettre le message aux décideurs, aux secteurs privés et à la société civile dans son ensemble, que les preuves et la base de connaissances pour transformer notre océan en un modèle de durabilité sont déjà là. Ce qu'il faut maintenant,

c'est agir.

L'un des domaines d'action les plus évidents est l'amélioration directe de la santé de l'Océan. Un deuxième domaine d'action pour un océan durable est de garantir l'équité sociale et la justice dans toutes les questions liées à l'océan. Un troisième domaine d'action est l'identification et l'investissement dans des opportunités économiques durables. Le développement de dispositifs financiers innovants est un quatrième domaine d'action pour un océan durable. Assurer une forte intégration scientifique représente un cinquième domaine d'action. L'amélioration des connaissances et de l'éducation sur l'Océan est le sixième domaine d'action. La gouvernance inclusive et holistique est le dernier domaine d'action. Les instruments adaptatifs coproduits pour favoriser l'utilisation durable des ressources océaniques à de multiples échelles organisationnelles sont à la fois soutenus par les six domaines précédents et fournissent les conditions favorables à leur réalisation.

L'Océan est unique. Il a été le berceau de la naissance de la

vie sur notre planète et fournit actuellement des services et des contributions vitaux et précieux au bien-être humain. Préserver l'océan, c'est préserver notre mode de vie. Maintenant qu'il n'y a pas d'endroit dans l'Océan qui ne soit impacté par nos activités, nous devons collectivement le placer au centre de nos vies et agir sur les leviers identifiés pour entamer une nouvelle ère de relations durables avec notre Océan.

Joachim Claudet. The seven domains of action for a sustainable Ocean. Cell, Elsevier, 2021, 184 (6), pp.1426-1429.



LA VALORISATION DE LA RECHERCHE

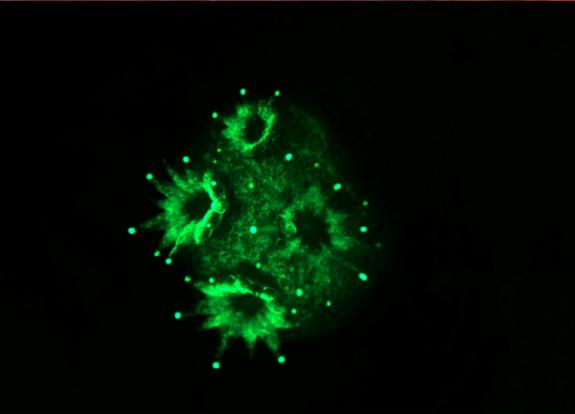
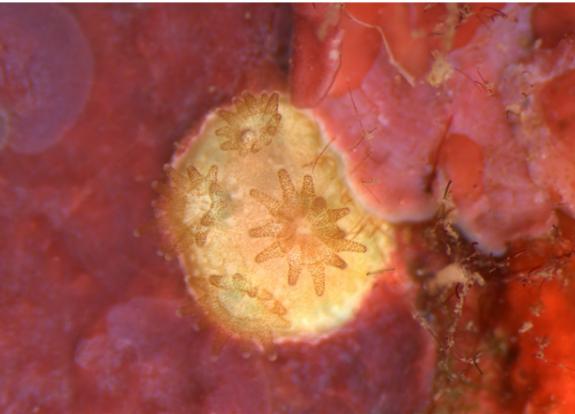
SEABOOST

Contact
Laetitia Hédouin (CNRS)

L'INFLUENCE DES MATÉRIAUX ARTIFICIELS SUR LE RECRUTEMENT CORALLIEN

Seaboost est une entreprise d'ingénierie écologique basée à Montpellier, qui développe des récifs artificiels sur mesure afin de restaurer la biodiversité marine dans différents milieux. La collaboration avec Laetitia Hédouin (CNRS) a donné naissance à deux expériences à long terme sur la pente externe du récif de Moorea. Ces expériences, lancées en 2019, font partie du projet de thèse de Camille Leonard. Elles ont pour but de tester l'influence de différents matériaux innovants et différentes complexités de surface sur le taux de recrutement corallien, ainsi que sur la croissance et la survie des jeunes recrues. Après six mois d'immersion, des plaques de différents matériaux sont relevées, toutes les recrues coralliennes sont comptées et les différents organismes colonisant les plaques sont identifiés. En effet, les communautés benthiques comme les algues, les éponges ou autres animaux sessiles peuvent avoir une influence sur le recrutement et la croissance des jeunes coraux.

Nous avons pu identifier plusieurs matériaux prometteurs, comme le béton façonné par imprimante 3D ou le béton poreux. En général, plus le support est complexe et offre des micro-refuges, plus il a de succès pour attirer et protéger les larves de coraux des prédateurs. Encore six mois plus tard, moins de 8% des jeunes coraux avaient survécu, probablement à cause de la forte compétition avec les autres organismes benthiques. Ces expériences ont permis un autre constat : entre 2020 et 2021, le taux de recrutement corallien a quasiment triplé ! Ceci peut être expliqué par le blanchissement massif observé en 2019, qui aurait fortement impacté la reproduction des coraux. Les résultats de nos expériences permettent de mieux comprendre les paramètres qui influencent le plus les premières années de vie des coraux. Cela servira aussi à développer des approches et outils de restauration écologiques favorisant le recrutement et la survie des coraux et ainsi de restaurer plus efficacement les récifs coralliens les plus endommagés.



Ci-dessus : Recrue corallienne en microscopie.
Haut : vue normale ; Bas : vue en lumière ultraviolette.
Ci-dessous : installation SEABOOST avec cinq matériaux différents



© P. Hamay

POLYCONE

Contacts
Tamatoa Bambridge (CNRS)

Plus de 960 espèces d'escargots à cônes (ou cônes marins) ont été identifiées à travers le monde. Les eaux qui baignent la Polynésie française abritent à elles seules 1/8e de cette diversité avec 140 espèces représentées, dont 20 sont endémiques. Au-delà des aspects purement environnementaux (préservation de la biodiversité marine et des océans), des enjeux en matière de santé publique justifient la nécessité d'améliorer nos connaissances relatives à ces Conidae et de préserver efficacement et durablement cette ressource. Dans un contexte d'extrême vulnérabilité des cônes et dans la perspective de valoriser à grande échelle le potentiel que représente les venins de ceux-ci dans le domaine pharmaceutique, il est nécessaire de réinterroger les usages scientifiques réalisés sur les Conidae et d'imaginer de nouvelles pratiques compatibles avec une gestion durable qui ne mettraient pas en péril les stocks et respecteraient les droits des

populations humaines locales. L'enjeu du projet Polycône est donc de concevoir des modèles de gestion durable (pour la préservation des Conidae et dans le respect des droits et coutumes des populations locales) qui permettraient d'accroître la disponibilité de conotoxines pour la recherche scientifique et ainsi d'envisager un changement d'échelle dans le domaine des applications pharmaceutiques. L'objectif final est de concevoir un modèle de développement local (fondé sur l'aquaculture ou la création d'aires marines gérées) pour la mise en œuvre de procédés d'extraction de venins, qui bénéficierait aux communautés locales, à des partenaires privés locaux, dans le respect de la préservation des écosystèmes marins.



© T. Duda



LA VALORISATION DE LA RECHERCHE

ATAX

Contact
Nathalie Tapissier (UPVD)

L'intensification des élevages piscicoles et l'augmentation du stress des poissons résultant de ces conditions d'élevage favorisent la propagation d'agents pathogènes et l'apparition de maladies. Face aux phénomènes de résistances qui apparaissent suite aux traitements antibiotiques intensifs, une nouvelle stratégie basée sur l'utilisation de nouveaux composés ou extraits d'origine naturelle est en plein essor.

Dans ce contexte, les résultats obtenus lors de la thèse de Myriam Reverter (Labex Corail) ont permis de poursuivre nos recherches sur le potentiel de valorisation d'un composé halogéné antibactérien isolé de l'algue rouge envahissante *Asparagopsis taxiformis* en aquaculture. Ce projet repose sur l'activité d'un composé isolé de cette algue présente en abondance à Moorea sur la bactérie qui provoque la ténacibaculose chez un poisson

d'élevage polynésien en péril, le *Platax orbicularis*. Le projet ATAX, financé par la SATT AxLR (Société d'Accélération du Transfert de Technologies de la région Occitanie - 120 k€), a permis le dépôt d'un brevet en décembre 2020 sur l'utilisation de ce composé actif pour son activité antibactérienne. La procédure de demande de brevet est actuellement en cours, la publication devrait intervenir en juin 2022.

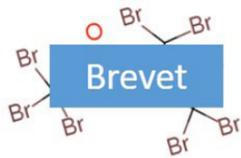
Il faut désormais faire les tests sur des poissons atteints de pathologies bactériennes pour savoir s'il y a un réel potentiel et une exploitation possible. Le Criobe pourrait être impliqué pour la suite du projet si une société (éventuellement, une société polynésienne) envisage de poursuivre sur des tests *in vivo*.

La Polynésie française a créé le programme « Recherche & Innovation : partenariat Public-Privé pour preuves de concept », et lancé l'appel à projet #RIP4, dont l'objectif est d'aider les lauréats à pousser un peu plus loin l'application de leurs études et prouver que leur idée peut être, à terme, porteuse d'emploi.

Il s'agissait pour le pays de sélectionner des projets « solides et susceptibles de pérenniser et/ ou de créer de l'emploi local », expliquait Tearii Alpha, ministre en charge de la Recherche, et impliquant conjointement des acteurs publics et privés. Des projets qui proposent une innovation et potentiellement un développement d'activité à terme. Mais qui n'ont pas encore de véritable prototype : les fonds débloqués, 96 millions de francs pacifiques auxquels s'ajoutent les 61 millions abondés par



Asparagopsis taxiformis



Tenacibaculum maritimum



Photo M. Reverter

Ténacibaculose du *Platax orbicularis*

les porteurs de projet, leur serviront à réaliser une « preuve de concept ». « Les projets devront tendre vers une solution ou un produit, procédé, service susceptible d'être rapidement valorisé » précise le gouvernement, qui a sélectionné six dossiers sur les sept reçus.

Le Criobe voit ses deux projets sélectionnés :

- « Développement d'une solution innovante de refroidissement des eaux récifales grâce au SWAC pour préserver les pépinières coralliennes face aux changements climatiques », mené conjointement avec les sociétés Odewa et Rovotik ;
- « Élevage durable de poissons-clowns juvéniles à partir d'oeufs sauvages pour restaurer le récif », mené conjointement avec la Coopérative des Aquaculteurs de Polynésie Française.



Autrefois abondant, le stock d'anguilles européennes (*Anguilla anguilla*) connaît un effondrement depuis les années 1980. Cette espèce est classée en danger critique d'extinction sur la liste rouge mondiale et française de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2014). Par suite, la Communauté Européenne a demandé à chaque Etat membre d'élaborer un plan de gestion sur cette espèce (Règlement CE 1100/2007 du 18 septembre 2007). Parmi les causes majeures du déclin de l'anguille européenne, les pathogènes sont difficiles à traiter et peuvent avoir des conséquences dramatiques sur le succès de la migration des anguilles européennes vers la mer des Sargasses, lieu unique de leur reproduction. C'est le cas principalement du parasite de la vessie gazeuse, le nématode *Anguillicola crassus*. En outre, des bactéries comme *E. tarda* et *Vibrio vulnificus*, qui présentent des souches résistantes aux traitements antibiotiques, provoquent régulièrement des pertes dans les élevages d'anguilles européennes. Le développement de préparations à base de végétaux en santé animale pour le traitement ou la prévention de certaines pathologies est une

stratégie de bio-contrôle en plein essor et représente une alternative éco-responsable à l'utilisation de la chimiothérapie. Dans ce contexte, le PROJET VAMPA propose la valorisation d'algues rouges du genre *Asparagopsis* considérées comme envahissantes en Méditerranée occidentale, mais qui présentent des propriétés immunostimulantes, et des activités antibactériennes et antiparasitaires, comme moyen de lutte potentiel contre certains pathogènes affectant l'anguille européenne présente dans les lagunes d'Occitanie. Cette étude permettra d'évaluer le potentiel des extraits d'algues testés comme traitement éco-responsable, sous la forme d'un complément alimentaire, contre des pathogènes et/ou comme stimulants de l'immunité lors de phases de stabulation et/ou de grossissement des anguilles européennes. De telles informations permettraient de favoriser leur survie et ainsi aider à la préservation de l'espèce. Les résultats pourraient par ailleurs initier des essais sur d'autres espèces de poissons à forte valeur commerciale.

Asparagopsis armata © Neto AIA

VAMPA

Contact
Nathalie Tapissier (UPVD)

#RIP4

Contacts
Serge Planes (CNRS)
Suzanne Mills (EPHE-PSL)



LES TEMPS FORTS 2020-2021



-  Les 50 ans du Criobe p.40
-  La visite présidentielle p.44
-  L'écomusée Te Fare Natura p.46
-  La barge scientifique p.48
-  Les récifs coralliens, bilan de leur état de santé p.50
-  Covid-19 - Effets d'une pandémie sur les récifs coralliens p.52

|| 11 février 2021
Journée internationale des femmes et des filles de science – le Criobe célèbre le parcours de 50 ans de femmes ayant travaillé au Criobe
|| 17 février 2021
Visite conjointe de la DRT Tea Frogier et du DTRT Jean-Christophe Auffray
|| 25 février 2021
Conférence JEUDIS DU SAVOIR par Laurent Ballesta / Criobe - Moorea
Voir p.75

|| 4 Mars 2021
Inauguration de la barge scientifique NOHU / Papetoai à Moorea
voir p.48

|| 22 mars 2021
Participation du Criobe à la Journée mondiale de l'eau / Bora Bora

voir ci-contre
|| 30 mars 2021
Atelier bouturage à l'école primaire de Maharepa / Moorea

|| 20 avril 2021
Le Criobe fait partie de l'exposition photographique « 1 Océan » d'Alexis Rosenfeld, organisée par l'UNESCO / Paris et Marseille voir ci-contre

|| 24 avril 2021
Les Kids reporter visitent les laboratoires / Criobe – Moorea
|| 27 avril 2021
Conférence de Laetitia Hédouin, CNRS, « Voyage au cœur du corail : entre étonnement et désespoir... » auprès de la FFESSM / Fare 'Ite Criobe – Moorea

|| 6 mai 2021
Conférence JEUDIS DU SAVOIR par Bernard Salvat, professeur émérite EPHE-PSL / Criobe – Moorea

|| 10 mai 2021
Installation du sentier des tryptiques, une exposition photographique grand public Criobe – Moorea

|| 10 juin 2021
Rencontre JEUDIS DU SAVOIR avec Eric Clua (EPHE-PSL), Olivier Pôté (directeur du Fare Natura) et Naumi Tapi (association Hotuarea Nui) Criobe – Moorea

|| 14 juin au 31 octobre 2021
Exposition de photos du Criobe UPVD / Perpignan >>



50 ans, ça se fête !
Les équipes du Criobe se sont mobilisées tout au long de cette année-anniversaire pour faire de l'événement une réussite. Ce sont ainsi une trentaine de rendez-vous que le Criobe a pris avec les organisations politiques, les partenaires privés et publics, les associations, le public et la jeunesse. Plusieurs conférences scientifiques et grand public ont accueilli plus de 400 personnes, des ateliers avec les scolaires ont été organisés, ainsi que la mise en place d'expositions à Perpignan, Paris et Moorea. Ainsi plusieurs clichés pris par le photographe Alexis Rosenfeld et figurant à l'exposition « 1 Océan », illustrent les activités scientifiques du Criobe. Cette exposition était organisée par la Commission océanographique intergouvernementale de l'Unesco en partenariat avec SNCF Gares & Connexions sur le parvis de la gare

de Lyon à Paris. Elle était ensuite présentée à la gare St Charles de Marseille pour le congrès mondial pour la Nature de l'UICN. De la mission de caractérisation des constructions récifales de Guyane à la pépinière de coraux de Moorea, en passant par l'épisode de blanchissement coralliens de 2019 en Polynésie française, voici quelques unes des images qui ont tenté de toucher les 80 000 voyageurs qui empruntent la gare de Lyon chaque jour! Ca a été également l'occasion de rencontrer des journalistes en herbe, avec l'accueil des Kid Reporters de Tahiti, souhaitant réaliser un reportage sur le changement climatique. Ils ont découvert les outils et les programmes permettant de faire de la recherche et en apprendre plus sur les récifs coralliens.

