



## Summer Class / Workshop CORAL REEFS

27 août – 6 septembre 2018  
CRIOBE, Moorea – Polynésie française

La France est le 4<sup>ième</sup> pays au monde en superficie des récifs coralliens et possède 4 universités d'Outre-mer dans les trois océans. Cet éloignement géographique limite, pour les étudiants d'une université, l'accès au savoir des enseignant-chercheurs des autres universités. Ce fractionnement du savoir n'est profitable ni aux étudiants, ni aux gestionnaires impliqués dans la surveillance des récifs, surtout à l'heure actuelle où les récifs coralliens doivent faire face aux changements climatiques. Pour y remédier, il existe le LabEx « CORAIL » (porté par le Criobe) sur le plan de la recherche. Sur le plan de l'enseignement, il existe une plateforme d'enseignement à distance sur les récifs coralliens gérée par le Criobe (<http://ensad.criobe.pf/>). Face à cette absence d'université d'été en France, un consortium a été créé au sein de PSL impliquant 9 chercheurs ou enseignant-chercheurs de 7 institutions différentes afin de proposer une formation : « Les écosystèmes coralliens à PSL ».

Grâce à un financement de Paris Science et Lettres (PSL), cette formation est organisée de 2017 à 2019 (voir les informations sur la formation 2017 sur : <http://www.criobe.pf/enseignements/universite-dete/>). En 2018, cette formation gratuite et dispensée en français au CRIOBE de Moorea ([www.criobe.pf](http://www.criobe.pf)) a quatre objectifs :

- 1 - Faire découvrir la structure et le fonctionnement des récifs coralliens via des cours en présentiels et des cours en ligne;
- 2 - Sensibiliser les participants au travail à l'interface entre l'écologie et la chimie sur le modèle « récifs coralliens » ;
- 3 - Faire découvrir l'hydrologie des rivières de Moorea ;
- 4 - Offrir une formation introductive en anthropologie sociale et culturelle à la fois théorique et pratique.



# Summer School PSL - Coral reefs

## Volet « Structure et Fonctionnement des récifs coralliens »

### Intervenants



David Lecchini  
EPHE, CRIOBE  
USR 3278



Frédéric Bertucci  
EPHE-CRIOBE &  
Univ. de Liège



Marc Besson  
EPHE, CRIOBE  
USR 3278



Camille Gache  
EPHE, CRIOBE  
USR 3278

### Présentation générale

Sous forme de cours-TP, des cours 'introductifs' sur l'origine des récifs coralliens et leur biodiversité, la taxonomie des poissons coralliens, la biologie des tortues, et la surveillance et la gestion des récifs coralliens, en particulier via l'acoustique passive, seront dispensés.

#### Cours introductif sur les récifs coralliens

Intervenant : David Lecchini & Marc Besson

Ce cours présentera les schémas de formations des îles coralliennes de Polynésie française et des récifs qui y sont associés. Il discutera également de l'importance de ces écosystèmes coralliens puis se focalisera sur les méthodes de reproduction des coraux, à la base de cet écosystème récifal. C'est donc une introduction très générale sur les récifs coralliens.

#### Cours introductif sur la biodiversité des récifs coralliens

Intervenant : David Lecchini

La biodiversité est la diversité naturelle des organismes vivants, du gène à l'écosystème. Elle ne consiste pas en une vision statique d'un écosystème (par exemple : nombre d'espèces total) mais doit être appréhendée de façon dynamique en raison des mécanismes qui la régissent aux différentes échelles spatio-temporelles. Les récifs coralliens, de géomorphologies différentes, hébergent une grande biodiversité taxonomique et fonctionnelle de coraux, autres invertébrés, poissons, algues et autres organismes et qui est maximale autour du Triangle de Biodiversité situé entre l'Indonésie, les Philippines et la Papouasie-Nouvelle Guinée. Les variations temporelles de la biodiversité des récifs sont fortes en raison des perturbations naturelles (cyclones, pullulations d'espèces...) et anthropiques (pollution, changement global...) qu'ils subissent.

#### Cours introductif sur la taxonomie des poissons

Intervenant : David Lecchini & Camille Gache

A travers de cours vidéo et de TD, les participants apprendront les bases de la taxonomie des poissons coralliens.

