

MASTER MICROBIOLOGIE

**PARCOURS MICROBIOLOGIE FONDAMENTALE ET APPLIQUÉE**

**Semestre 9**

**Option S9 (15 ECTS)**

## EBE - Ecologie et Biologie des Extrémophiles

### Présentation

**Langue d'enseignement de l'UE :** Français – Documents en français et anglais.

#### Descriptif

Acquisition de connaissances et de compétences sur le compartiment microbien associé aux environnements extrêmes.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

### Objectifs

Acquisition de compétences permettant de travailler sur le compartiment microbien associé aux environnements extrêmes

### Pré-requis nécessaires

Génétique microbienne, physiologie microbienne, écologie microbienne

### Compétences visées

Appréhender la diversité et la dynamique des communautés microbiennes dans leurs environnements extrêmes.

Connaître des modèles d'étude et leurs rôles dans les écosystèmes extrêmes.

Comprendre les différentes possibilités d'interactions mises en jeu entre microorganismes, microorganismes-eucaryotes, microorganismes-environnements, et les adaptations qui en découlent.

Savoir appliquer les méthodes culturales (anaérobiose, haute température, haute pression hydrostatique...) et moléculaires (-omiques, phylogénies) les plus adaptées au modèle étudié.

### Descriptif

#### Acquis d'apprentissage

Ces apprentissages seront dispensés principalement via des cours magistraux (CM) sous forme de séminaires en présentiel à chaque fois que possible ou par visioconférences.

Ces cours exposeront les dernières avancées scientifiques dans le domaine et permettront des échanges interactifs (partages de réflexions) ; avec parfois un développement sous forme d'exercices, d'études de cas qui permettront des échanges approfondis au sein du groupe (TD).

Ces cours seront dispensés par des enseignants-chercheurs et chercheurs spécialistes de la microbiologie des milieux extrêmes, et les thèmes suivants seront présentés:

- Ecologie microbienne des environnements extrêmes (environnements hydrothermaux marins...): Diversité et distribution de groupes phylogénétiques importants (importance relative des différents types physiologiques et métaboliques; importance écologique: contribution de ces activités métaboliques dans les cycles biogéochimiques locaux; relations avec la macrofaune).
- Adaptations cellulaires et moléculaires des micro-organismes aux hautes pressions hydrostatiques, aux hautes températures
- Epibioses en milieu hydrothermal : Identification, description et rôle des communautés microbiennes (cas de la crevette *Rimicaris exoculata*).
- Diversité et rôle des éléments génétiques mobiles (virus, plasmides, vésicules) chez les bactéries et archées thermophiles
- Génomique et protéomique des extrémophiles: Réplication et réparation de l'ADN chez les archées hyperthermophiles

### Bibliographie

Brock (M.T. Madigan and J.M Martinko) Biologie des microorganismes

Publications scientifiques illustrant les cours magistraux

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2

## Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
--------------------------	----------	--------	--------------	-------------	-----------

Report de notes

Autre nature

Report CC

## VIR - Virologie - Virospère

### Présentation

Éléments de base pour la compréhension du monde des virus (humain, animal, végétal, microbien). Méthodes d'exploration des virus; place de la culture cellulaire, de la microscopie électronique et des techniques immunologiques et moléculaires : description, avantages et limites de ces techniques (virus difficilement cultivables).

Approche génomique et métagénomique : étude du virome (inventaire complet des gènes dans un environnement donné)

Etude épidémiologique virale : écosystème, dissémination, contrôle.

Comprendre la dynamique des communautés virales selon l'environnement considéré (en santé humaine et vétérinaire, en agro-alimentaire et en milieu marin).

### Objectifs

Les apprentissages visent à comprendre à travers différents modèles (microbien, végétal, animal et humain), l'évolution des virus, leur émergence, leurs interactions dans les différents écosystèmes avec les eucaryotes et les procaryotes.

Ils visent aussi à appréhender les méthodes d'exploration les plus adaptées selon leur nature et leur environnement et les méthodes pour l'analyse des clusters.