LA JOURNÉE MONDIALE DE L'EAU À BORA BORA

La Journée mondiale de l'eau, qui a lieu le 22 mars de chaque année depuis 1993, est une célébration des Nations Unies qui met l'accent sur l'importance de l'eau douce. Cette année, la Commune de Bora Bora, en partenariat avec la Polynésienne des eaux, le comité du tourisme de Bora Bora, Ia vai ma noa Bora Bora, le Criobe et la société Espace bleu, se sont inscrits dans cette démarche en organisant un événement ouvert au grand public avec plus de 450 visiteurs dont 300 enfants de 6 à 18 ans.

UN ÉVÉNEMENT LUDIQUE ET INTERACTIF

Le Maire de Bora Bora Gaston TONG SANG a ouvert la journée et accueilli les premiers visiteurs et les groupes scolaires, à 8 heures sur le chapiteau de la place Tuvavau. Tous se sont ensuite succédés jusqu'à 16 heures. Les trois écoles élémentaires se sont mobilisées pour dépêcher leurs classes de CM1 et CM2, ainsi que le lycée polyvalent Ihi tea no Vavau avec des classes allant de la 5ème à la Terminale. Si l'on se réfère aux Nations Unies, « la Journée mondiale de l'eau 2021 a pour thème la signification de l'eau pour les populations, sa véritable valeur et la manière dont



nous pouvons mieux protéger cette ressource vitale. La valeur de l'eau dépasse largement son prix : l'eau a une valeur incalculable et complexe que ce soit pour notre foyer, notre culture, notre santé, notre éducation, notre économie ou l'intégrité de notre environnement naturel. Si nous négligeons ne serait-ce que l'un de ces aspects, nous risquons de mal gérer cette ressource limitée qui est irremplaçable ». Dans ce contexte, le Criobe était présent pour rappeler l'importance du cycle de l'eau et l'impact des bassins versants sur les lagons, joyaux de l'île de Bora Bora.



L'exposition 1 Ocean à la gare de Lyon, Paris © CRIOBE



CYCLE DE CONFÉRENCES ET EXPOSITION À L'UNIVERSITÉ DE PERPIGNAN

Dans le cadre des 50 ans du Criobe, plusieurs événements ont été organisés au sein de l'UPVD : une exposition photographique de six mois, accompagnée d'un concours, un escape game et des conférences scientifiques. Plus de 40 photos retraçant l'histoire du Criobe, depuis 1971 à aujourd'hui, étaient exposées au premier étage de la bibliothèque universitaire. Des images pour

découvrir l'histoire du Criobe, 50 ans de recherche dans les récifs coralliens. Bernard Salvat, Fondateur du Criobe, a réalisé une conférence pour l'inauguration de cette exposition. Il a ensuite été suivi par sept de ses collègues qui ont organisé une matinée scientifique pendant laquelle chacun a présenté les dernières avancées des travaux de recherches menés au centre.

<<

|| 15 juin 2021
Projection Ciné-Débat, « DEEPHOPE, le dernier refuge » par Laetitia Hédouin (CNRS)
UPVD Perpignan

|| 17 juin 2021
Cycles de conférences scientifique
UPVD / Perpignan

|| 26 juillet 2021
Le Président du CNRS remet à Benoît Espiau le Cristal Collectif pour le Réseau National des Stations d'Ecologie Expérimentale (RÉNSEE) dont fait partie la station CORAIL du Criobe, Criobe – Moorea
voir p.83

|| **27 juillet 2021**
Visite du Président de la République française et du Président de la Polynésie française / Criobe – Moorea
voir p.44

|| 29 juillet 2021
Délégation CNRS, DTRT et DRT à la Présidence de la Polynésie française pour la signature de la convention CNRS-Pays en la présence du Président Fritch, du Ministre en charge de la recherche Tearii Alpha et du Président du CNRS / Tahiti

|| 30 juillet 2021
Visite de l'Assemblée de Polynésie française / Criobe – Moorea

|| 12 octobre 2021
Conférence par Lucien Montaggioni, chercheur au CEREGE
Criobe - Moorea

|| **20 octobre 2021**
Le Criobe au Palais du Luxembourg / Paris
voir ci-contre

|| 26 octobre 2021
Visite de la commission des Ressources Marines de l'Assemblée de la Polynésie française
Criobe – Moorea

|| 30 octobre 2021
Stand « les monstres marins » pour la célébration d'Halloween
Écomusée Te Fare Natura / Moorea

|| 9 novembre 2021
Conférence par Lucien Montaggioni, chercheur au CEREGE
Criobe – Moorea

|| 10 novembre 2021
Inauguration de la Fête de la Science, Laetitia Hédouin (CNRS) est l'ambassadrice de l'édition 2021
Tahiti voir p.72 >>



Pour cette année 2021 particulière, le Criobe a cherché également à avoir un impact fort auprès des pouvoirs publics. Ainsi quand l'occasion s'est présentée d'accueillir le Président de la République française ainsi que le Président de la Polynésie française en juillet 2021, tout a été mis en oeuvre pour faire de cette rencontre un moment important à la hauteur des enjeux environnementaux sur lesquels la recherche du Criobe engage ses travaux. En octobre, c'est l'organisation d'une table ronde au Palais du Luxembourg qui a mobilisé les chercheurs du centre (voir ci-contre). Enfin en décembre, un événement majeur : l'anniversaire à Moorea, son lieu de naissance. Son fondateur le Prof. Bernard Salvat a introduit la cérémonie après une bénédiction du maire de Papetoai. Les 150 convives du Criobe ont pu se retrouver autour d'un repas après un spectacle de danse traditionnelle.

Les 50 ans à Moorea © CRIOBE



Dans la salle Médicis, au Palais du Luxembourg © CRIOBE

LE 20 OCTOBRE 2021, AU PALAIS DU LUXEMBOURG

Avec le parrainage conjoint de Lana Tetuanui, sénatrice de Polynésie française, et Pierre Ouzoulias, Sénateur des Hauts-de-Seine, le Criobe a fêté son cinquantième anniversaire au siège du Sénat.

Deux heures durant, la salle Médicis a accueilli une table ronde organisée sous l'impulsion du ministre Tearii Alpha, avec l'appui du sénateur Tera Rohfritch et de la députée Maina Sage. Cette rencontre portait sur les enjeux et actions pour les récifs coralliens de demain, l'une des thématiques clés du Criobe. Il est nécessaire de passer de la science à l'action pour réduire l'impact du changement climatique et augmenter la capacité d'adaptation des écosystèmes et des populations à ces bouleversements. Avec sa recherche d'excellence développée depuis des dizaines d'années dans les territoires d'Outre-Mer, la France est en pointe sur certaines approches et doit jouer un rôle international important pour mettre en place des solutions. L'objectif de cette table ronde était de discuter des solutions à mettre en oeuvre pour sauvegarder les récifs coralliens. Celles-ci doivent être issues d'un dialogue entre disciplines scientifiques et politiques locales, et impliquent aussi bien la conservation de la biodiversité, des innovations technologiques, de nouveaux modes de gouvernance, que de la coopération internationale.

<<

|| 11 novembre 2021
Conférence JEUDIS DU SAVOIR par Alexandre Fellous, post-doctorant
EPHE-PSL / Criobe – Moorea

|| 19 novembre 2021
Cycle de conférences Fête de la Science au Fare 'Ite
Criobe – Moorea

|| 20 novembre 2021
Fête de la Science
« l'émotion de la découverte »
stands sur le sentier des tryptiques
Criobe – Moorea

|| 6 décembre 2021
Mise en ligne du film des 50 ans

|| **7 décembre 2021**
Célébration officielle des 50 ans
Criobe / Moorea
voir ci-contre

|| 9 décembre 2021
Conférence JEUDIS DU SAVOIR par Suzanne Mills, maître de conférences
EPHE-PSL / Criobe – Moorea

|| 15 décembre 2021
Sortie du livre anniversaire
« Étonnants récifs » CNRS Éditions,
coordonné par Laetitia Hédouin,
chargée de recherche CNRS au Criobe
voir p.76

LA VISITE PRÉSIDENTIELLE



©Présidence de la République

DES ATELIERS POUR PRÉSENTER L'ACTUALITÉ DE LA RECHERCHE SUR LES RÉCIFS CORALLIENS AU CRIOBE

Divers autres ateliers scientifiques avaient lieu tout au long de la visite afin de permettre à l'ensemble de la délégation de découvrir les recherches menées au Criobe. Quatre thématiques ont été privilégiées :

1. L'écologie des systèmes coralliens
Alexandre Fellous, chercheur post-doctorant EPHE, a présenté ses travaux en épigénétique, un domaine en développement qui contribue à améliorer nos connaissances sur la dynamique des récifs coralliens
2. Les requins et la gestion du risque
Yannick Chancerelle, ingénieur d'études EPHE-PSL, expliquait les travaux de suivi des nurseries de requins autour de l'île de Moorea.
3. Le Rahui et l'évolution des aires marines protégées
Tamatoa Bambridge, chercheur CNRS, a présenté son équipe et les travaux au sein du Rahui Center.
4. Les rôles des Holothuries (concombres de mer) dans l'écosystème.
Guillaume Caulier, assitant recherche de l'université de Mons, a informé les participants de l'importance des rori dans l'écosystème corallien, véritables nettoyeurs du lagon.

Ensuite une photo de groupe a été prise avec toute l'équipe du Criobe. Et enfin le dernier volet de cette visite a été le transfert de la connaissance fondamentale vers le grand public, illustré par la séquence au Fare Natura, l'écomusée issu du Criobe sous l'impulsion de Serge Planes, que le président Emmanuel Macron a inauguré.

Voir page suivante

Deux jours après cette visite, Édouard Fritch et Antoine Petit signaient la première convention-cadre entre le CNRS et la Polynésie française.



©G. Siu / CRIOBE



Le 27 juillet 2021, le Criobe a reçu Emmanuel Macron, Président de la République française, et sa délégation, parmi laquelle se trouvaient le ministre des Outremer Sébastien Lecornu, le Président de la Polynésie française Édouard Fritch et son vice-président, Tearii Alpha, aussi ministre en charge de la recherche, le Président de l'Assemblée territoriale Gaston Tong Sang, le sénateur Teva Rohfritsch, la députée Maina Sage et le maire de Moorea Evans Haumani. Étaient également présents Antoine Petit, président-directeur général du CNRS, et Jean-Michel Verdier, président de l'EPHE-PSL. Durant la visite, la chercheuse Laetitia Hédouin (CNRS) a présenté des études sur le corail, les impacts du changement climatique, le transfert de la connaissance scientifique vers des solutions pour la résilience et la préservation des récifs coralliens et les services qu'ils rendent en termes d'alimentation, tourisme et protection. De son côté, le chercheur Serge

Planes (CNRS) a exposé le volet transfert vers les décideurs avec les études sur la physiologie des requins et la gestion du risque lié à cet animal dans les différents outremer et à la Réunion notamment. Il a également mis en avant le transfert des connaissances scientifiques vers le monde économique et l'entrepreneuriat, à l'appui du programme POLYCONe – en partenariat avec l'entrepreneuriat polynésien – pour l'exploitation raisonnée du venin des cônes de mer pour l'industrie pharmaceutique.



©J. Rey / DdT

Le Criobe est une structure très intéressante. C'est un outil qui a permis de mettre la recherche, le Pays et les partenaires privés en concert sur l'environnement marin.

Emmanuel Macron
Président de la République française
Propos recueillis par la Dépêche de Tahiti



L'ÉCOMUSÉE - TE FARE NATURA

Inauguration de l'écomusée en présence du Président de la République française et du Président de la Polynésie française ©Présidence de la République

Né en 2012 d'une idée originelle des scientifiques du Criobe, le Fare Natura a pour objectif de vulgariser et transférer au grand public des connaissances scientifiques et culturelles sur le milieu naturel polynésien. Situé à l'entrée de la baie de 'Opunohu, le Fare Natura se positionne comme la vitrine de la richesse de la culture et de la biodiversité polynésienne, en se basant sur des travaux scientifiques relevant de la biologie, la géologie, l'anthropologie et l'écologie.

UN OUTIL DE DÉVELOPPEMENT DU PAYS SOUTENU PAR L'ÉTAT
 Piloté par le Ministère du Tourisme, les travaux du Fare Natura ont débuté en 2018 pour une inauguration en présence du Président de la République française, Emmanuel Macron et du Président du Pays, Edouard Fritch le 27 juillet 2021. Son architecture a été imaginée par Jacques et Sophie Rougerie, lauréats du concours international lancé à cette occasion. Outil du Gouvernement de la Polynésie soutenu par l'Etat, l'écomusée est

le fruit d'un contrat particulier : le bâtiment, appartenant au Pays, accueille en son sein l'équipe chargée de la gestion de l'écomusée sous la tutelle de l'École Pratique des Hautes Etudes. Le financement du projet est assuré en quasi-totalité par le contrat de projet État/Pays, outil essentiel d'actions concertées au service du Pays. Une partie de la scénographie a été prise en charge directement par l'EPHE-PSL avec le soutien de mécènes privés polynésiens, notamment les 4 aquariums écotypiques ainsi que l'expérience de réalité virtuelle. Le Fare Natura a par ailleurs bénéficié d'une dotation de mise en exploitation également financée par le contrat de projet État/Pays.

SCIENCE, CULTURE ET ART POUR MIEUX COMPRENDRE L'ÉCOSYSTÈME POLYNÉSIEN
 L'Art, la Culture, la Science convergeront vers un seul et unique but : valoriser les sciences sous toutes leurs formes en créant des ponts entre la culture polynésienne, basée sur l'observation et l'expérience

et l'approche scientifique occidentale, basée sur la démonstration et l'explication des phénomènes naturels. La volonté, à travers cet écomusée, est de laisser libre court à la sensibilité du public, des guides et des médiateurs ; l'objectif étant d'offrir une découverte de la nature polynésienne par une multiplicité des regards et des supports d'apprentissage.

Tiki à l'accueil de l'écomusée © Écomusée - Te Fare Natura



COMPRENDRE, PRESERVER, TRANSMETTRE
 L'École Pratique des Hautes Etudes (EPHE-PSL), gestionnaire du Fare Natura, assure avec le musée son rôle de formation et d'expérimentation. Soucieux de l'insertion professionnelle des jeunes de Papetoai, l'écomusée accueillera une trentaine d'habitants issus des quartiers prioritaires pour les former aux métiers de l'écotourisme afin de promouvoir au mieux le patrimoine naturel et culturel polynésien. L'EPHE-PSL est un établissement-composante de l'Université Paris Sciences et Lettres, établissement d'enseignement supérieur et de



recherches. Le Fare Natura facilitera également l'accessibilité des diplômés de masters et de doctorats EPHE-PSL aux jeunes étudiant.es de Polynésie.