#### Cours introductif sur la biologie des tortues

Intervenant : David Lecchini & Marc Besson

Ce cours présentera les bases de la phylogénie, de l'anatomie, du cycle de vie et de la biologie des tortues marines afin d'en comprendre leur importance potentielle dans le maintien des récifs coralliens. Même si organismes ne sont souvent pas présents en grands nombres dans les récifs coralliens, ils l'ont été ou le deviennent de nouveau (certaines zones des Caraïbes). Il est donc intéressant de comprendre quel a pu ou quel sera leur rôle dans les écosystèmes coralliens menacés.



## Cours introductif sur la surveillance des récifs coralliens

Intervenant : David Lecchini

Les récifs coralliens sont des milieux naturellement très variables sur des échelles de temps qui varient de l'heure à la décennie. Ces variations sont plus ou moins marquées selon les habitats et les variables concernées. Les suivis de l'environnement permettent d'appréhender la dynamique temporelle du milieu sur un espace géographique déterminé. La stratégie d'échantillonnage et le traitement statistique associé des données sont adaptées à l'objectif de départ et varient donc d'une thématique à l'autre. La notion de suivi implique par définition une répétition dans le temps d'une mesure comparable aux précédentes et aux suivantes. La durée reste dépendante des objectifs. On entend par suivi environnemental, toute activité visant à mesurer un paramètre chimique (e.g. : pH, salinité, sels nutritifs, oxygène, polluants), physique (e.g. : température, turbidité), biologique ou microbiologique (e.g. : bactérie, virus, coraux, poissons, algues) dans le milieu naturel, i.e. : colonne d'eau, substrat ou sédiment, par des prélèvements réguliers, prélèvements étalés sur une période d'au moins trois années et selon une fréquence déterminée. Par extension les réseaux de suivi sont des ensembles géographiques comportant au moins deux points de suivi distincts répartis dans l'espace. Le cours présentera un ensemble de réseaux de suivi développés par le CRIOBE en insistant sur deux exemples : 1/ le programme Polynesia mana à l'échelle du Pacifique tropical sud, concernant 15 îles et ayant pour objectif le suivi de l'évolution des récifs dans le contexte des perturbations naturelles et liées aux changements climatiques ; 2/ le suivi des Aires Marines Protégées de Moorea axé sur la démonstration des effets de restrictions de collecte sur la ressource biologique

## Cours introductif sur la gestion des récifs coralliens

Intervenant : David Lecchini

Dans une volonté de gestion durable des ressources marines, le gouvernement de la Polynésie française a mis en place en 2004 un Plan de Gestion de l'Espace Maritime (PGEM) de Moorea, qui a pour but de réglementer l'utilisation de l'espace maritime et l'exploitation des ressources. L'une des propositions du PGEM de Moorea a été de créer des Aires Marines Protégées (AMP) réparties tout autour de l'île de Moorea. Afin de valider l'efficacité des AMP et des protocoles de suivi, des aires témoins (AMT) ont également été créées, servant de zone 'contrôle' dans le suivi des AMP. Afin de se dédouaner de la variabilité des habitats, nous avons choisi d'appliquer une procédure BACIPS (Before After Control Impact Series) (Osenberg et al., 1992) de manière à contrôler l'impact de mise en réserve. Le principe de la méthode de suivi BACIPS repose sur la surveillance en parallèle de deux zones, avant et après la mise en réserve de l'une des deux et l'observation de l'évolution temporelle des descripteurs retenus pour caractériser les zones. Les Aires Marines Témoins (AMT) ont donc été définies par les chercheurs chargés de travailler sur l'efficacité de l'effet réserve, et permettent de suivre l'évolution 'naturelle' de l'écosystème récifal hors des zones protégées, servant ainsi de 'référence' pour tester l'effet réserve.