Les modes de prévention peuvent être étudiés en parallèle. Par contre, l'approche thérapeutique avec les antiviraux ne sera pas traitée ici.

Ces apprentissages seront dispensés via des cours magistraux interactifs (CMI) sous forme de séminaires en présentiel à chaque fois que possible ou en visioconférences, en lien avec les domaines d'application (biotechnologie, santé, vétérinaire, agroalimentaire, écologie marine), incluant de la réflexion individuelle, du partage d'explications et des exercices de mises en situation en groupe (TD).

Les CM se répartissent en 10 thèmes de 3h avec des intervenants du monde de la recherche du Grand-Ouest, soit 30h CM/TD pour 3 ECTS :

1. Rappel de virologie, Méthodes d'exploration, Application à l'étude épidémiologique des HPV (C.Payan, UBO)
2. Etude du virome dans les infections respiratoires humaines (S.Vallet, UBO)
3. Génotypes et circulation du virus de l'Hépatite B (V.Thibault, UR1)
4. Epidémiologie virale, exploration du VHE en élevage porcin (N.Rosé, ANSES Ploufragan)
5. Coronavirus et chauve-souris (M. Le Gouil, Université de Normandie, Caen)
6. Virus entériques humains et contamination de l'environnement littoral (S. Le Guyader, IFREMER Nantes)
7. Force évolutive chez les virus et écologie virale chez les végétaux (M Le Romancer, UBO)
8. Course à l'armement: Système de défense hôtes - virus, Interaction entre les virus et les vésicules y compris en milieu marin (C.Geslin, UBO)
9. Ecologie virale marine ; virus et algues (AC. Baudoux, CNRS Roscoff)
10. Virus pathogènes des poissons d'élevage : diversité, moyens d'étude et de diagnostic, stratégies de contrôle (T. Morin, IFREMER Brest)

### Pré-requis nécessaires

Notions de virologie (L3 ou M1), en génétiques microbiennes et cellulaires, en immunologie, en écologie microbienne.

### Compétences visées

Appréhender les virus et la dynamique des communautés virales dans leur environnement.

Appliquer les méthodes d'investigation adaptées.

Identifier des facteurs d'émergence.

Maîtriser les techniques d'analyse haut débit "omiques".

Contrôle du risque viral.

### Modalités de contrôle des connaissances

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature			Report CC

## MIM - Microbiologie Marine

### Présentation

Les communautés microbiennes, phototrophes, autotrophes et hétérotrophes, sont pleinement impliquées dans les grands cycles biogéochimiques, en particulier celui du carbone, mais il faut également compter aujourd'hui avec les virus dont le rôle était jusqu'à peu totalement ignoré. Depuis une vingtaine d'années, grâce à l'apport des nouvelles technologies d'étude moléculaire, d'importantes découvertes ont été réalisées dans la connaissance de l'abondance, de la diversité et des rôles majeurs et jusqu'alors insoupçonnés des communautés de bactéries, d'archées et de virus dans l'océan côtier, du large, à la surface comme dans la profondeur de la colonne d'eau ainsi que dans les sédiments marins et même dans la biosphère profonde de sub-surface. Si leur rôle dans le recyclage de la matière organique était déjà assez bien établi, grâce à l'apport des « omics », de nouvelles voies métaboliques ont été découvertes notamment dans les « Marine groups » archéens qui constituent une fraction tout à fait importante des communautés procaryotiques marines. Ainsi, la compréhension du fonctionnement biologique et biogéochimique de l'océan ne peut plus se faire sans intégrer, à quelque niveau du réseau trophique que ce soit, l'impact des communautés microbiennes et virales.

#### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 5h

Cours Magistral : 22h

### Objectifs

L'objectif est d'acquérir des notions très spécialisées et à la pointe des connaissances les plus actuelles de la diversité et du rôle écologique des microorganismes, bactéries, archées, champignons et virus inféodés au milieu marin.