Détails de quelques-uns des espaces d'exposition de l'écomusée © Écomusée - Te Fare Natura

UNE HISTOIRE GÉOLOGIQUE

LE NATURASCOPE

FENUA 360

LE VOYAGE TERRESTRE

LES TAMBOURS

AU COEUR DU CORAIL

LA BARGE SCIENTIFIQUE

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE LA BARGE

- Longueur coque : 11,95 m
- Largeur hors tout : 5,7 m
- Tirant d'eau coque lège : 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 10m³/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 3mx1.2m
- 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



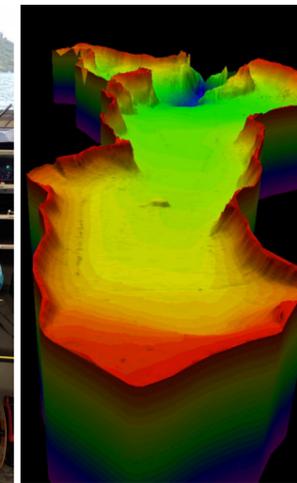
Une nouvelle plateforme de recherche *in situ*, dotée de technologies de pointe offertes par la Station d'Écologie Expérimentale CORAIL, est sortie des ateliers NSI-Tahiti en 2021. Cette plateforme consiste en une barge modifiée qui peut être temporairement positionnée au sein du récif corallien et déployée dans le cadre d'un projet nécessitant de l'expérimentation directement sur place.

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 pourra 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.



ALEXANDRE MERCIÈRE, INGÉNIEUR D'ÉTUDES EPHE-PSL EN CHARGE DE LA BARGE SCIENTIFIQUE DU CRIOBE.

Diplômé d'un Master en Géoscience et Environnement Aquatique en 2013 et titulaire du Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie (CAH) classe IIB en 2014, sa formation lui a permis d'acquérir les connaissances théoriques et les différentes techniques utilisées dans les domaines de l'écologie et la biologie marine. Depuis, il travaille avec différents instituts CNRS-UPVD-EPHE-PSL en tant qu'ingénieur d'études qui

lui permettent d'apporter aussi bien son expérience en gestion de projet, que sur le terrain ou en traitement et restitution des données. Il participe à plusieurs programmes de recherche nécessitant des connaissances en écologie, techniques de marquage, de capture, d'identification et d'élevage des poissons, SIG ou imagerie 3D. Il développe l'aspect communication avec la création de vidéos et prise d'images aériennes et sous-marines sur les différents programmes. Il a en charge l'entretien et l'utilisation quotidienne de la barge NOHU-CRIOBE.

PORTRAIT



LES RÉCIFS CORALLIENS, BILAN DE LEUR ÉTAT DE SANTÉ



Par Serge Planes

Les récifs coralliens du monde entier sont soumis à un stress permanent induit par le réchauffement de la planète lié au changement climatique. Ils subissent également des pressions locales telles que la surpêche, un développement côtier non durable et une baisse de la qualité de l'eau. Une perte irréversible des récifs coralliens serait catastrophique ! Bien que les récifs ne couvrent que 0,2 % du plancher océanique, ils abritent au moins 25% de l'ensemble des espèces marines, constituent un habitat crucial et une source de protéines fondamentale, et peuvent fournir des médicaments vitaux. Il est estimé que des centaines de millions de personnes dans le monde dépendent de ces écosystèmes pour manger, travailler ou se protéger (des tempêtes ou de l'érosion par exemple).

Deux rapports, auxquels le Criobe a grandement contribué, sont récemment parus, offrant le panorama scientifique le plus précis sur l'état de santé des récifs coralliens à ce jour. Le rapport du GCRMN fait le point sur les dégâts que provoque la hausse des températures sur les récifs

coralliens du monde entier. Le constat : disparition d'environ 14 % des coraux dans le monde depuis 2009 ! Cependant, ce rapport montre également que de nombreux récifs coralliens demeurent résilients. Ils peuvent se reconstituer si les conditions le permettent, ce qui donne de l'espoir pour l'avenir de ces écosystèmes.

Le bilan IFRECOR 2020, fruit d'un travail collectif avec tous les outre-mer coralliens, montre, quant à lui, que l'état de santé des récifs coralliens, des herbiers et des mangroves dans l'Outre-Mer français est contrasté : 70% sont plutôt préservés dans les territoires étendus, à faible démographie ou inhabités (Pacifique et les îles Éparses), tandis que 62 % sont plutôt dégradés dans les territoires réduits, très anthropisés (Antilles françaises).

Cette sixième édition du rapport GCRMN Status of Coral Reefs of the World est la première depuis 2008, et la première basée sur l'analyse quantitative d'un ensemble de données mondiales compilées à partir de données de surveillance brutes fournies par plus de 300 membres du réseau. L'ensemble de données mondiales s'étendait sur plus de 40 ans, de 1978 à 2019, et comprenait près de 2 millions d'observations provenant de plus de 12 000 sites dans 73 pays abritant des récifs dans le monde.



<https://gcrmn.net/2020-report/>



Le Réseau mondial de surveillance des récifs coralliens (GCRMN) a été créé par l'Initiative internationale pour les récifs coralliens (ICRI) en 1995, avec pour mission première de rendre compte de l'état des récifs coralliens du monde dans le cadre de l'élaboration de « l'Appel à l'action » de l'ICRI. Le GCRMN est un réseau mondial de scientifiques, de gestionnaires et d'organisations qui surveillent la condition des récifs coralliens dans le monde entier, organisés en 10 noeuds régionaux, dont la coordination est assurée par un coordinateur régional ou par une organisation de coordination. Depuis 1995, le GCRMN a produit une série de rapports mondiaux, régionaux et thématiques sur l'état et les tendances des récifs coralliens.



Créée en 1999, l'Initiative Française pour les Récifs Coralliens agit pour la protection et la gestion durable des récifs coralliens et des écosystèmes associés (mangroves, herbiers) dans les collectivités françaises d'outre-mer. Pour répondre à cet objectif, le comité national met en œuvre un programme d'actions sur 5 ans. Il s'articule autour de plans d'actions locaux établis par chaque collectivité et d'actions transversales portant sur des thèmes intéressants l'ensemble des collectivités d'outre-mer.

Avec 10 % des récifs mondiaux, la France a une grande responsabilité dans la protection de ces écosystèmes. Elle s'est engagée à protéger 100% des récifs coralliens d'ici 2025. Elle s'appuie pour ce faire sur un bilan de l'état de santé des récifs coralliens et des écosystèmes associés réalisé tous les cinq ans par l'IFRECOR.



<https://ifrecor.fr/>

PORTRAIT



JÉRÉMY WICQUART, ÉTUDIANT EN THÈSE AVEC SERGE PLANES, CO-AUTEUR DES RAPPORTS.

Après un master « Océanographie et Environnements Marins » réalisé à la Sorbonne, j'ai débuté ma thèse sous la direction de Serge Planes. Une première partie de ce travail a consisté à homogénéiser différents jeux de données de monitoring benthique corallien, partagés par des centaines de contributeurs, en une seule base de données standardisée. Cette dernière a ensuite été utilisée dans le cadre du rapport Global Coral Reef Monitoring

Network (GCRMN) 2020 pour décrire l'évolution de la couverture corallienne et algale, à l'échelle mondiale, au cours des 40 dernières années. Par la suite cette base de données a également permis de décrire l'évolution des programmes de monitoring depuis 1980, en termes de distribution spatio-temporelle, de méthodes et de personnes impliquées. Enfin, ces données seront utilisées pour estimer la résilience de la couverture corallienne à trois types de perturbations, à savoir les vagues de chaleurs marines, les cyclones et les étoiles de mer Acanthaster.

COVID-19 : EFFETS D'UNE PANDÉMIE SUR LES RÉCIFS CORALLIENS



Fréquentation du Petit Cul-de-Sac Marin en Guadeloupe © F. Bertucci

UNE PAUSE DANS LES ACTIVITÉS DE LA MARINA DE POINTE-À-PITRE (GUADELOUPE) PERMET À LA VIE MARINE DE BAISSER D'UN TON

En avril 2020, près de la moitié de la population mondiale subissait une forme de confinement et était priée de rester chez elle par leurs gouvernements. Cela a conduit à une réduction importante des activités humaines dans les espaces publics, les villes et les lieux touristiques. Si avec cette diminution des déplacements, les niveaux de pollution de l'air ont diminué et les émissions quotidiennes de CO₂ ont chuté par rapport aux niveaux moyens de 2019, d'autres sources de pollution, telles que les nuisances sonores générées par les activités humaines, ont également été impactées et les témoignages rapportant l'observation d'animaux sauvages près des villes ou encore des chants d'oiseaux bien plus audibles que d'ordinaire ont très vite afflué.

Cet épisode inédit a donc été une opportunité pour les scientifiques d'accroître leurs connaissances. En particulier grâce à des enregistrements sonores afin de

comparer les niveaux sonores et l'activité vocale des animaux, avant, pendant et après le confinement. Non seulement dans le milieu aérien mais aussi dans le milieu sous-marin. En disposant des hydrophones dans un chenal habituellement fréquenté par de nombreux bateaux de plaisance près de Pointe-à-Pitre, des chercheurs du laboratoire de Biologie des Organismes et des Ecosystèmes Aquatiques (BOREA), du Criobe et du laboratoire de Morphologie Fonctionnelle et Evolutive de l'Université de Liège ont montré que la diminution du nombre de bateaux détectés durant le premier confinement avait conduit à une baisse de 6 décibels de l'intensité du bruit ambiant enregistré durant la journée (lorsque les activités humaines sont ordinairement les plus fortes) en comparaison des niveaux enregistrés lorsque les activités ont repris au mois de mai.

Les scientifiques se sont également intéressés aux sons produits par les poissons présents dans le chenal. Deux principaux types de sons, dont le nombre augmentait en début de soirée, ont été détectés durant et après le confinement. Mais alors que l'on se serait attendu à détecter plus

de vocalisations en réponse au bruit plus faible, il est apparu que moins de sons étaient produits durant le confinement qu'après la reprise des activités humaines. Suggérant que les environnements avec moins de pollution sonore peuvent permettre de réduire le nombre de signaux nécessaires aux poissons pour communiquer, les sons pouvant atteindre plus facilement les individus récepteurs, augmentant ainsi l'efficacité de la communication. Ces résultats illustrent à quelle vitesse la pollution sonore anthropique peut être réduite en milieu marin lorsque l'activité est restreinte. Une telle étude peut ainsi persuader les décideurs d'évaluer les impacts du bruit associé aux activités humaines dans les environnements côtiers anthropisés et considérer l'atténuation du bruit dans la planification et la gestion de ces zones.

Contact
David Lecchini (EPHE-PSL)

Bertucci et al. (2021) Changes to an urban marina soundscape associated with Covid-19 Lockdown in Guadeloupe". Environmental Pollution 289: 117898.

LE GUIDE AMP: UN CADRE POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS MONDIAUX POUR L'OCÉAN

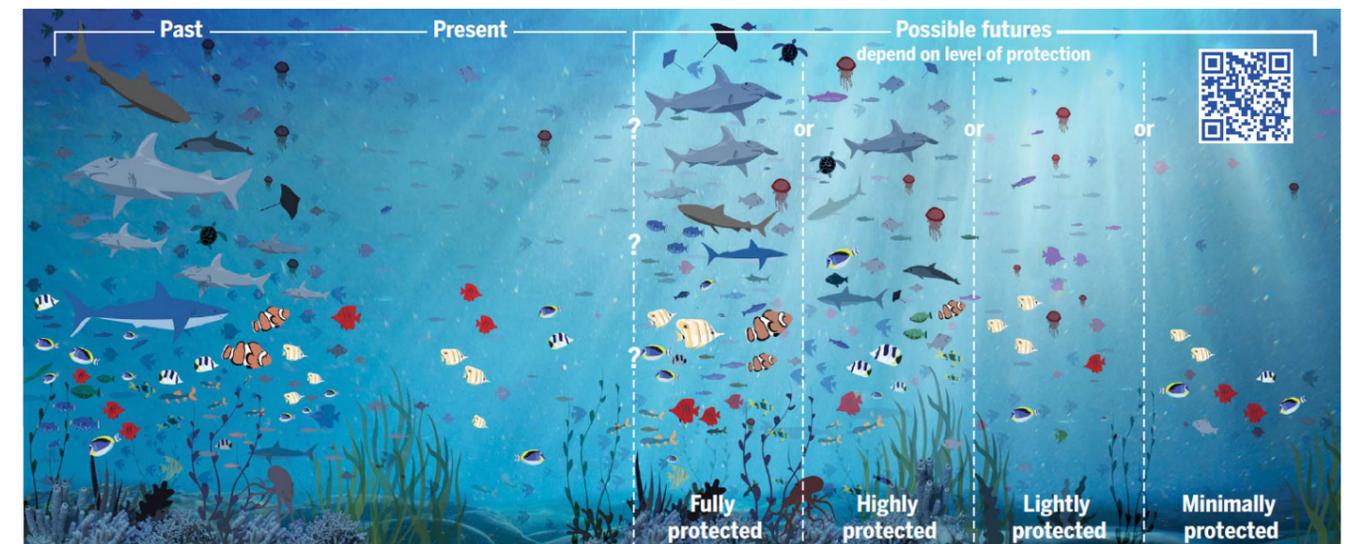
Il existe une certaine confusion quant à la définition de la «protection» et les résultats probables des Aires Marines Protégées (AMP). Cela est dû au fait que toutes les AMP ne sont pas identiques. Elles vont de la protection totale à la protection minimale, parfois existent seulement sur le papier, pas dans la pratique. Les résultats divergents compréhensibles peuvent conduire à des controverses sur l'efficacité, miner la confiance dans les AMP et mettre en péril les objectifs de conservation, notamment ceux de la Convention sur la diversité biologique et du développement durable des Nations unies (ONU). Les chercheurs proposent ici un nouveau cadre scientifique, pertinent pour les politiques - le Guide AMP- pour catégoriser, évaluer et planifier les AMP. Ce Guide MPA permet la planification, la conception et l'évaluation des AMP en éclairant les décisions sur les priorités scientifiques, sociétales et politiques et facilite l'évaluation des progrès réalisés par rapport aux objectifs de conservation internationaux. Le guide attire l'attention sur la qualité, et pas seulement la quantité, des AMP. Il indique les zones entièrement ou hautement protégées

comme ayant la plus grande probabilité d'obtenir des écosystèmes diversifiés et sains, une fois que l'AMP est mise en œuvre ou gérée activement, si les conditions favorables sont en place. Enfin, les scientifiques identifient également les priorités de recherche, notamment l'examen de l'efficacité des AMP à travers des niveaux de protection pour l'atténuation et l'adaptation au climat, le changement social et la planification globale de l'espace marin. Les objectifs internationaux existants soulignent le rôle clé des AMP dans la conservation de la biodiversité et le soutien à une économie océanique durable - l'économie bleue. L'atteinte de ces objectifs est devenue encore plus importante en raison des menaces croissantes pour la biodiversité des océans et le fonctionnement des écosystèmes et des impacts disproportionnés de la pandémie de COVID-19 sur les communautés côtières.



<https://mpa-guide.protectedplanet.net/>

Contact
Joachim Claudet (CNRS)



Gorud-Colvert et al. (2021) The MPA Guide: A framework to achieve global goals for the ocean Science 373, eabfo861.