## Utilisation de l'acoustique passive sous-marine pour le suivi des récifs coralliens.

Intervenant : Frédéric Bertucci

Le Commandant Cousteau considérait l'océan comme un "monde de silence". Selon lui, seuls les mammifères marins communiquaient dans l'océan. Or, une des grandes avancées faites par le CRIOBE ces dernières années, en collaboration avec l'Université de Liège, a été de démontrer que "les poissons parlent aux poissons". Cette communication acoustique est essentielle dans de nombreux processus clés du cycle de vie des poissons lors des interactions entre adultes pour la défense d'un territoire, pour la recherche d'un partenaire sexuel. De plus, le milieu récifal ne se compose pas uniquement du son des organismes marins, mais de tout un ensemble de sons produits par les vagues, le vent et les activités humaines. Ces signatures acoustiques typiques des différents habitats sont utilisées par les larves pour retrouver le récif et sélectionner leur habitat de vie. Toutes ces connaissances permettent ainsi aujourd'hui d'utiliser l'acoustique comme outil pour estimer la biodiversité et l'état de santé des récifs coralliens.



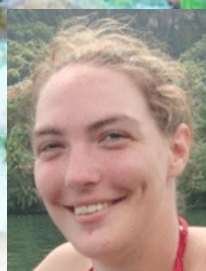
# Summer School PSL - Coral reefs

## Volet « Écologie – Écologie chimique – Chimie »

### Intervenants



Maggy Nugues  
EPHE, CRIOBE  
USR 3278



Hendrikje Jorissen  
Labex Corail  
CRIOBE USR 3278



Janine Cossy  
Laboratoire de  
chimie organique  
ESPCI Paris

### Présentation générale

L'objectif de cet enseignement est de sensibiliser les étudiants au travail à l'interface entre l'écologie et la chimie sur le modèle « récifs coralliens ». Depuis quelques décennies, les écosystèmes coralliens sont sous la menace de divers forçages anthropiques et environnementaux, dont l'intensité et la fréquence augmentent. Des « phase shifts » ou changements de phase de récifs dominés par le corail puis par les algues benthiques sont de plus en plus fréquents. Ces changements entraînent avec eux une augmentation des contacts entre coraux et algues et une possibilité pour les algues de devenir actrices dans la dégradation des récifs coralliens. Cette semaine d'enseignement offrira une description des principaux objets d'étude (coraux et algues) et de leurs interactions ainsi que les concepts de base en chimie. Ces cours seront suppléés par un TP où les étudiants mèneront une expérience dont l'objectif sera de déterminer les effets chimiques des algues sur les coraux.

#### Cours 1 « Compétition coraux - algues »

Intervenante : Maggy Nugues

Ce cours soulèvera plusieurs questions sur la compétition coraux-algues et présentera des expériences de terrain et de laboratoire mises en œuvre pour y répondre : Comment varient les interactions coraux-algues suivant les espèces ? Quels sont les effets des algues sur les coraux jeunes et adultes? Comment les coraux peuvent-ils se défendre contre les algues? Par quels mécanismes les algues peuvent-elles affecter le corail? Y-a-t'il une synergie entre la compétition coraux-algues et d'autres facteurs de stress sur le corail? Nous mettrons en évidence l'impact négatif des algues sur plusieurs processus écologiques essentiels à la pérennité des récifs, dont le recrutement et la croissance du corail, et la nécessité de contrôler l'abondance des algues benthiques pour favoriser un retour de dominance par le corail.

#### Cours 2 « Comprendre l'association algue coralline – corail : des espèces clés aux médiateurs chimiques et microbiens »

Intervenante : Hendrikje Jorissen

Les algues corallines sont, après les coraux, les deuxièmes bâtisseurs des récifs coralliens. Pourtant, leur rôle est loin de se limiter à la construction de l'édifice corallien; elles pourraient avoir un rôle-clé comme attracteur de larves de coraux et contribuer à l'ensemencement du microbiome de ces derniers lors des premiers stades de vie. Ce cours présentera le projet CORALINE dont le but est de comprendre l'association intime algue coralline - corail. Ce projet interdisciplinaire propose d'unir observations sur le terrain, expériences en laboratoire et techniques de pointe en génétique, microbiologie et écologie chimique et métabolomique environnementale pour caractériser la nature de l'interaction microbienne et chimique entre ces deux holobiontes.



