Université de Bretagne Occidentale

# Master Biologie

## Parcours Sciences biologiques marines (SBM)

## Objectifs

Les titulaires de ce diplôme sont des professionnels qui peuvent être chargés de :

- Mener des études et encadrer des projets dans le domaine de la biologie des organismes marins (conduite d'élevages, gestion des ressources vivantes) ;

- Contribuer à la diffusion des connaissances, informer et former dans le domaine de la biologie des organismes marins à des publics variés (publics en formation, décideurs politiques, chefs d'entreprise,...) ;

- Assurer la communication autour d'un projet ou sur un sujet précis ;

- Réaliser des diagnostics et apporter des conseils à différents types d'interlocuteurs dans le domaine de la biologie des organismes marins ;

- Concevoir, développer et expérimenter des méthodologies innovantes dans le cadre de thématiques de recherche en biologie marine.

## Conditions d'accès

En Master 1 :

> licence en Biologie, Écologie, Biochimie, Physiologie
> licence pro en Aquaculture, Conservation

En Master 2 : bac +4 Biologie, Écologie, Biochimie, Physiologie

Sur validation des acquis de l'expérience (VAE).

## Poursuite d'études

Accès possible en doctorat.

## Insertion professionnelle

Ce professionnel peut exercer dans le secteur de la recherche fondamentale et appliquée dans les organismes de recherche (universités, CNRS, IFREMER,...).Il peut également intervenir au niveau des entreprises impliquées dans l'exploitation des ressources marines, aussi bien au niveau des organismes (ressources alimentaires, biocarburants,...) que de leurs composants (substances naturelles d'intérêt biologique, effets des pollutions,...).

Il peut exercer les emplois de :

- Ingénieur en techniques biologiques

- Ingénieur en techniques de production et expérimentation animale

- Chargé d'études environnement

- Chargé de mission auprès des collectivités territoriales

- Chercheur

- Enseignant-chercheur (après concours)

## Infos pratiques

**Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM)** à Brest Technopole
Ouvert en stage

## Contacts


### Responsable pédagogique
CHARRIER Grégory
### Responsable Secrétariat pédagogique
Scolarité IUEM
scolarite-iuem@univ-brest.fr

Université de Bretagne Occidentale

## Programme

# M1

## semestre 7 Biologie

| | |
|---|---|
| **Inter SML** | 20h |
| **Techniques de recherche documentaire** | 12h |
| **Scientific communication in English 1** | 18h |
| **Introduction à la chimie marine** | 36h |
| **Océanographie physique** | 36h |
| **Ecophysiologie marine** | 40h |
| **Introduction à la biologie des populations marines** | 40h |
| **Communautés et écosystèmes marins** | 40h |
| **Quantitatives methods in marine sciences - Traitement des données biologiques** | 40h |

## semestre 8 Biologie Sciences biologiques marines

| | |
|---|---|
| **Projet Interdisciplinaire Mutualisé** | 24h |
| **Scientific communication in English 2** | 27h |
| **Stage M1** | |
| **Spécialité "Individu"** | |
| - Pratiques analytiques de l'écologie des individus et populations | 36h |
| - Génomique fonctionnelle | 34h |
| - Ecotoxicologie & Réponse au stress | 36h |
| - Observation de la diversité marine au laboratoire | 36h |
| **Spécialité "Populations"** | |
| - Pratiques analytiques de l'écologie des individus et populations | 36h |
| - Observation de la diversité marine au laboratoire | 36h |
| - Ecotoxicologie & Réponse au stress | 36h |
| - Ecologie évolutive et dynamiques éco-évolutives | 36h |
| - Génomique fonctionnelle | 34h |
| - Ressources vivantes marines exploitées | 36h |
| **Spécialité "Écosystèmes"** | |
| - Pratiques analytiques de l'écologie des communautés et écosystèmes | 36h |
| - Organisation fonctionnelle des communautés de micro-organismes | 36h |
| - Ecologie évolutive et dynamiques éco-évolutives | 36h |
| - Observation de la diversité marine sur le terrain | 36h |
| **Spécialité "Quantitatif"** | |
| - Pratiques analytiques de l'écologie des communautés et écosystèmes | 36h |
| - Organisation fonctionnelle des communautés de micro-organismes | 36h |
| - Ecologie évolutive et dynamiques éco-évolutives | 36h |
| - Observation de la diversité marine sur le terrain | 36h |
| **UE facultative** | |
| - Université Flottante | 24h |