LES INFRASTRUCTURES



Les sites p.56



Les fonctions d'appui p.58

2410

M² DE TERRAIN
DÉDIÉS À LA
RECHERCHE

HÉBERGEMENT
SUR SITE

32

37

M³
D'AQUARIUMS

BATEAUX

6

LABORATOIRES

6

30

BLOCS DE
PLONGÉES

AUDITORIUM

1

SONDES DE
SUIVIS

36



LES SITES

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.

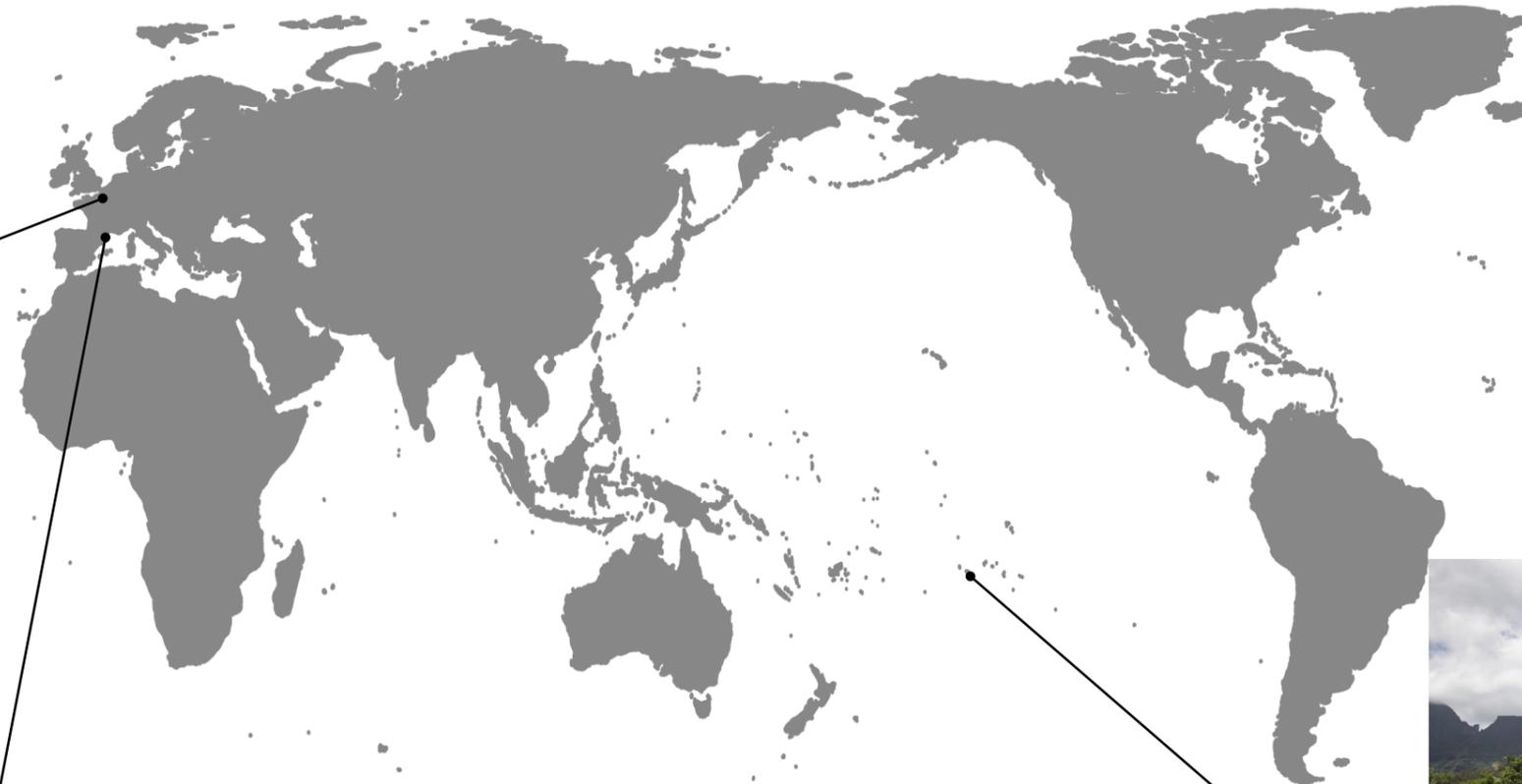
Le Criobe dispose également d'un bureau à la Maison des Océans à Paris, en France métropolitaine.



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 et le LabEx CORAIL, la Fondation Prince Albert II de Monaco, la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité, la Plateforme Océan-Climat, la Méditerranéen Science Commission, Pew Trusts, 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.



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 RENSEE.



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 1500m² de bureaux et laboratoires répartis dans 4 bâtiments.





LES FONCTIONS D'APPUI



LA STATION D'ÉCOLOGIE EXPÉRIMENTALE (SEE) À MOOREA

En Polynésie française, la SEE accueille des chercheurs et étudiants 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 plus récente des 5 stations de recherche du réseau RENSEE 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 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, du petit au très grand (amphithéâtre de 128 places).

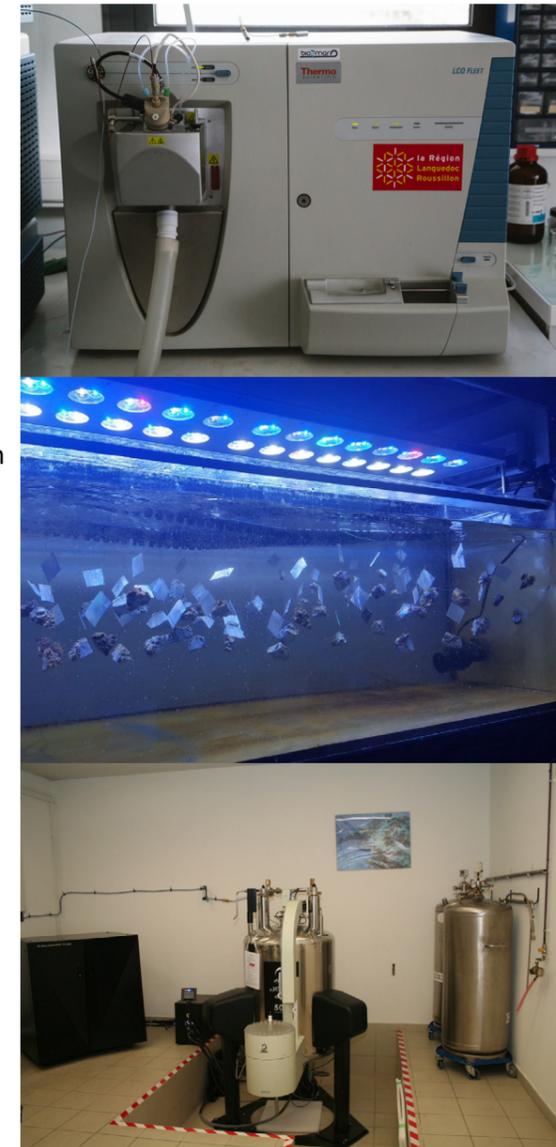
“ La SEE accueille en moyenne 150 personnes par an, dont un quart de scientifiques internationaux de plus de 15 nationalités différentes.

Annaïg Le Guen, directrice

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 :

- 1 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.
- 2 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.
- 3 Le plateau « Métabolites Secondaires, Xénobiotiques et Métabolomique » (MSXM), de la plateforme de biotechnologies marines Bio2Mar.
- 4 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 FRENCH POLYNESIA FISH BARCODING DATABASE



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 oxydase subunit 1 (COI). 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 COI.

Contact

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



LE PLATEAU MSXM

MÉTABOLITES SECONDAIRES, XÉNOBIOTIQUES ET MÉTABOLOMIQUE

Ce plateau 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, créée en 2010, offre aux chercheur.es 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, et 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, en cohérence avec la politique scientifique globale de Bio2Mar et de l'UPVD souhaite garder un niveau technologique suffisant et nécessaire pour répondre au mieux aux besoins actuels et futurs de la recherche, de la formation et aux différents projets collaboratifs publics et/ou privés, l'objectif étant de devenir un pôle d'excellence régional et national en métabolomique appliquée aux environnements marins. Le plateau MSXM est déjà 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.



Contacts

Isabelle Bonnard (UPVD)
Bernard Banaigs (UPVD)
Delphine Raviglione (UPVD)
<http://bio2mar.obs-banyuls.fr/>



Avec l'accueil du plateau MSXM au sein de la Fédération de Recherche Energie et Environnement (FREE, voir également p.66) de l'UPVD, une ouverture aux autres plateaux de l'université et aux autres unités de recherche est de fait mise en place. Le Criobe développe par exemple actuellement le projet GIGANTIMIC avec le laboratoire

« Interactions hôtes pathogènes Environnements » (IHPE), qui consiste à identifier et caractériser les molécules à activités antimicrobiennes pour une application à l'élevage de l'huître creuse *Crassostrea gigas*.



LE SERVICE NATIONAL D'OBSERVATION CORAIL

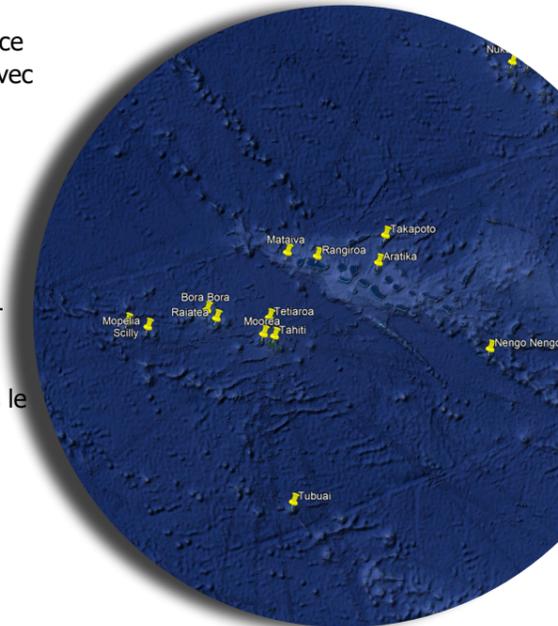
Le **SNO CORAIL**, implanté sur le campus de Moorea, est un service labellisé par le CNRS-INSU et intégré dans le réseau national des SNO dédiés à l'observation des océans. SNO CORAIL est doté de nombreuses sondes d'enregistrement des paramètres physico-chimiques du milieu, couplées à des suivis biologiques. 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. Toutes ces données sont mises à disposition de la communauté scientifique sur une plateforme interactive en ligne. Dans ce cadre, le CRILOBE est devenu le premier observatoire pour la surveillance des

réécifs coralliens. La labellisation du SNO CORAIL par l'INSU a été renouvelée en 2019 pour 5 ans traduisant ainsi tout l'attachement de l'INSU aux observations collectées dans le Pacifique. Le SNO CORAIL s'inscrit pleinement dans le périmètre de l'infrastructure de recherche ILICO (voir p.66) 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 (voir p.66) 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.



Contact

Serge Planes (CNRS)
<http://observatoire.criobe.pf>



SUIVI À LONG TERME DE L'ÉVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ DES RÉCIFS CORALLIENS À PARTIR D'ADN ENVIRONNEMENTAL



Pour évaluer l'impact des politiques environnementales et documenter la crise actuelle de la biodiversité, il est nécessaire de disposer d'outils de diagnostic et de surveillance performants et peu onéreux permettant d'obtenir des données chiffrées qui évaluent les tendances dans le temps. L'indicateur central en terme de biodiversité, c'est le nombre d'espèces qui renseigne sur la complexité du milieu et à laquelle on ajoute généralement l'abondance de chaque espèce. Le développement récent des outils de bio évaluation environnementale basés sur l'analyse de l'ADN (Meta-barcoding) permettent de dépasser les limites de l'identification morphologique des groupes morphologiques, méthode majoritairement en place dans les suivis des Récifs coralliens actuellement. L'ADN environnemental (ADNe) consiste à analyser des

traces d'ADN présentes dans l'environnement. A partir d'un simple prélèvement d'eau, il est possible d'isoler en laboratoire ces traces d'ADN et de révéler l'ensemble de la biodiversité du site étudié.

Le Criobe, à travers le SNO CORAIL, et le GENOSCOPE collabore afin de définir et de proposer un standard d'évaluation de la biodiversité des écosystèmes coralliens, en les positionnant à terme comme référents au regard de la communauté scientifique. Les approches fondées sur l'ADNe permettent d'effectuer un échantillonnage non invasif, de couvrir un large éventail taxonomique et offrent une sensibilité élevée ainsi que des possibilités d'automatisation.

LES STRUCTURES FÉDÉRATIVES ET RÉSEAUX

 Les structures fédératives p.64
 Les réseaux p.66

2
STRUCTURES
FÉDÉRATIVES

RÉSEAUX
INTERNATIONAUX
8

1
LABORATOIRE
D'EXCELLENCE

DES CHERCHEUR.ES
SUR LES RÉCIFS
PRÉSENT.ES DANS
LE LABEX
80%

CONSORTIUM
EN POLYNÉSIE
1

PUBLICATIONS
SCIENTIFIQUES
moyenne/an
170

1
BILAN MONDIAL
de la santé des récifs

OPEN
SCIENCE
100%



LES STRUCTURES FÉDÉRATIVES

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 chercheur.es 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 concerné, 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.

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.



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)
<https://www.labex-corail.fr/>

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 (voir page 59) 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.



Institut des Récifs Coralliens du Pacifique
 Institute for Pacific Coral Reefs
 École Pratique des Hautes Études

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



EXEMPLE D'ACTION INCITATIVE DU LABEX CORAIL

La concentration en diméthylsulfoniopropionate (DMSP) dans les coraux et les bécitiers varie selon les associations des espèces qui les entourent.

Dans un article récemment publié dans la revue *Scientific reports*, de nouvelles recherches, menées au sein des unités CRIOBE et ENTROPIE et dans le cadre de l'action incitative SYNTAX financée par le LabEx CORAIL, mettent en évidence l'effet des assemblages benthiques sur le métabolisme du soufre chez deux espèces de coraux et chez le bécitier *Tridacna maxima*.

Pour mieux comprendre comment les assemblages d'espèces benthiques influencent leurs aptitudes et métabolismes respectifs, les scientifiques ont créé des assemblages artificiels composés d'une, deux ou trois espèces benthiques en utilisant deux espèces de coraux et une espèce de bécitier et ont notamment mesuré les concentrations de DMSP dans chacune des espèces présentes en utilisant la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire (RMN). Le DMSP, produit en grande quantité dans les récifs coralliens, est un composé clé qui joue un rôle central dans le cycle du soufre marin et dans la régulation du climat en tant que précurseur majeur du composé volatil DMS. Les résultats de cette étude ont montré que la concentration de DMSP chez le corail *A. cytherea* et le bécitier est modulée par la complexité des assemblages

d'espèces.

Bien que le DMSP ait été trouvé dans des organismes terrestres et marins, seules quelques espèces sont capables de le produire, parmi lesquelles des algues marines telles que des dinoflagellés, des bactéries et des espèces de coraux. Pour déterminer si les bécitiers pouvaient également contribuer à la production de DMSP, l'équipe a analysé des transcriptomes de bécitier pour y déceler des enzymes impliquées dans cette biosynthèse. Cette recherche a révélé l'existence dans le génome du bécitier de gènes homologues impliqués dans la production du DMSP.