## Cours 3 «Produits agrochimiques : comment contrôler leur influence sur l'environnement»

Intervenante : Janine Cossy

Avoir de la nourriture en quantité et en qualité à un prix abordable est un défi dans le monde. Si l'emploi de produits chimiques (insecticides, herbicides, fongicides) peut résoudre une partie du problème, il faut être très prudent pour ne pas détruire la faune et la flore et respecter l'équilibre écologique. Selon Paracelse : « rien n'est poison, tout est poison : seule la dose fait le poison ». Il faut donc pouvoir déterminer la toxicité des molécules chimiques vis à vis de certains organismes et déterminer la dose à ne pas dépasser pour avoir l'effet recherché et ne pas avoir les effets secondaires. Il faut également pouvoir déterminer le mécanisme d'action des molécules sur les plantes et les animaux afin de pouvoir améliorer leurs propriétés et les rendre plus spécifiques. Dans le cadre de ce cours, nous nous intéresserons plus particulièrement aux herbicides.

### T.P «Expérience sur les interactions coraux -algues»

Intervenants : Maggy Nugues, Hendrikje Jorissen, Janine Cossy

Les participants seront amenés à conduire une expérience collective sur la compétition coraux – algues à l'interface entre l'écologie et la chimie. Celle-ci leur donnera la possibilité de se familiariser avec le travail de terrain, la collecte des organismes, la mise en place de protocoles expérimentaux, les extractions chimiques, l'analyse de données et la rédaction scientifique. Ce TP fera l'objet d'un rendu oral et écrit qui sera discuté collectivement à la fin de la formation.