### Pré-requis nécessaires

Biologie des microorganismes ; écologie marine ; méthodologie en biologie moléculaire ; génomique et protéomique

### Compétences visées

Comprendre et savoir discuter et interpréter la diversité et le rôle fonctionnel des microorganismes marins

Reconnaître et analyser la diversité métabolique dans l'environnement marin

Savoir définir un schéma d'étude dédié à l'analyse des communautés microbiennes en interaction avec un hôte animal, végétal ;

Savoir déterminer et analyser le rôle d'un microorganisme dans le recyclage de la matière par l'étude de son métabolisme

Maîtriser la notion d'holobiome

### Descriptif

Ce cours (30h) est réalisé principalement sous la forme de mini-conférences présentées par une dizaine d'intervenants extérieurs, tous chercheurs microbiologistes (Université Paris VI - Station biologique de Roscoff, CNRS, Ifremer, Université Bretagne sud, UBO) impliqués dans différents programmes de recherche s'intéressant au domaine marin. Ces mini-conférences présenteront un panorama de la « science en marche » et couvrant des aspects aussi variés que possible pour permettre la prise de conscience de l'intérêt et des enjeux primordiaux que représente cette discipline de recherche pour cet écosystème majeur de notre planète. Parmi les thèmes abordés, nous trouverons : l'étude des symbioses bactériennes (macroalgue, éponge, ou macro-invertébrés des sources hydrothermales) ; l'importance de la photohétérotrophie dans l'océan arctique ; la diversité des communautés bactériennes d'origine fécale en zone côtière ; la théorie des réseaux au service de la redéfinition des provinces biogéographiques et de la distribution des communautés microbiennes ; l'étude de la dynamique et de la structure des populations *Vibrio spp.* et l'émergence de pathogènes en lien avec le changement climatique ; les « Emerging Bioinformatic Applications in Microbial Ecogenomics » ; le mobilome des sources hydrothermales ; la biosphère microbienne de subsurface sous le plancher océanique, etc...

Ces mini conférences seront complétées par un travail personnel d'analyse d'articles scientifiques illustrant ces divers aspects de la discipline.

L'acquisition des connaissances est évaluée par un examen théorique terminal d'une durée de 2h. Ce cours est crédité de 3 crédits.

### Bibliographie

« Marine Microbiology, ecology and applications », Colin Munn, Ed. Garland Science ; « Microbial Ecology of the oceans », D.L. Kirchman, Ed. Wiley-Liss Inc.

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2

## Session 2 : Contrôle de connaissances

<b>Nature de l'enseignement</b>	<b>Modalité</b>	<b>Nature</b>	<b>Durée (min.)</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Remarques</b>
---------------------------------	-----------------	---------------	---------------------	--------------------	------------------

Report de notes

Autre nature

Report CC

## BIM - Biotechnologies Marines

### Présentation

The main objective of this course is to provide students with general information for better understanding the biotechnological potential of marine heterotrophic microorganisms. The unit will focus on acquiring a broad knowledge on the biodiversity and physiology of marine microorganisms, in order to target specific populations according to the desired industrial applications. Different molecular tools applied to the microbial diversity description and data mining will be presented. New strategies for the screening, isolation and culture of marine heterotrophic microorganisms as well as the production of biomass and/or metabolite in bioreactors will be also described. This unit will be illustrated by different research projects using marine microorganisms for biotechnological applications.

At the end of this course, students will:

- be aware of the huge diversity of marine heterotrophic micro-organisms
- understand the link between biodiversity, microbial physiology and potential biotechnological applications
- have a basic knowledge on the use of molecular tools with biotechnological applications
- have a thorough knowledge of innovative approaches used for the isolation and culture of marine heterotrophic microorganisms
- be aware of the classically used screening methods
- know the basic principles of biomass and metabolites production in bioreactors
- have examples of research applications for the industries with the use of marines microorganisms or metabolites

### Pré-requis nécessaires

*Basic knowledge on microbial structure, growth and physiology (practical and theoretical)*