Dans leur ensemble, les résultats suggèrent que le métabolisme du soufre est modulé par les espèces avoisinantes, modifiant ainsi la concentration de DMSP dans les holobiontes étudiés. Les résultats de cette étude offrent de nouvelles perspectives pour les futures recherches à grande échelle sur le cycle du soufre.

Avec les collaborations du Cawthron Institute, de l'unité EIO et de l'Institut Lavoisier de l'Université Paris-Saclay UVSQ.

Contact
 Isabelle Bonnard (UPVD)

LES 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).
Le GCRMN travaille à améliorer la gestion et la conservation des écosystèmes coralliens en fournissant des guides, des équipements, des bases de données, en proposant des formations et il aide à trouver des financements pour la surveillance des récifs.

Serge Planes y représente le Criobe au travers du SNO CORAIL.

Des écosystèmes alpins aux écosystèmes coralliens, 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. L'objectif est de proposer des scénarios de conservation et de gestion des ressources naturelles en relation avec l'évolution des besoins des sociétés humaines.

Annaïg Le Guen, directrice du Criobe, anime le RENSEE depuis la Polynésie.



Créée en 2016, 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. Ainsi, l'IR ILICO regroupe un ensemble de dispositifs d'observation permettant de collecter des échantillons et de déployer différents instruments de mesure en fédérant 8 services d'observation, dit «réseaux élémentaires» que sont : COAST HF, CORAIL, DYNALIT, MOOSE, PHYTOBS, ReefTemps, SOMLIT et SONEL. La réalisation de suivis à long terme permet également de faciliter la compréhension et l'anticipation de certains processus et phénomènes à grandes échelles qui peuvent impacter les zones côtières et littorales (quantification de l'impact de certains événements extrêmes ou intermittents tels que les tsunamis ou les cyclones).

Le SNO CORAIL s'inscrit dans le périmètre de l'infrastructure de recherche ILICO.

Le consortium RESIPOL (Recherche enseignement supérieur innovation pour la Polynésie) est mis en place dans un cadre national (Loi n°2013-660 relative à l'Enseignement supérieur et à la recherche du 22 juillet 2013) visant la mise en place d'une organisation territoriale coordonnée autour d'un projet partagé défini d'un commun accord par les établissements de l'État et du Pays (UPF, IFREMER, CNRS, IRD, Institut Louis Malardé) et des partenaires de l'Université de Berkeley, afin de soutenir le développement de la Polynésie française par la connaissance, la formation et l'innovation.

Annaïg Le Guen, directrice du Criobe, et Eric Clua, directeur d'études, représentent respectivement le CNRS et l'EPHE-PSL dans ce consortium.



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.
Les grandes thématiques : l'étude de la dynamique /santé des écosystèmes et de la biodiversité face aux changements globaux, la mise en oeuvre de procédés innovants et des énergies renouvelables pour les préserver et assurer un développement durable de nos sociétés.

Benoît Pujol, directeur de recherche CNRS-Criobe, co-dirige la FREE.



Véritable outil à l'échelle régionale, 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. Son ambition : renforcer l'interdisciplinarité et les liens avec les protagonistes de la gestion de la biodiversité (incluant les secteurs privé et associatif).

Benoît Pujol, directeur de recherche CNRS-Criobe, co-dirige ce défi-clé.

L'analyse du métabolisme connaît un essor considérable depuis l'émergence d'approches globales permettant de caractériser le comportement métabolique à l'échelle d'une cellule, d'un tissu ou d'un organisme entier.
Depuis 2005, le RFMF 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.

Cédric Bertrand, professeur UPVD-Criobe, fait partie du CA du RFMF.



La structuration de la métabolomique en Région Occitanie autour du 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, alimente les champs disciplinaires en nouvelles compétences, est à même d'attirer de nouveaux protagonistes et partenaires ainsi que de proposer des expertises, et fournit aux entreprises régionales les moyens et les compétences nécessaires pour répondre à leurs problématiques.

La plateforme Bio2Mar (p.60) fait partie du réseau ROcME.



L'ENSEIGNEMENT ET LA SENSIBILISATION

- La formation initiale p.70
- La formation continue et l'alternance p.71
- La formation à distance p.71
- La sensibilisation p.72

4
FORMATIONS
DOCTORALES

3
MASTERS

110

110
COURS EN
LIGNE

200
ÉTUDIANT.ES
À DISTANCE
moyenne/an

50
REPORTAGES
2020-2021

2
CONCOURS
PHOTO
ORGANISÉS

128
PLACES DANS
L'AMPHITHÉÂTRE

13
CONFÉRENCES
ORGANISÉES
2020-2021



L'ENSEIGNEMENT

LA FORMATION INITIALE

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 désormais pour 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.

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 Chimie de l'Environnement et Écologie Chimique (CEEC) - Master UPVD

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. La responsabilité du M1 et du M2 est assurée par deux membres du CRIOBE.

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.

Contacts

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

LA FORMATION CONTINUE ET L'ALTERNANCE

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.

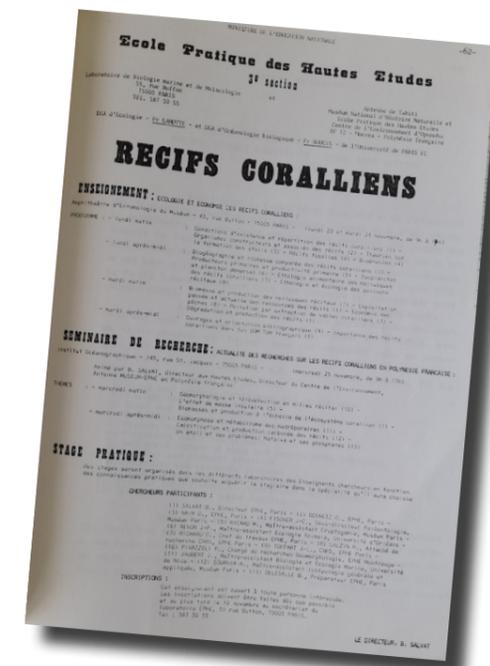
Formations accessibles avec le Criobe

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

Les droits à la formation professionnelle continue 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



Programme de l'enseignement Recifs Coralliens de l'EPHE en 1982 © Criobe

LA FORMATION À DISTANCE



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'École Pratique des Hautes Études, 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. A l'avenir, MANEA sera ainsi ouverte aux auditeurs et auditrices malentendant.es et non-francophones. Pour obtenir de plus amples informations sur MANEA, vous pouvez visiter le site de la plateforme : <https://manea.criobe.pf/>.

Contact
Camille Clerissi (EPHE-PSL)



LA SENSIBILISATION

Après la recherche et la formation à la recherche, le partage des connaissances acquises grâce à cette recherche est un objectif important du Criobe. Chaque année, ce sont des dizaines d'actions que mènent les équipes du centre auprès du public et en particulier des publics scolaires. Des partenariats sont mis en place avec les collèges et les lycées. Des portes ouvertes ou des stands sont organisés lors de manifestations scientifiques

comme la Fête de la Science, des ateliers sont réalisés lors de classes d'été, mais aussi des conférences, des visites des laboratoires avec des démonstrations d'expériences en cours ou de techniques utilisées, des expositions, des concours, etc. Tous les moyens sont bons pour faire découvrir les récifs coralliens à la jeunesse et la sensibiliser à ces écosystèmes fragiles. La sensibilisation n'étant pas réservée aux enfants, le Criobe reçoit également chaque

année des groupes d'adultes (politiques, personnel enseignant, associations, etc.) qui souhaitent découvrir l'univers de la recherche, mieux comprendre le monde des récifs coralliens et surtout profiter des échanges toujours fructueux avec les scientifiques, ces passionnés. es qui semblent souvent peu accessibles, mais qui, lors de ces rencontres, se révèlent souvent à la portée de tous.

pour aller à la rencontre des scolaires et du grand public afin de les sensibiliser à la culture scientifique. Elle en a profité pour présenter son projet de science participative UN OEIL SUR LE CORAIL, projet lancé en 2016 lors d'un événement massif de blanchissement corallien, et qui a pour but de récolter des observations sur l'état de santé des récifs coralliens.

« Ce projet a été imaginé pour partager et motiver toutes les personnes intéressées par l'étude et la compréhension du corail à participer à la découverte de sa biologie. Entre menaces et plaisir, Un Oeil sur le Corail est une manière de vous faire découvrir des facettes « étonnantes » du corail ! »



Le programme de science participative <https://www.unoeilsurlecorail.org/>

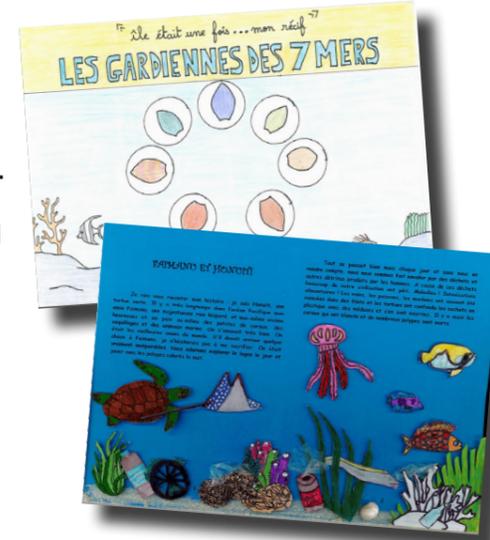
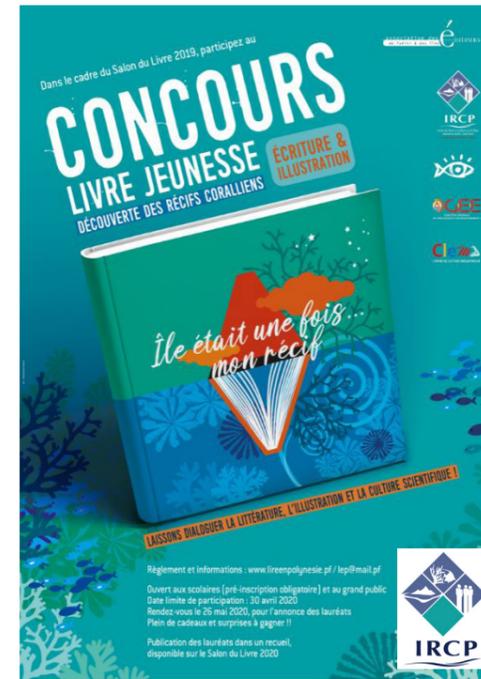
CONCOURS ECRITURE ET ILLUSTRATION « ÎLE ÉTAIT UNE FOIS MON RÉCIF »

Dans le cadre de la 19ème édition du Salon du Livre « Lire en Polynésie », l'Association des Editeurs de Tahiti et ses Îles, la Direction générale de l'Éducation et des Enseignements et l'Institut des Récifs Coralliens du Pacifique ont organisé, en partenariat avec de nombreux soutiens, un concours d'écriture jeunesse sur le thème des récifs coralliens.

Ce concours visait à appréhender d'une part les représentations que les enfants et les adultes se font des écosystèmes coralliens, et d'autre part à les sensibiliser à leur richesse et à leur vulnérabilité. Par ce concours, l'IRCP et le Criobe souhaitaient montrer à quel point les récifs coralliens peuvent être une source inépuisable d'inspiration.

Ce concours devait avoir lieu sur

l'année scolaire 2019-2020. La crise sanitaire en a décidé autrement et a contraint les organisateurs à revoir leur planification. Malgré les contraintes qui ont pesé sur tous, ce sont plus de 70 productions qui ont été réalisées, mobilisant 530 personnes (étudiant.es, enseignant.es et grand public). Un recueil regroupant les lauréats du concours a été réalisé et distribué gratuitement.



CONGRÈS MONDIAL UICN

Les chercheur.es du Criobe ont participé au congrès mondial de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature, qui s'est tenu à Marseille en septembre 2021, notamment à travers son partenariat avec l'Institut Polynésien de Biomimétisme, dont Laetitia Hédouin (chercheuse CNRS) est co-fondatrice et Vice-Présidente du Conseil Scientifique. L'IPB est un réseau international de plus de 150 membres actifs, aux expertises professionnelles complémentaires et variées, autour des différents corps de métier impliqués dans la démarche biomimétique : chercheur.es,

biologistes et aussi designers, ingénieur.es ou architectes. Au cœur de son « dôme inspiration », à la scénographie incroyable, les équipes et les chercheur.es se sont relayé.es pour partager avec le public, les organisations écologiques et les acteur.rices politiques présent.es au congrès, les valeurs de l'institut, de ses partenaires et leurs idées innovantes au sein d'une expérience hors-norme : voyage immersif, présentation de travaux d'innovations bio-inspirés et réalité virtuelle !

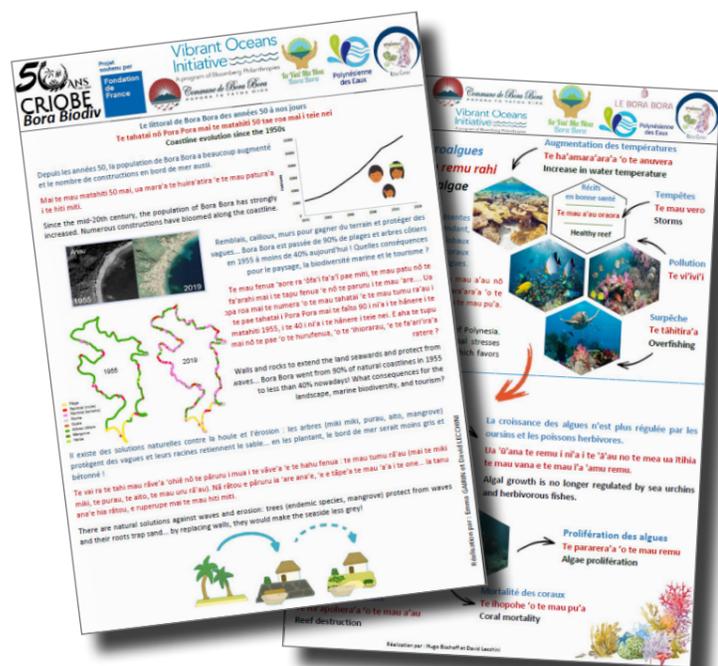


COVID OBLIGE, ET SI ON PASSAIT EN MODE VIRTUEL ?

L'édition 2020 de la fête de la Science a bien sûr été très perturbée par la pandémie de Covid-19. Mais ça a été l'occasion pour l'organisation de tester d'autres approches de diffusion de la science. Et pour le Criobe, l'opportunité unique de présenter

une visite virtuelle de ses locaux ! 6 membres du centre de recherche, 2 chercheur.es, 3 ingénieurs et 1 étudiante se sont pris au jeu de faire découvrir leur recherche lors de cette visite interactive. Des aller-retours dans la station aux interviews de spécialistes en passant par les visites de laboratoire, suivez le guide !

<http://www.visitesvirtuelles2020.org/criobe/>



DES POSTERS TRILINGUES BORA-BIODIV

Dans le cadre du projet scientifique pluridisciplinaire Bora-Biodiv (2019-2023), plusieurs posters expliquant les avancées du projet ont été réalisés. Rédigés en français, tahitien et anglais, ils sont distribués à travers l'île pour permettre à l'ensemble de la population de l'île et ses touristes de connaître les études réalisées.

Les thématiques déjà présentées :

- L'évolution du littoral
- Le danger des macroalgues
- Religion, environnement et eau
- Mangroves : un écosystème précieux
- Pollution sonore dans le lagon

Contact

David Lecchini (EPHE-PSL)



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 d'avantage 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 l'objectif de ces conférences grand public qui permettent à l'ensemble des participant.es de construire un panel de connaissances disponibles.