# M2

## semestre 9 Biologie SBM

| | |
|---|---|
| **Controverses Science-Société** | 20h |
| **Anglais** | 22h |
| **Médiation scientifique et rencontres professionnelles** | |
| **Mini projet de recherche** | |
| **Spécialité "Individu"** | |
| - Ecophysiologie approfondie végétale | 32h |
| - Ecophysiologie approfondie animale | 32h |
| - Lipides marins : rôles biologiques et applications | 32h |
| - Ecologie chimique des organismes marins | 32h |
| - Génomique en sciences de la mer/Marine genomics | 32h |
| - Modélisation des systèmes biologiques | 32h |
| **Spécialité "Populations"** | |
| - Ecophysiologie approfondie animale | 32h |
| - Bioinformatique et génomique des populations | 32h |
| - Modeling for the conservation of marine megafauna | 30h |
| - Ecophysiologie approfondie végétale | 32h |
| - Modélisation océanique pour l'étude de la connectivité marine | 32h |
| **Spécialité "Écosystèmes"** | |
| - Paléoenvironnements & Paléoécologie | 32h |
| - Modélisation des systèmes biologiques | 32h |
| - Flux d'énergie et cycles biogéochimiques | 32h |
| - Lipides marins : rôles biologiques et applications | 32h |
| - Ecologie chimique des organismes marins | 32h |
| **Spécialité "Quantitatif"** | |
| - Interactions physique-biologie | 32h |
| - Modélisation des systèmes biologiques | 32h |
| - Ecologie numérique | 32h |
| - Modeling for the conservation of marine megafauna | 30h |
| **UE optionnelle M2 SBM (1 au choix)** | |
| - Chimiodiversité marine et applications en biotechnologie - Marine Chemodiversity and application in Biotechnology | 32h |
| - Populations et peuplements exploités | 32h |
| - Biodiversité : maintien, érosion et restauration | 32h |
| - Bio-indicateurs de la qualité des habitats | 32h |

## semestre 10 Biologie SBM

| | |
|---|---|
| **Stage M2** | |
| **Projet Interdisciplinaire Mutualisé** | 24h |

Dernière mise à jour le 02 mars 2026

Université de Bretagne Occidentale

# Inter SML

## Présentation

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 20h

L'UE InterSML a pour finalité d'initier les étudiants à la pluridisciplinarité en les sensibilisant aux questionnements scientifiques autour d'une thématique commune de sciences de la Mer et du littoral. Cette UE permet d'aborder la démarche d'observation : de l'acquisition de la donnée, l'exploitation de celle-ci, aux différentes méthodes d'interprétation propre à chaque discipline.

## Objectifs

De par son dispositif d'*active learning*, l'UE InterSML permet de faire du lien entre les étudiants de Master 1 de toutes mentions SML, mais aussi de développer de nombreuses compétences transverses comme l'adaptabilité ou l'empathie. Cette UE propose également une première une ouverture à l'interdisciplinarité et une acculturation aux enjeux sociétaux.

## Pré-requis nécessaires

aucun

## Compétences visées

- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances
- Prendre des responsabilités pour contribuer aux savoirs et aux pratiques professionnelles
- Analyser ses actions en situation professionnelle
- Conduire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
- S'approprier les enjeux environnementaux et sociétaux actuels et futurs et développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
- Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Cette UE est menée en mode projet pluridisciplinaire. Elle est commune à plusieurs mentions de Master du domaine SML.
Une thématique commune de travail pour les ateliers est choisie collégialement. Cette thématique peut varier selon les années. Cette UE est découpée en trois séquences :

**Première séquence**
4 d'ateliers disciplinaires sont suivis par les étudiants. Pour ces ateliers, des groupes pluridisciplinaires sont formés afin de favoriser l'exploration disciplinaire par le prisme étudiant. Ces ateliers se déroulent sur 4 jours avec des ateliers par ½ journée.