## Summer School PSL - Coral reefs Volet « Hydrologie côtière »

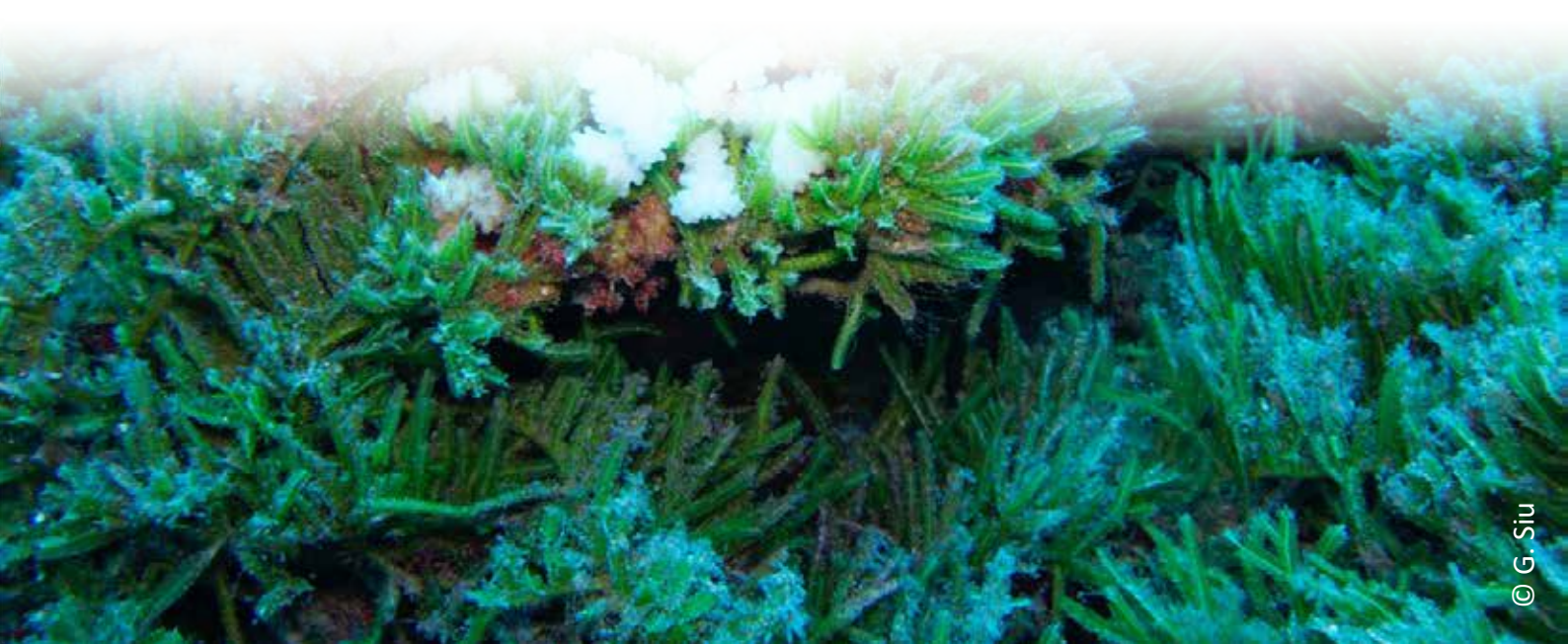
### Intervenant



Pierre Seraphin  
Mines Paris Tech

### Cours/TP «Introduction à l'hydrologie côtière»

Le lien terre-mer est primordial dans la gestion et la conservation des récifs coralliens et de leur biodiversité associée. Un réseau de mesures hydrologiques du bassin d'Opunohu a été mis en place au cours de l'été 2017. Ce dernier va permettre d'améliorer la caractérisation de l'hydrosystème du bassin versant, et offrira, par la suite, la possibilité de simuler le transport sédimentaire et géochimique jusqu'à la baie. Après une introduction aux fondamentaux et la présentation du contexte hydrologique et géologique, les étudiants seront invités à participer à la réalisation d'un jaugeage en rivière, et à la construction d'un modèle empirique de type pluie-débit.



# Summer School PSL - "Coral reefs"

## Volet « Sciences Humaines et Sociales »

### Intervenants



Maëlle Calandra  
Labex Corail/PSL,  
CREDO  
UMR 7308



Pauline Fabre  
EPHE, CRIOBE  
USR 3278.



Frédéric Torrente  
Chargé de conférence  
EPHE / CRIOBE  
USR 3278

### Présentation générale

L'enseignement en Sciences Humaines et Sociales offrira une formation introductive en anthropologie sociale et culturelle à la fois théorique et pratique. Les principaux objets d'étude, ainsi que les concepts aux fondements de la discipline seront introduits. L'aire culturelle océanienne sera plus spécifiquement traitée au travers des interventions de spécialistes de cette région. La grande diversité culturelle et historique du Pacifique Sud sera ainsi mise en évidence. Ces cours seront suppléés par un TD consacré à la méthodologie d'enquête et un TP d'initiation au terrain.

#### Cours 1 « Introduction à l'anthropologie sociale et culturelle »

Intervenante : Maëlle Calandra

Ce premier cours présentera la discipline, son histoire et ses objets d'étude. Il illustrera la diversité socio-culturelle et son approche anthropologique au travers d'un des domaines fondamentaux de l'organisation sociale : la parenté. Il abordera également le champ de l'anthropologie de la nature et insistera sur les différents types de rapports que peuvent entretenir les sociétés humaines avec le monde qui les entoure.

#### Cours 2 « Les sociétés polynésiennes dans leur environnement insulaire »

Intervenant : Frédéric Torrente (à confirmer)

Ce cours présentera les différents concepts polynésiens liés à l'environnement des îles hautes et des atolls. Seront abordées notamment les interactions entre les Polynésiens et les espèces marines emblématiques et énoncés en regard quelques principes fondamentaux d'ethnobiologie polynésienne. Puis la question des rapports de l'homme à l'environnement et des savoirs traditionnels qui en découlent sera traitée à travers deux exemples : celui d'un atoll (Anaa, Tuamotu) et celui d'un bassin versant d'une île haute (Opunohu, Mo'orea). Un accent particulier sera porté sur l'importance du sacré et de la part de l'immatériel dans la gestion ancestrale des environnements insulaires, qui, sous-estimée ou peu prise en compte aujourd'hui, est source d'incompréhensions et de décalages conceptuels majeurs dans la gestion contemporaine des espèces et espaces polynésiens.

#### T.D « Comment construire une enquête ethnographique ? »

Intervenante : Pauline Fabre

Les participants seront formés à la méthodologie d'enquête de terrain, c'est-à-dire à la pratique de l'observation participante et aux entretiens en contexte interculturel. Ce module a pour objectif de préparer les étudiants à une expérience de terrain organisée sur plusieurs jours, au cours de la deuxième semaine de formation.

#### T.P « Enquête de terrain »

Les participants seront amenés à conduire une enquête de terrain collective sur un thème en lien avec ceux développés lors de la première semaine de formation et qui permettra la transdisciplinarité. Celle-ci leur donnera la possibilité de se familiariser avec le travail de terrain, de mettre en application la formation méthodologique obtenue et de s'initier à l'écriture et à l'analyse anthropologique. L'analyse des données fera l'objet d'un rendu oral et écrit qui sera discuté collectivement à la fin de la formation.