Disponibles même au-delà de la soirée, car toutes les interventions, 25 fin 2021, 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 réalisation. Une page Facebook a également été réalisée.

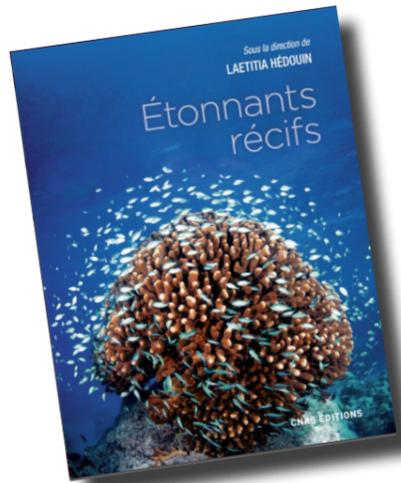
Contacts

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





LA SENSIBILISATION



LA SCIENCE EN LIVRES

|| Récifs coralliens, coeur de l'Océan

Auteurs : Lambert Wilson, Serge Planes, Alexis Rosenfeld
A travers des dizaines de photographies prises de par le monde, l'acteur, le photographe et le scientifique nous font voyager au pays des récifs coralliens de la planète. Pour découvrir leur beauté, leur diversité, mais aussi leur fragilité.

Edition Mangareva Production

|| Etonnants Récifs

Sous la direction de Laetitia Hédouin

CNRS éditions (détails ci-dessus)

|| Panorama sur la diversité des conidae en Polynésie française (détails ci-contre)



LA SCIENCE EN PHOTOS

|| Exposition à Argeles (IRCP, ci-dessus)

|| Allée des tryptiques au Criobe, Moorea

|| Exposition INSOLITE CORAIL (IRCP, détails ci-contre)>>

ÉTONNANTS RECIFS CNRS ÉDITION

Le corail : pierre, plante ou animal ? La question a longuement agité les naturalistes. On sait aujourd'hui qu'il s'agit d'animaux qui vivent en symbiose avec des algues unicellulaires microscopiques dans leurs tissus et qui fabriquent un squelette de calcaire : ce sont donc des animaux ayant des relations très particulières au monde végétal et minéral. Il existe plus de 800 espèces de coraux constructeurs de récifs dans le monde, offrant un habitat à des milliers d'espèces. Parce qu'ils créent du relief dans l'immensité marine, les récifs coralliens fourmillent de vie : après les forêts tropicales, ce sont les plus grands réservoirs de biodiversité de la planète. Parce qu'ils abritent un quart de la biodiversité marine, ils rendent de nombreux services dont dépendent plus d'un demi-milliard de personnes. Parce qu'ils bâtissent des structures considérables, ils protègent les rivages

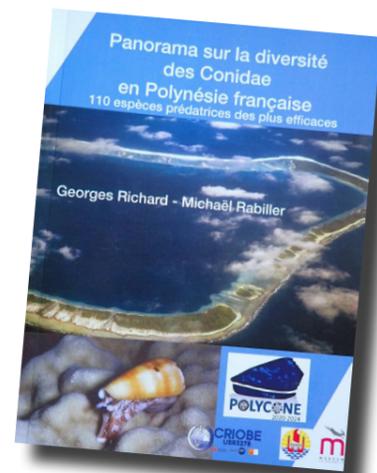
PANORAMA SUR LA DIVERSITÉ DES CONIDAE EN POLYNÉSIE FRANÇAISE

Le présent ouvrage explique la très grande diversité des *modus vivendi* chez les cônes, l'étroite spécificité de leur habitus trophique et les nombreuses perspectives de valorisation en résultant. Telles sont les portes-forts du projet POLYCONE (voir p.35) dans lequel s'insère ce travail. Tour à tour Georges Richard et Michaël Rabiller font découvrir les archipels polynésiens et la diversité de leurs écosystèmes bio-construits, en résumant l'histoire récente de leur échantillonnage. Puis ils dévoilent le monde des cônes, leurs originalités, leurs ascendances, leurs traits de vie dominants et les canons de leur repartition. Les spécialistes exposent ensuite les différentes

d'innombrables îles de l'érosion des vagues.

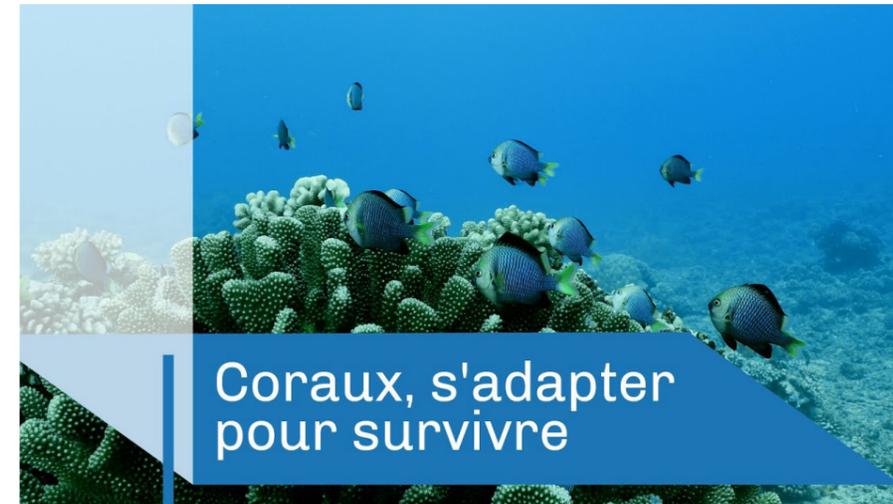
Les coraux existent depuis plus de 200 millions d'années et ils ont déjà fait face, avec succès, à des changements climatiques majeurs, mais celui en cours semble trop rapide pour leur permettre de s'y adapter. La hausse de température de l'océan, notamment, entraîne des épisodes de blanchissement, voire des mortalités massives, qui peuvent par la suite menacer tout l'écosystème récifal. Le Centre de recherches insulaires et observatoire de l'environnement (Criobe) du CNRS étudie depuis 50 ans les récifs coralliens, particulièrement ceux de Polynésie française, et réunit ici près de 80 courts textes très illustrés sur ces étonnantes espèces.

Contact : Laetitia Hédouin (CNRS)



manières d'identifier puis de classer ces organismes, ce qui aboutit à en retenir une richesse spécifique de 110 espèces dans l'espace marin polynésien, toutes profondeurs confondues. Pour finir, les auteurs soulignent les voies de valorisation de ce patrimoine biologique qui se développent, dans des domaines très diversifiés.

Contact : Tamatoa Bambridge (CNRS)



COMMENT AIDER LES CORAUX À SURVIVRE?

Partout sur la planète, le déclin du récif corallien semble inexorable. Mais les scientifiques n'ont pas dit leur dernier mot ! Dans ce reportage en Polynésie française diffusé en partenariat avec LeMonde.fr, une équipe de chercheur.es essaie d'inverser la tendance en aidant le corail à s'adapter au changement climatique. Contacts : Laetitia Hédouin et Serge Planes (CNRS)

Ce reportage a été réalisé dans le cadre de « One Ocean Science », le tout premier événement mondial et numérique sur l'océanographie, organisé par l'IFREMER, le CNRS et l'IRD.

CONCOURS PHOTO IRCP « INSOLITE CORAIL »

L'ambition de l'IRCP est d'amener le public à découvrir les récifs coralliens de Polynésie française comme il ne les a jamais vus. Et l'objectif est atteint avec ce concours photo ! 28 participants – photographes amateurs, amatrices, professionnel.les et jeunes du Fenua – ont répondu à l'appel à candidature et proposé plus de 80 images inédites. 15 photos ont été retenues et ont été présentées dans une exposition à l'écomusée – Te Fare Natura, du 25 novembre 2021 au 25 février 2022.

Cette sélection représente la grande diversité biologique des eaux polynésiennes, avec des organismes peu observés, des interactions inédites, des moments rares, comme la ponte des coraux !

Ce concours était organisé par l'Institut des Récifs Coralliens du Pacifique|EPHE-PSL, en partenariat avec l'écomusée – Te Fare Natura, le Criobe, la société BIOQUEST, la CCISM et l'Ecole de commerce de Tahiti, l'hôtel Sofitel Kia Ora Moorea Beach Resort, le club de plongée Ia Ora diving et la société Aquaservices.



<< LA SCIENCE EN FILMS

|| Au-delà des récifs coralliens polynésiens, la vie Réalisé par Philippe Sintès L'acteur Lambert Wilson, en compagnie de Serge Planes, part à la découverte des fonds sous-marins polynésiens. Au fur et à mesure de ses rencontres et découvertes de sites exceptionnels, l'acteur va littéralement tomber amoureux de ce peuple du Pacifique qui a su préserver son patrimoine.

Bleu Production

|| Rahui Center

Réalisé par Mélissa

Constantinovitch

Pour en savoir plus sur le Rahui en Polynésie française

Voir aussi p.30

|| Le labo sur l'eau

C'est un outil unique au monde pour étudier les coraux et les écosystèmes marins. Dans ce reportage diffusé avec LeMonde.fr, naviguez dans les lagons de Polynésie française à bord de la barge scientifique, un bateau-laboratoire mis au point par les scientifiques du Criobe, à Moorea.

CNRS le Journal et Le Monde

Voir aussi p.48

|| Comment aider les coraux à survivre ?

CNRS le Journal et Le Monde

Voir détail ci-contre

LA SCIENCE EN ONDES

La survie des poissons clowns dépend plus de l'environnement que de la génétique

France Inter - La terre au carré

L'extension des

aires marines protégées

France Inter - Et Maintenant

Comment aider le corail à

surmonter les stress marins ?

France Inter - Chroniques

littorales

L'ÉQUIPE CRIOBE 2020-2021

-  Le trombinoscope p.80
-  La gouvernance p.82
-  La reconnaissance et les distinctions p.83



3
TUTELLES

20
PERSONNEL
TECHNIQUE

7
PERSONNEL
ADMINISTRATIF

24
CHERCHEUR.ES
PERMANENT.ES

16
CHERCHEUR.ES
POST-
DOCTORANT.ES

41
DOCTORANT.ES

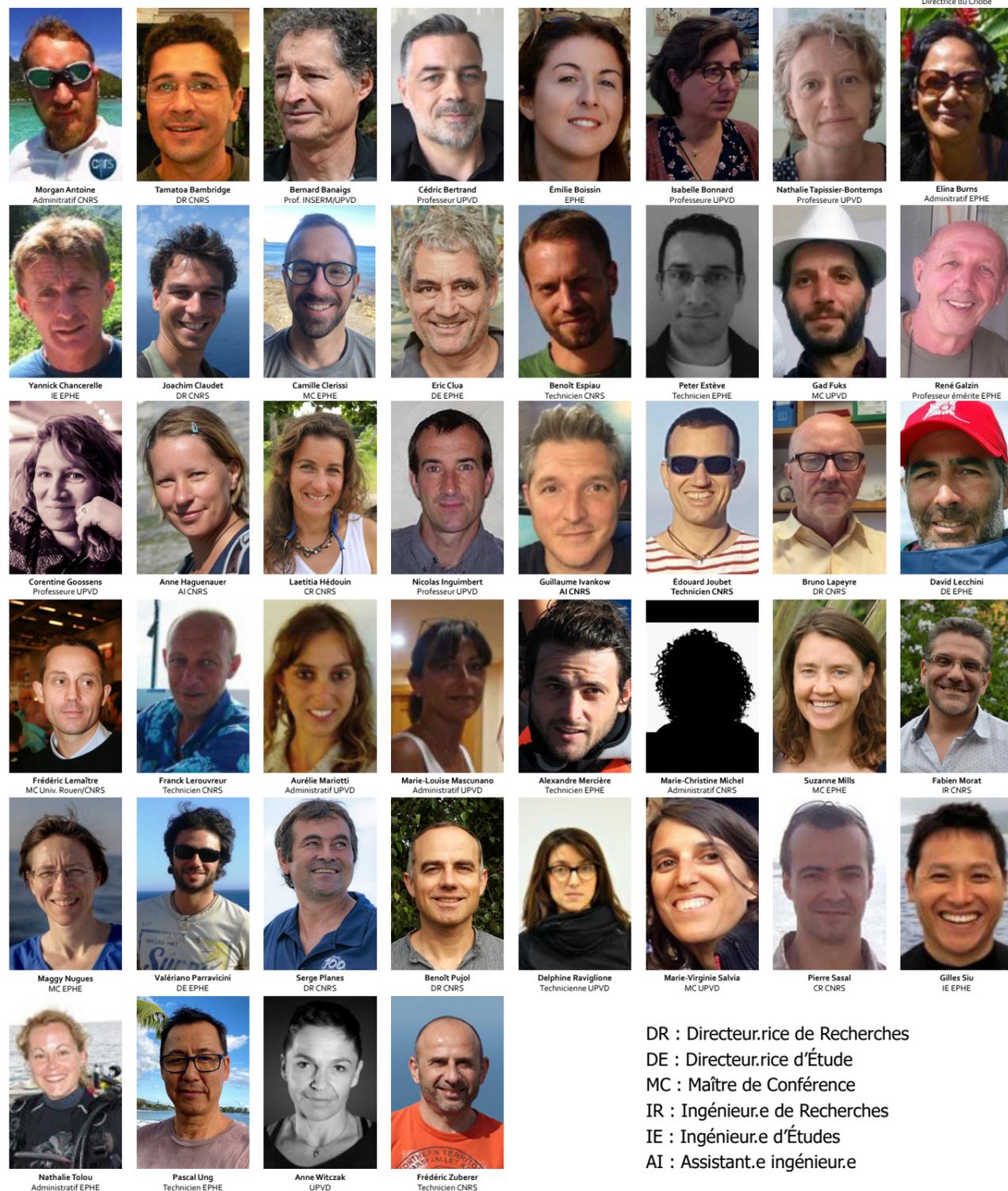
11
MEMBRES
DU
CONSEIL DE
DIRECTION

68
STAGIAIRES
D'ÉTUDE



LE TROMBINOSCOPE DU PERSONNEL 2020-2021

Le personnel permanent 2020-2021



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

Les soutiens du CRIOBE



Catherine Gobin Chercheuse CNRS
Bernard Salvat Professeur émérite EPHE
Jean-Pierre Pointier Maître de conférence EPHE

Les technicien.nes non permanent.es, les post-doctorant.es et les doctorant.es 2020-2021