**Deuxième séquence**
Temps de travail autonome, par groupes préalablement construits, afin de préparer la restitution évaluative. Deux séances de suivi de projet ou bilan d'étape. Ces séances se font en commun avec tous les groupes afin que les étudiants partagent leurs avancées et expriment leurs difficultés si besoin à l'ensemble de l'équipe pédagogique et des autres étudiants. C'est également l'occasion d'affiner leur thématique d'exploration choisie pour l'évaluation.

**Troisième séquence**: Journée « interdisciplinarité et formation »
La matinée de cette journée est consacrée à la l'évaluation sous forme de restitution orale de 30 minutes (15 minutes de présentation et 15 minutes de question) devant un jury. Une restitution écrite individuelle concise (1 page maximum) doit-être remise en amont de cette restitution orale.
L'après-midi les étudiants de M1 doivent assisté aux restitutions des travaux des M2, sous le format d'une simulation de Conférence des Parties (COP) et dons la présentation des accords locaux trouvés pour répondre aux ODD.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 20% | |
| | CT | Oral - exposé | 30 | | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Techniques de recherche documentaire

## Présentation

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 3h
Travaux Pratiques : 9h

Cette UE a pour but de présenter aux étudiants des méthodes pour recherche documentaire avancée, des outils de recherche d'information scientifique et des méthodes et outils de gestion de l'information. Les étudiants seront également introduits au droit en matière d'utilisation de l'information, à la citation bibliographique, et au plagiat.

## Objectifs

> Etre capable de trouver de l'information scientifique avec des outils et des méthodes avancés
> Savoir à terme reconnaître l'information la plus pertinente et être en mesure d'utiliser et de gérer celle-ci à l'aide d'outils spécialisés
> Être capable d'utiliser cette information dans un travail universitaire en respectant les normes en vigueur et le droit d'auteur

## Pré-requis nécessaires

> Connaissance des outils numériques de base et pratique courante des navigateurs internet et des moteurs de recherche
> Bonne maîtrise de son domaine de connaissance et du vocabulaire associé souhaitée

## Compétences visées

> Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
> Élaborer une recherche d'information scientifique et technique en utilisant des méthodes et outils adaptés
> Construire son environnement informationnel en organisant l'information recueillie afin qu'elle soit mobilisable
> Utiliser l'information dans le cadre d'un travail universitaire en appuyant ses travaux sur une information validée par les experts dans le respect des règles

## Descriptif

Cette UE repose sur une série de quatre séances pratiques et une séance de mise en situation et d'accompagnement :

> Module A : "Etre efficace dans sa recherche documentaire"
> Module B : "La gestion bibliographique avec Zotero"
> Module C : "Recherchr l'information scientifique avec le Web"
> Module E : "Utiliser et diffuser l'information"

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir maison | | 1 | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 1 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Scientific communication in English 1

## Présentation

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 18h

Cette UE vise à améliorer l'anglais scientifique en sciences biologiques de l'environnement marin, au travers de la lecture et de la présentation orale, de type conférence scientifique internationale, de publications scientifiques récentes. Séances de lecture, recherche et suivi encadrés par les chercheurs et EC référents. Elle se passe entièrement en langue anglaise.

*English : This course is taught in English.*

## Objectifs

> Comprendre la structuration d'un article scientifique et un poster scientifique et les règles d'écriture en langue anglaise.
> Développer un esprit critique par rapport à la littérature scientifique

## Pré-requis nécessaires

Niveau B1 en anglais

## Compétences visées

> Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun

## Descriptif

Cette UE repose sur la lecture et traduction de publications scientifiques récentes sur des sujets d'actualité en biologie marine. Ce travail aboutit à l'organisation d'une présentation orale d'un poster scientifique, de type conférence internationale en langue anglaise, d'article scientifique prédéfini et recherche bibliographique pour compléter l'étude.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral - exposé | 45 | 1 | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral - exposé | 45 | 1 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Introduction à la chimie marine

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Pratiques : 24h
Cours Magistral : 8h
Terrain : 4h

Cette UE présente la Chimie Marine, de l'émergence de la discipline au XVII$^{ème}$ siècle en passant par l'évolution des concepts et des avancées méthodologiques. Les techniques analytiques actuelles pour la détermination des paramètres clefs sont également enseignées. Les travaux pratiques (à la mer et au laboratoire) constituent une part importante de cet enseignement.