### Descriptif

- Presentation of the huge diversity of heterotrophic marine microorganisms focusing on the link between biodiversity (adaptation to different habitats, metabolism, communication/interaction..) and their potential biotechnological applications (4h)
- Presentation of innovative approaches used for marine heterotrophic microorganism isolation (dilution to extinction, micro-encapsulation, optical tweezers, diffusion chambers etc..) and culture (high throughput cultural techniques and design of culture media) (4h)
- Screening methodologies (cultural and molecular techniques) used for industrial targets (antimicrobial, antifouling, polyhydroxyalkanoate...) (4h)
- Presentation of the basic principles of marine microbial biomass and metabolite production (bioreactor design and operation modes, yields and stoichiometry) (4h)
- Presentation of examples of research applications for the industries with the use of marines microorganisms or metabolites (biofouling, green plastics health, cosmetic, food/feed..) (6h)
- Presentation of molecular tools (microorganisms identification, data mining..) for biotechnological applications (4h)

### Teaching methods

The course will be held in form of lectures. Moreover, the students, working as a team, will have to propose an idea of biotechnological application of marine microorganisms in order to build a research plan. Each student group will present its proposal for 15 min with 10 min of questions.

### Bibliographie

New approaches for bringing the uncultured into culture. S L'Haridon, GH Markx, CJ Ingham, L Paterson, F Duthoit & G Le Blay. In The marine microbiome – an untold resource of biodiversity and biotechnological potential Editors: L.J. Stal & M.S. Cretoiu Publisher: Springer 2016

Screening microorganisms for bioactive compounds. S Giubergia, C Schleissner, F de la Calle, Pretsch, D Pretsch, L Gram & MS Thøgersen. In The marine microbiome – an untold resource of biodiversity and biotechnological potential Editors: L.J. Stal & M.S. Cretoiu Publisher: Springer 2016

Exploring the microbiology of the deep sea. M Jebbar, P Vannier, G Michoud & VT

Marteinson. In The marine microbiome – an untold resource of biodiversity and biotechnological potential Editors: L.J. Stal & M.S. Cretoiu Publisher: Springer 2016

Marine fungi. V Rédou, M Vallet, L Meslet-Cladière, A Kumar, KL Pang, YF Pouchus, G Barbier, O Grovel, S Bertrand, S Prado, C Roullier & G Burgaud. In The marine microbiome – an untold resource of biodiversity and biotechnological potential Editors: L.J. Stal & M.S. Cretoiu Publisher: Springer 2016

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 5h

Cours Magistral : 22h

Entrapment of anaerobic thermophilic and hyperthermophilic marine microorganisms in a gellan/xanthan matrix. Landreau M, Duthoit F, Claeys-Bruno M, Vandenaabeele-Trambouze O, Aubry T, Godfroy A, Le Blay G. J Appl Microbiol. 2016 Mar 1.

Discovery of a mcl-PHA with unexpected biotechnical properties: the marine environment of French Polynesia as a source for PHA-producing bacteria. Wecker P, Moppert X, Simon-Colin C, Costa B, Berteaux-Lecellier V. AMB Express. 2015 Dec;5(1):74.

## Modalités de contrôle des connaissances

---

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature			Report CC

## ECN - Ecologie Numérique

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 5h

Cours Magistral : 22h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature			Report CC

## MSEC - Microbiologie et Sécurité des aliments

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 26h

Travaux Dirigés : 12h

Travaux Pratiques : 10h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2 - UE 100% enseignée à Rennes en visio

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature			Report CC

## PSB - Pathogénie et Symbiose

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Dirigés : 8h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2 - UE à 50 % enseignée à Rennes en visio -

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature			Report CC

## VDB - Valorisation des déchets biologiques

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 26h

Travaux Dirigés : 10h

Travaux Pratiques : 12h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2 - UE 100% enseignée à Rennes en visio

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature			Report CC

## MHD - The Human Microbiota in Health and Disease

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2 -

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature			Report CC

## MTT - Microbiota Targeted Therapies

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 14h

Travaux Dirigés : 2h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Ecrit et/ou Oral		1	Pas de session 2

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Report de notes	Autre nature			Report CC