Alcaces	Céline	Assistante administrative	Loiseau	Charles	Doctorant
Almany	Jeanine	Personnel administratif	Luviano-Aparicio	Nelia	Chercheuse post-doctorante
Armstrong	Eric	Prestataire	Madi Moussa	Rakamali	Chercheur post-doctorant
Bascou	Benoît	Doctorant	Marrot	Pascal	Chercheur post-doctorant
Beddok	Claire	Chercheuse post-doctorante	Mejait	Anouar	Doctorant
Benjrad	Amani	Doctorante	Morage	Titouan	Personnel technique
Berthe	Cécile	Prestataire	Morin	Ewen	Doctorant
Bertucci	Frédéric	Chercheur post-doctorant	Mouginot	Pierick	Personnel technique
Bissery	Claire	Personnel technique	Mouronvale	Clara	Ingénieure
Bouyoucos	Ian	Doctorant	Nakamura	Nao	Personnel technique
Brandl	Simon	Chercheur post-doctorant	Parchemin	Christelle	Doctorante
Brathwaite	Angélique	Doctorante	Pascal	Nicolas	Chargé de conférence
Brun	Victor	Doctorant	Pérez-Rosales	Gonzalo	Doctorant
Carlot	Jérémy	Doctorant	Peyran	Claire	Doctorante
Carzon	Pamela	Doctorante	Piquet	Marie	Personnel technique
Casey	Jordan	Chercheuse post-doctorante	Pistevos	Jennifer	Chercheuse post-doctorante
Chaib	Slimane	Chercheur post-doctorant	Pozas-Schacre	Chloé	Doctorante
Chailer	Élisa	Personnel technique	Quéré	Gaëlle	Chercheuse post-doctorante
Cortese	Daphne	Doctorante	Ramos	Mélina	Doctorante
Darcel	Laurine	Doctorante	Rigal	Cyrielle	Doctorante
Darouche	Oumaynou	Doctorante	Rouzé	Héloïse	Chercheuse post-doctorante
Degremont	Marlène	Doctorante	Salis	Pauline	Chercheuse post-doctorante
Delecambre	Zoé	Doctorante	Schligler	Jules	Personnel technique
Duron	Sophie-Dorotheé	Doctorante	Schiettekatte	Nina	Doctorante
Dolfo	Violaine	Doctorante	Seguigne	Clémentine	Doctorante
Espinoza	Christian	Doctorant	Seve	Charlotte	Doctorante
Eustache	Kim	Doctorante	Siro	Charlotte	Chercheuse post-doctorante
Fabre	Pauline	Doctorante	Sola	Jennifer	Personnel technique
Fellous	Alexandre	Chercheur post-doctorant	Souf	Yazid Mahamed	Doctorant
Foret jacquart	Mélanie	Doctorante	Tardy	Céline	Doctorante
Gache	Camille	Prestataire	Tessier	Anne	Chercheuse post-doctorante
Gaillard	Michel	Doctorant	Tintiller	Florian	Personnel technique
Gardon	Tony	Personnel technique	Thiry	Gabrielle	Doctorante
Gervais	Laura	Chercheuse post-doctorante	Torrens	Axel	Personnel technique
Ghosson	Hikmat	Chercheur post-doctorant	Verdier	Martin	Doctorant
Gibert	Anaïs	Chercheuse post-doctorante	Vignaud	Léa	Doctorante
Goyaud	Adeline	Prestataire	Vii	Jason	Doctorant
Guttierez	Thomas	Doctorante	Viviani	Jérémy	Doctorant
Jorissen	Hendrikje	Doctorante	Vizon	Camille	Doctorante
Kotarba	Jules	Personnel technique	Waqalevu	Viliame	Personnel technique
Lacube	Yann	Prestataire	Weideli	Ornella	Doctorante
Latutrie	Mathieu	Personnel technique	Wicquart	Jérémy	Doctorant
Léonard	Camille	Doctorante	Zhou	Yu Xiang	personnel technique



LA GOUVERNANCE

Le Criobe, c'est une équipe de plus de 90 personnes, chercheur.es, personnel technique et administratif, qui évoluent dans les deux hémisphères de la planète.

Depuis 2019 un nouveau schéma de gouvernance a été mis en place, qui s'appuie sur différentes instances :

- Une direction d'unité co-gérée par une directrice et un directeur adjoint, de façon à couvrir les trois grandes missions de Recherche, de Formation académique et de Services à la recherche. La directrice 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 AG d'une demi-journée permet de faire un point sur les ressources, les bilans et demandes budgétaires, session elle aussi dupliquée sur chaque site.

- Un Collège de Direction. C'est l'instance de pilotage du Criobe. Il est composé des grandes fonctions de l'unité que sont i) la recherche, ii) la formation, iii) les sites, plateaux techniques et la Station d'Ecologie Expérimentale, iv) les outils (LabEx CORAIL, Service National d'Observation, IRCP). Le Collège de Direction 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 Collège de Direction.



Le Collège de Direction se compose comme suit :

- o Formation : deux représentants des institutions de formation : un agent de l'UPVD et un agent de l'EPHE ;
- o Services : deux responsables de plateaux techniques et d'accueil, un par site (Moorea et Perpignan) et la directrice administrative du site de Moorea ;
- o Outils : le responsable des outils (LabEx, SNO CORAIL), le responsable de Bio2Mar et le représentant au DIPEE ;
- o Gestion : le responsable de la cellule de gestion.



LA RECONNAISSANCE ET LES DISTINCTIONS



SERGE PLANES - FAIT CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

Directeur de recherche au CNRS, ancien directeur du Criobe de 2007 à 2018, directeur scientifique de l'expédition Tara Pacific (2016-2018), directeur de l'Institut des récifs coralliens du Pacifique.

Serge Planes est récompensé pour plus de 30 ans de travail scientifique, majoritairement effectué en Polynésie française, avec un doctorat obtenu en 1992 à l'université de Paris VI.

LE CRISTAL COLLECTIF DU CNRS

La récompense distingue des équipes de femmes et d'hommes, personnels d'appui à la recherche, ayant mené des projets dont la maîtrise technique, la dimension collective, les applications, l'innovation et le rayonnement sont particulièrement remarquables. Cette distinction a été décernée dans la catégorie « appui direct à la recherche » pour l'équipe « Infrastructures de recherche en écologie expérimentale », composée de 3 femmes et 4 hommes, responsables au sein des stations d'écologie expérimentales. Les stations d'écologie expérimentale, à travers des dispositifs et des outils innovants, offrent des conditions d'étude uniques des écosystèmes sur trois continents (Europe, Amérique du Sud et Polynésie française). L'équipe « Infrastructures de recherche en écologie expérimentale » participe au développement d'une recherche d'avant-garde en écologie globale sur la compréhension des écosystèmes et de leur réponse aux variations environnementales.

Observer, expérimenter, modéliser le passé et le présent afin de comprendre le fonctionnement des écosystèmes et en prédire l'évolution, telle est l'ambition des stations d'écologie expérimentale, réparties sur l'ensemble du territoire. Par leur investissement, individuel et collectif, les membres de l'équipe travaillent au développement et à la coordination d'une large gamme d'équipements de recherche et de protocoles expérimentaux ouverts à la communauté nationale et internationale, à l'image des Ecotrons ou des Métatrons terrestre et aquatique.

Les stations permettent l'acquisition de connaissances générales et pluridisciplinaires sur l'étude du lien entre la dynamique, l'évolution et le fonctionnement des écosystèmes et de la biodiversité. Elles s'appuient ainsi sur des cellules de conditionnement sophistiquées, qui permettent la manipulation d'écosystèmes semi-naturels, aquatiques et terrestres, ou sur la surveillance à long terme des écosystèmes naturels. Grâce à la complémentarité et au savoir-faire unique de l'équipe en matière d'écologie et d'ingénierie expérimentale, de grands projets



Benoît Espiau, responsable de la plateforme « Chimie de l'eau » à la station d'écologie expérimentale du Criobe fait partie de ce collectif distingué.



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.
COISPA Tecnologia & Ricerca
GINGER-SOPRONER
GeenSea
Lagoon Service & Reef Discovery
Mangareva Production
Seaboo

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
Ia 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
WWF

FINANCEMENTS

Agence Nationale pour la Recherche
Agence de l'Eau - Rhône Méditerranée Corse
BEST initiative Europe
Bloomberg Philanthropies - Vibrant Ocean Initiative
Centre National d'Etudes 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
PEPS CNRS-INEE ECOMOB
Terres australes et antarctiques françaises
Union Européenne
United Nations Environment Programme
VULCAN - G. Allen Fondation



LES COLLABORATIONS



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 Marine Resources - Kiribati
Ministry of Marine Resources - Cook
Pitcairn natural resources division
Palau International Coral Reef Center
Marshall Islands Marine Resources Authority

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 Malarde
Institut Océanographique de Monaco
IRD - Laboratoire Pharmadev

PARTENAIRES PRIVÉS POLYNÉSIENS

Air Tahiti Nui
Bora Bora Activities
C2O Consulting
CREOCEAN
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
Tetiara Society

SERVICES PUBLICS DE POLYNÉSIE FRANÇAISE

Comité du Plan de Gestion de l'Espace Maritime - Moorea
Commune de Bora Bora
Commune de Moorea-Maïao
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

Laboratoire ECOMAR
Laboratoire LIVE
Laboratoire de Morphologie Fonctionnelle et Evolutive - Belgique
Laboratoire d'Écogéochimie des Environnements Benthiques - Banyuls
Leibniz Center for Tropical Marine Ecology - Allemagne
Laboratoire Microorganismes : Génome et Environnement
Laboratoire d'océanographie microbienne
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
Institut Thünen - Allemagne
Station Gump - Moorea
Scripps Institution of Oceanography - San Diego
Smithsonian Conservation Biology Institute
The Centre for Marine Science
The Global Change Institute
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
UMR BOREA-DYNECAR - Antilles
Université des Antilles
Université de Californie - Berkeley
Université de Californie - San Diego
Université de Californie - Santa Barbara
Bren School of Environmental Science and Management (Univ. California - St. 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

CONSORTIUMS INTERNATIONAUX

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



LES PUBLICATIONS MAJEURES 2020-2021

Le Criobe publie en moyenne 120 articles scientifiques par ans depuis 2015, dans 140 journaux scientifiques. Pour 2020-2021, 30 publications sont d'Impact Factor supérieur à IP5, avec notamment **4 Nature, 2 science, 7 Nature communication et 2 PNAS** publiés par les équipes de recherche du centre.

Ci-dessous quelques publications :

2020

Besson, M., Feeney, W.E., **Moniz, I., François, L.,** Brooker, R.M., Holzer, G., Metian, M., **Roux, N.,** Laudet, V., **Lecchini, D.,** 2020. Anthropogenic stressors impact fish sensory development and survival via thyroid disruption. **Nature Communications**, 11, 3614. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17450-8>. IF 13.811.

Brandl, S.J., Johansen, J.L., **Casey, J.M.,** Tornabene, L., Morais, R.A., Burt, J.A., 2020. Extreme environmental conditions reduce coral reef fish biodiversity and productivity. **Nature Communications**. | <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17731-2> IF 12.121.

Claudet, J. et al. 2020. A road map for using the UN decade of ocean science for sustainable development in support of science, policy and action. **One Earth** 2, <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Flores, J.M., ..., **Planes, S., ... Banaigs, B., Boissin, E.** et al. 2020. Tara Pacific Expedition's Atmospheric Measurements of Marine Aerosols across the Atlantic and Pacific Oceans: Overview and Preliminary Results. **Bulletin of the American Meteorology Society**, 101, 5: E536-E554. IF 9.384.

Guibert, I., Lecellier, G., Torda, G., Pochon, X., Berteaux-Lecellier, V., 2020b. Metabarcoding reveals distinct microbiotypes in the giant clam *Tridacna maxima*. **Microbiome**, 8: 57. IF 10.35.

Lecchini, D., Bertucci, F., Brooker, R.M., Berthe, C., **Gasc, J., Jossinet, F.,** Ellacott, S., Zipper, E., Blay, G., Schneider, D., Sturny, V., **Bambridge, T.,** 2020b. Rapid localized decline of a French Polynesian coral reef following climatic irregularity. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 246: 107049. IF 2.611.

MacNeil, M.A., ..., **Clua, E.** et al. 2020. Global status and conservation potential of reef sharks. **Nature**, <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2519-y>. IF 45.819.

Morat, F., Wicquart, J., Schiettekatte, N.M.D., Sinétry, G. de, Bienvenu, J., Casey, J.M., Brandl, S.J., Vii, J., Carlot, J., Degregon, S., Mercière, A., Fey, P., Galzin, R., Letourneur, Y., Sasal, P., Parravicini, V., 2020. Individual back-calculated size-at-age based on otoliths from Pacific coral reef fish species. **Scientific Data**, 7: 370. IF 7.670.

Parravicini, V., Casey, J.M., Schiettekatte, N.M.D., Brandl, S.J., Pozas-Schacre, C., Carlot, J., Edgar, G.J., Graham, N.A.J., Harmelin-Vivien, M., Kulbicki, M., Strona, G., Stuart-Smith, R.D., 2020. Delineating reef fish trophic guilds with global gut content data synthesis and phylogeny. **Plos Biology**, 18(12): e3000702. IF 7.076.

Salles, O.C., Almany, G.R., Berumen, M.L., Jones, G.P., Saenz-Agudelo, P., Srinivasan, M., Thorrold, S.R., **Pujol, B., Planes, S.,** 2020. Strong habitat and weak genetic effects shape the lifetime reproductive success in a wild clownfish population. **Ecology Letters**, 23: 265-273. IF 8.699

2021

Brathwaite, A., Pascal, N., Clua, E., 2021. When are payment for ecosystems services suitable for coral reef derived coastal protection?: a review of scientific requirements. **Ecosystems Services**, 40: 101261. IF 6.40.

Chaib, S., Pistevos, J.C.A., Bertrand, C., Bonnard, I., 2021. Allelopathy and allelochemicals from microalgae : an innovative source for bio-herbicidal compounds and biocontrol research. **Algal Research**, 54: 102219. IF 5.014.

Claudet, J., Amon, D.J., Blasiak, R., 2021. Transformational opportunities for an equitable ocean commons. **PNAS**, 118 (42): e2117033118. IF 9.57.

Dubé, C.E., Ziegler, M., **Mercière, A., Boissin, E., Planes, S.,** Bourmaud, C.A.F., Voolstrat, C.R., 2021. Naturally occurring fire coral clones demonstrate a genetic and environmental basis of microbiome composition. **Nature Communications**, 12:6402. IF 14.919.

Marrot, P., Latutrie, M., Piquet, J., Pujol, B., 2021. Natural selection fluctuates at an extremely fine spatial scale inside a wild population of snapdragon plants. **Evolution** doi: 10.1111:evo.14359. IF 3.698.

Gardon, T., El Rakwe, M., Paul-Pont, I., Le Luyer, J., Thomas, L., Prado, E., Boukerma, K., Cassone, A.L., Quillien, V., Soyez, C., Costes, L., Crusot, M., Dreanno, C., Le Moullac, G., Huvet, A., 2021. Microplastics contamination in pearl-farming lagoons of French Polynesia. **Journal of Hazardous Materials**, 419: 126396. IF 9.038.

Grorud-Colvert, K., ..., **Claudet, J.,** et al. 2021. The MPA guide: a framework to achieve global goals for the ocean. **Science**, 373, eabf0861. IF 41.845.

Gurney, G.G., ..., **Claudet, J.,** et al. 2021. Biodiversity needs every tool in the box: use OECMs. **Nature**, 595: 646-649. IF 42.778.

Pozas-Schacre C., Casey, J.M., Brandl, S.J., Kulbicki, M., Harmelin-Vivien, M., Strona, G., **Parravicini, V.,** 2021. Congruent trophic pathway underpin global coral reef food webs. **PNAS**, 118 (39) e2100966118. IF 12.291.

Reverter, M., **Tapissier-Bontemps, N.,** Sarter, S., **Sasal, P.,** Caruso, D., 2021. Moving towards more sustainable aquaculture practices: a meta-analysis on the potential of plant-enriched diets to improve fish growth, immunity and disease resistance. *Reviews in Aquaculture*, doi: 10.1111/raq.12485. IF 10.592.