## Objectifs

> Appréhender les concepts fondamentaux de la Chimie Marine. Acquérir la méthodologie pour la mesure des paramètres chimiques de l'eau de mer
> Fournir un préambule indispensable à l'étude des écosystèmes marins qui est abordée dans un contexte pluridisciplinaire dans d'autres UE

## Pré-requis nécessaires

Chimie générale, Chimie analytique, Chimie des solutions

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Descriptif

Cette UE s'organise autour de CM et de TP. Les CM proposent une présentation de la discipline et de son importance au sein de l'Océanographie hauturière et côtière : concepts et définitions, présentations des paramètres clefs et de leurs conditions d'acquisition. Les TP consistent quant à eux à effectuer des prélèvements à la mer puis à analyser des paramètres clefs de la chimie marine (salinité, oxygène dissous, pH, alcalinité, système des carbonates, nutriments azotés, phosphate, silicate, silice biogénique, fer dissous, chlorphylle-*a* et carbone organique particulaire) au cours de séquences de travaux pratiques en laboratoire.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 0.5 | |
| UE | CC | Ecrit - rapport | | 0.5 | rapport travaux pratiques |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 0.5 | |
| UE | Report de notes | Ecrit - rapport | | 0.5 | report de la note de session 1 |

Université de Bretagne Occidentale

# Océanographie physique

## Présentation

Cette UE a pour objectif d'acquérir des clés permettant un accès à la bibliographie traitant du rôle des mécanismes physiques dans l'océan sur les organismes marins et les flux biogéochimiques associés. Elle vise aussi à mettre en place des raisonnements et des approches en biologie marine prenant en compte la complexité et la variabilité de l'environnement marin.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 18h
Travaux Dirigés : 18h

## Objectifs

> Acquérir les notions fondamentales d'océanographie physique permettant aux étudiants en biologie et chimie marine la compréhension du couplage entre physique et biogéochimie.
> Comprendre des mécanismes physiques dans l'océan et leur impact possible sur la biologie et biogéochimie, notamment dans les couches superficielles de l'océan.
> Savoir analyser les mécanismes de transport et de diffusion en termes d'échelles de temps et d'espace à l'aide d'une analyse dimensionnelle.

## Pré-requis nécessaires

Notions de base en Physique et Mathématiques acquises en licence de Biologie ou Chimie

## Compétences visées

> Développer une vision holistique et pluridisciplinaire des problématiques environnementales dans le contexte du changement global. Diagnostiquer l'état de santé d'un écosystème
> Mobiliser les savoirs formels et le socle de compétences de disciplines connexes (physique, biologie, géochimie...) et savoir les mettre en relation
> Intégrer les processus biogéochimiques clés qui régulent les grands cycles des éléments et les flux de matière dans l'hydrosphère

## Descriptif

Cette UE est organisée sous la forme de CM et de TD. Les CM presentent le contenu suivant :

> Introduction – Motivations – et quelques rappels de Mathématiques
> Principales Caractéristiques Physiques de l'Océan
> Notion de Flux – Équation d'advection-diffusion
> Analyse dimensionnelle – Équilibres hydrostatique et géostrophique
> Turbulence – Couche Mélangée et Couche d'Ekman
> Bilan de masse, de sel et de chaleur dans l'océan
> Circulation générale océanique et masses d'eau
> Quelques exemples d'interactions physique-biologie

Les CM sont illustrés par des TD mettant en application directe les notions développées dans le cours. Les exercices développés sont le plus possibles issus de l'écologie et de la biogéochimie marine (phytoplancton, larves, polluants, traceurs radioactifs, récifs coralliens, ...)

## Bibliographie


> The Open University Course : Ocean Circulation
> The Open University Course : Seawater: Its Composition, Properties and Behaviour
> Introduction to Physical Oceanography, Robert Stewart, Texas A&M Universityhttps://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/20)
> Dynamics of Marine Ecosystems (Biological-Physical Interactions in the Ocean) (Mann & Lazier)


## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 2/3 | |
| UE | CT | Oral | 15 | 1/3 | |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 2/3 | |
| UE | CT | Oral | 15 | 1/3 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecophysiologie marine

## Présentation

Les cours dispensés dans cette UE abordent le fonctionnement physiologique et écophysiologique des organismes marins (animaux et végétaux) au travers de l'étude des grandes fonctions physiologiques en relation avec les particularités du milieu marin, et les adaptations physiologiques qui en découlent. Les concepts abordés en cours seront mis en pratique lors d'expérimentations sur des organismes modèles.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 20h
Travaux Dirigés : 8h
Travaux Pratiques : 10h
Autres : 2h

## Objectifs

> Acquérir les connaissances fondamentales sur les grandes fonctions physiologiques et leurs particularités en milieu marin, les outils d'études de la physiologie et l'écophysiologie
> Appréhender la plasticité phénotypique comme un processus d'acclimatation à l'environnement

## Pré-requis nécessaires

Connaissances niveau licence en biologie animale et végétale (anatomie, classification) des espèces

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique

## Descriptif

Cette UE est organisée sous la forme d'un ensemble de CM, TD et TP, et s'articule autour de trois parties :

**1. Les grands concepts de la physiologie et leur histoire**

**2. Physiologie et écophysiologie animale**

> La fonction de nutrition et sa relation avec le bilan énergétique global
> La fonction de reproduction, du gène à l'individu : contrôle par les facteurs environnementaux
> Le système immunitaire et de défense
> Adaptation des organismes marins aux variations de température

**3. Physiologie et écophysiologie végétale**

> La fonction de photosynthèse
> Écophysiologie du phytoplancton, nutrition minérale
> La fonction de reproduction
> TP Culture de micro-algues, suivi des paramètres physiologiques et mesure de l'effet des carences nutritives sur l'activité photosynthèse et interprétation des données

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Oral | | 15% | |
| | CC | Ecrit - rapport | | 25% | |
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 180 | 60% | |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Ecrit - rapport | | 40% | |
| | CT | Oral | 20 | 60% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Introduction à la biologie des populations marines

## Présentation

Cette UE vise à fournir aux étudiants le socle de connaissances nécessaires pour comprendre les processus régissant la dynamique des populations ainsi que leur évolution au cours des générations. *In fine*, cette UE doit fournir aux étudiants les clés d'entrée pour aborder avec un regard critique la littérature scientifique traitant de la dynamique et la génétique des populations marines.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h
Travaux Pratiques : 8h
Cours Magistral : 16h

## Objectifs

> Connaître et utiliser les modèles permettant de rendre compte de la trajectoire temporelle de l'abondance d'une population d'organismes marins, d'identifier les facteurs affectant la trajectoire, et d'évaluer la viabilité de cette dernière et l'effet de mesures de mitigation
> Maîtriser les bases théoriques et méthodologiques de la génétique des populations, pour comprendre comment les forces évolutives façonnent la diversité et la structure génétique des populations marines

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances de base en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, statistiques)
> Connaissances de base dans l'utilisation du langage R

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Formaliser les processus démographiques et évolutifs gouvernant la viabilité des populations face aux pressions anthropiques environnementales
> Mettre la théorie statistique au service de la conception de l'étude, de la décision, et de l'inférence. Développer des modèles populationnels pour étudier des scénarios de trajectoires face aux changements globaux. Conduire une analyse statistique de la distribution spatio-temporelle de la diversité génétique des populations
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

L'UE est organisée autour de deux grands volets : 1/ Dynamique des populations, et 2/ Génétique des populations

**1/ Dynamique des populations**

1. Modèles de population non structurée
2. Modèles de population structurée
3. Typologie démographique et syndrome du rythme de vie (Pace Of Life Syndrome)
4. Densité-dépendance et régulation
5. Stochasticité environnementale et démographique