Rouzé, H., Galand, P.E., Medina, M., Bongaerts, P., Pichon, M., **Pérez-Rosales, G.,** Torda, G., Moya, A., Under the Pole Consortium, Raina, J.B., **Hédouin, L.,** 2021. Symbiotic associations of the deepest recorded photosymbiotic scleractinian coral (172 m depth). **The ISME Journal**, <https://doi.org/10.1038/s41396-020-00857-y>. IF 9.180.

Strona, G., Beck, P.S.A., Cabeza, M., Fattorini, S., Guilhaumon, F., Micheli, F., Montano, S., Ovaskainen, O., **Planes, S.,** Veech, J.A., **Parravicini, V.,** 2021. Ecological dependencies make remote reef fish communities most vulnerable to coral loss. **Nature Communications**, 12: 7282. IF 14.219.



ZOOM SUR

nature

GLOBAL STATUS AND CONSERVATION POTENTIAL OF REEF SHARKS

Contact
Eric Clua (EPHE-PSL)

Une étude parue dans la revue NATURE s'est penchée sur l'état de santé des populations de requins de récifs dans le monde. Le volet polynésien de cette étude, regroupant 58 pays différents, s'est déroulé dans 17 îles polynésiennes, sous la direction du Dr Eric CLUA, vétérinaire, directeur d'études EPHE-PSL au sein du Criobe (EPHE-PSL/CNRS/Université de

Perpignan Via Domitia). L'étude démontre que c'est dans les eaux polynésiennes que les plongeurs ont le plus de chance d'observer différentes espèces de requins et dans des densités supérieures à des destinations comme Palau, les Maldives ou les Bahamas. La présence d'un sanctuaire qui protège ces animaux depuis 2006 a probablement contribué à cette situation exceptionnelle.

Science

THE MPA GUIDE: A FRAMEWORK TO ACHIEVE GLOBAL GOALS FOR THE OCEAN

Contact
Joachim Claudet (CNRS)

Une équipe internationale, associant des membres de l'IRD et du CNRS, publie un guide inédit des aires marines protégées (AMP), le 9 septembre 2021 dans la revue Science. L'objectif : permettre à la communauté internationale de mieux comprendre la protection de l'Océan et atteindre les ambitions internationales visant à enrayer l'érosion de la biodiversité marine.

Voir également p.53 <https://mpa-guide.protectedplanet.net/>





LES THÈSES ET DIPLÔMES

2020

- Bischoff, H.**, 2020.- Microhabitat features and local reef conditions shape coral recruitment distribution pattern. **Master 2 Université des Antilles**, 36p.
- Bouyoucos, I.**, 2020. Les effets des conditions du changement climatique prévues sur les requins tropicaux. **Thèse de doctorat PSL Université Paris**, 174p.
- Chapeau, M.**, 2020. De l'intérêt d'une réserve marine au Pays Basque : une première approche socio-écologique. **Master 2, Sorbonne Université**, 30p.
- Elie-Sorrentino, L.**, 2020. Synthèse et traitement de données sur les myctophidés du Pacifique Sud et plus particulièrement *Ceratoscopelus warmingii* (Lükten, 1862). **Master 2 Université de Perpignan**, 34p.
- Eposito, A.**, 2020. Etude pilote de la variabilité du microbiome du requin à pointes noires *Carcharhinus melanopterus* en Polynésie française. **Master 2, Université Aix-Marseille**, 36p.
- Ferreres, S.**, 2020. Influence des changements globaux et de l'interaction avec le corail *Acropora pulchra* sur le métabolome de la cyanobactérie *Lyngbya majuscula*. **Master 2 Université de Perpignan**, 43p.
- Ghossou, H.**, 2020. Développement d'un nouveau proxy universel pour évaluer le devenir et l'impact environnemental de (bio)pesticides complexes par Métabolomique basée sur la Spectrométrie de Masse. **Thèse de Doctorat, UPVD**, 366 p.
- Greenven, C.**, 2020. Etude de la production de sons chez les poissons Ostraciidae du genre *Acanthostracion* et *Lactophrys* de la Caraïbe. **Master Océanographie, Université de Liège**, 49p.
- Hucault, C.**, 2020. Analyse de l'évolution sur 20 ans de l'environnement de la baie de Port Phaeton à Tahiti, Polynésie française. **Diplôme INSA, Toulouse**, 66 p.
- Jorissen, H.**, 2020. Comprendre l'association algue coralline-coraïl : des espèces clés aux médiateurs chimiques et microbiens. **Thèse de Doctorat EPHE**, 163 p.
- Lacorne, M.**, 2020. A systematic review of coral recruitment success on artificial substrates. **Master 2 Université des Antilles**, 31p.
- Lainé, E.**, 2020. Vulnérabilité présente et latente des systèmes socio-écologiques littoraux, concepts et application à Moorea, Polynésie française. **Diplôme Ingénieur Agro**, 38p.
- Lallement, P.**, 2020. Etude de la variabilité spatiale de la dégradation du service de protection côtière offert par l'écosystème récifal sous l'influence de pressions anthropiques à l'île de Moorea, Polynésie française. **Master 2, Université La Rochelle**, 71p.
- Leroy, C.**, 2020. Etude de la biologie du Gobiidae *Valenciennea strigata* selon une approche multidisciplinaire. **Master 2, Université de Liège**, 44p.
- Leonard, C.**, 2020. Influence of artificial substrate on coral recruitment. **Master 2 UPVD**, 38p.
- Luyckx, L.**, 2020; Etude de la variation morphologique au cours de l'ontogénie des poissons téléostéens associés aux récifs coralliens. **Master, Université de Liège**, 31p.
- Piasentini, L.**, 2020. Protection levels across the Mediterranean marine protected areas: on ecological or a socio-economic matter? **Master 2 Université Côte d'Azur**, 28p.
- Prasil-Delaval, N.**, 2020. Impact of habitat degradation on mobile fish assemblages and ecological processes on coral reefs. **Master 2, EPHE**, 25p.
- Schligler, J.**, 2020. Impact of artificial light at night on adult wild pairs and their offspring of the orange-fin anemonefish *Amphiprion chrysopterus* (Cuvier, 1830). **Master 2 Université Sorbonne**, 37p.
- Weideli, O.C.**, 2020. Les mécanismes de la coexistence : une étude multidisciplinaire sur les requins de récifs juvéniles vivant en sympatrie. **Thèse de doctorat, PSL Université Paris**, 174p.

2021

- Cortese, D.**, 2021. Déterminants parentaux et environnementaux des traits associés à la dispersion larvaire et de la physiologie post-installation. **Thèse EPHE-PSL**.
- Courteille, M.**, 2021. Morpho-socio-ecological characterization of shoreline development in Mayotte since 1950. **Master Erasmus**, 61p.
- Darcel, L.**, 2021. Synthesis and biotransformation of marine cyclopeptides derived from laxaphycin B. **Thèse de doctorat UPVD**, 341p.
- Domise, J.**, 2021. Impact des aires marines protégées sur la structure génétique du poulpe commun, *Octopus vulgaris* (Cuvier, 1797) en Atlantique Nord-Est. **Master 2 EPHE-PSL**, 34p.
- Ducharme, M.**, 2021. Intégration d'une gouvernance communautaire dans la gestion lagunaire à Tahiti : cas d'étude basé sur la réintroduction du Rahui dans les communes urbaines de Pirae et Paea. **Master 2, Université de Nantes**. 101p.
- Dupreuilh, F.**, 2021. Paysages olfactifs et métamorphose du poisson clown *Amphiprion ocellaris*. **Master 2 UPVD**, 40m.
- Fabre P.**, 2021. Gouvernance hybride des rāhui à Taïarapu (Presqu'île de Tahiti): quel(s) apport(s) pour les politiques publiques de conservation des récifs coralliens ? **Thèse de doctorat PSL**.
- Gairin, E.**, 2021. Long-term coastal trajectory of Bora Bora: spatial patterns and effects on the nurseries of marine organisms. **Master 2, EPHE, ENS**, 43p.
- Giraud-Renard, E.**, 2021. Evolution morpho-socio-économique du littoral guadeloupéen des années 1950 à aujourd'hui : Guadeloupe- Dynamique sédimentaire – Trait de côte. **Master 2, Université Bretagne Sud**, 46p.
- Goosens, A.**, 2021. Impact of environmental variations on individuals' phenotype in a population of orange clownfish (*Amphiprion persicula*). **Master 2 UPVD**, 21p.
- Laboury, S.**, 2021. Etude de la communication acoustique chez *Dascyllus trimaculatus* (Pomacentridae). **Master, Université de Liège**, 45p.
- Minier, L.**, 2021. Variation in soundscapes and living communities of different reef habitats in the lagoon of Bora-Bora, French Polynesia), **Master 2 Le Mans Université**, 30p.
- Parent, T.**, 2021. Variation dialectale du tahitien à Tahiti appréhendée à travers la taxinomie ichtyologique. **Master 2, UPF**, 45p.
- Peyran, C.**, 2021. Etude génétique des populations de grandes naces, *Pinna nobilis*, en Occitanie. **Thèse de doctorat Sorbonne Université**, 225p.
- Rault, P.L.**, 2021. Effets des exsudats de différentes macroalgues sur le comportement larvaire du corail *Pocillopora damicornis*. **Master 2, EPHE-PSL**, 33p.
- Roost, T.**, 2021. Impact of artificial light at night on early stage larvae behaviour and swimming performance in a coral reef fish (*Amphiprion chrysopterus*). **Master 2 Université de la Rochelle**, 40p.
- Schies, J.A.**, 2021. Effects of artificial light at night on orange-fin anemonefish (*Amphiprion chrysopterus*) reproduction. **Master 2 Université de la Rochelle**, 40p.
- Schultz, M.**, 2021. Marine protected areas: leveraging barriers to strong protection implementation. **Master 2 Ghent-University**, 33 p.
- Sylla, S.**, 2021. Développement d'une approche combinée RMN/LC-MS en métabolomique : application à l'identification de biomarqueurs du virus de la Sharka chez les pêcheurs. **Master 2, Université de Rennes**, 42p.
- Teillard, V.**, 2021. Study of the nutritive activity of different Polynesian cones for venom exploitation. **Master 2**, 21p.
- Tardy, C.**, 2021. Etude des grands mammifères marins en Méditerranée pour mieux adapter les politiques de conservation. **Thèse de doctorat EPHE-PSL**, 321p.
- Viana, J.**, 2021. Dynamique de migration océanique et structure génétique de trois espèces d'anguilles de Polynésie française. **Master 2 Université de Pau et des pays de l'Adour**, 42p.

Le Centre de Recherche Insulaires et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) est une unité mixte de Service et de Recherche USR3278, 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°25 - 2020-2021

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

Directrice de publication : Annaïg Le Guen

Coordination : Yannick Chancerelle et Cécile Berthe

Réalisation : Cécile Berthe

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

Crédits photos : Criobe ou p.8, p.12 : Lauric Thiault - p.38 : Alexandre Mercière - p.54 : Anthony Lagant - p.62 : Gerd Altmann|Pixabay - p.83 : Portrait de Serge Planes par Alexis Rosenfeld

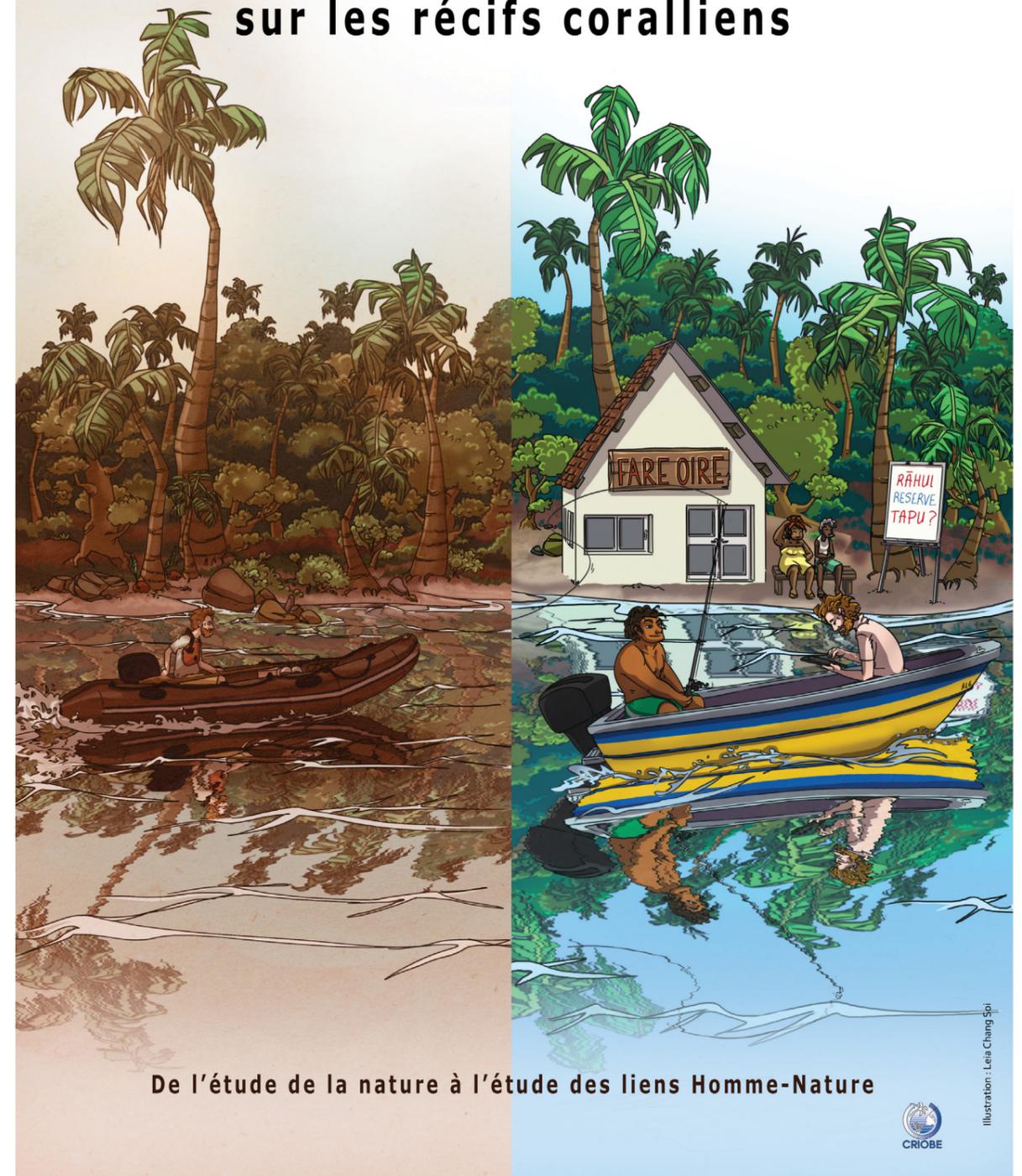
Illustration pages de couverture : Structure tri-dimensionnelle du récif de Tubuai (Archipel des Australes) reconstruite par photogrammétrie © Gilles Siu|Criobe

Logo « 50 ans du Criobe » et dessins associés : Hoanui Art

50 ANS
1971-2021
CRIOBE



50 ans de recherche sur les récifs coralliens



De l'étude de la nature à l'étude des liens Homme-Nature

Illustration : Leïa Chang Soi
CRIOBE

Affiche imaginée par David Lecchini (DE EPHE-PSL) dans le cadre des 50 ans du CRIOBE
Illustration réalisée par l'artiste Leïa Chang Soi



Perpignan

CRIOBE - UAR 3278
EPHE-PSL-CNRS-UPVD
Laboratoire d'Excellence « CORAIL »
Bâtiment R
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

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

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