Méthodes d'enseignement : CM complétés par une série de TP/TD avec R permettant de développer et utiliser des modèles populationnels. Un TP porte également sur la collecte et l'analyse de données pour la réalisation d'un suivi temporel de la dynamique d'une population de *Donax.*

**2/ Génétique des populations**

1. Introduction - Rappels - Bilan des connaissances
2. Diversité génétique intra-populationnelle
3. Dérive génétique
4. Connectivité et structure génétique des populations
5. Sélection

Méthodes d'enseignement : la partie dédiée à la génétique des populations est organisée sous la forme de CM, TD et TP. Les CM sont organisés sous la forme de classe inversée. Ces CM sont complétés par trois TD et un TP afin de 1/ Apprendre à analyser des données de génétique des populations en appliquant une méthodologie avec R, et 2/ Développer un regard critique pour comprendre et interpréter les données publiées dans la littérature.

Université de Bretagne Occidentale

## 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 - devoir maison | | 1/2 | |
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 180 | 1/2 | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | Report de notes | Ecrit - devoir maison | | 1/2 | |
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 1/2 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Communautés et écosystèmes marins

## Présentation

Cette UE vise à présenter aux étudiants la structure et le fonctionnement écologique des communautés et écosystèmes marins, d'un point de vue tant théorique que pratique, en mettant l'accent sur un certain nombre d'environnements océaniques et côtiers remarquables, en zones tempérée et tropicale.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Pratiques : 5h
Autres : 3h
Cours Magistral : 28h
Terrain : 4h

## Objectifs

> Connaître les grandes caractéristiques (physiques, chimiques et biologiques) et la structuration générale des principaux écosystèmes marins
> Savoir décrire le fonctionnement écologique des biocénoses marines, benthiques et pélagiques (et leur couplage), en milieu côtier et océanique

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances de base en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, statistiques)
> Connaissance de la classification des êtres vivants et notions de base en taxonomie

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (*e.g.* biodiversité, interactions biotiques)
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)

## Descriptif

Cette UE repose sur une part importante de cours magistraux axés sur :

> La présentation générale du milieu marin, ses grandes subdivisions, les principaux facteurs écologiques à l'origine de la structuration des communautés ;
> Le fonctionnement écologiques des biocénoses (interactions biotiques, réseaux trophiques) et le couplage pelagos-benthos ;
> La structure et le fonctionnement d'un certain nombre d'écosystèmes remarquables (milieux intertidaux et estuariens, écosystèmes néritiques, plages de sables, récifs coralliens, mangroves, écosystèmes profonds) ;
> La caractérisation des principales pressions d'origine anthropique pesant sur ces différents milieux (e.g. marées noires, étude de cas sur l'eutrophisation côtière).

Ces cours magistraux sont complétés par du travail de terrain :

> Sortie sur un estran rocheux (étude de la structuration des communautés de macroalgues, présentation des brouteurs et de la macrofaune sessile, interactions entre organismes) ;
> Sortie en mer sur le navire de recherche N/O Albert Lucas (prélèvements de macrofaune et de mégafaune à la benne et à la drague, traits de filet à zooplancton).

Ces sorties font ensuite l'objet d'une exploitation sous forme de travaux pratiques.

## Bibliographie

An Introduction to Marine Ecology, by Barnes R.S.K. & Hughes R.N.
Marine ecology: Processes, Systems, and Impacts, by Kaiser M.J. & Attrill M.J.

## Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

## Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Ecrit - rapport | | 20% | |
| | CT | Ecrit - mémoire | | 40% | |
| | CT | Oral - exposé | 20 | 40% | |

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | Report de notes | Ecrit - rapport | | 20% | |
| | CT | Oral | 45 | 80% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Quantitatives methods in marine sciences - Traitement des données biologiques

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 20h
Travaux Pratiques : 20h

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 180 | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 180 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Projet Interdisciplinaire Mutualisé

## Présentation

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 24h

Cette UE offre une plongée vers le monde socio-économique en lien avec les sciences de la mer et du littoral afin développé des compétences transversales. Cette UE, mutualisée à l'échelle du périmètre de l'EUR ISblue, permet d'aborder des questions complexes, interdisciplinaires tout en prônant des formats d'apprentissages actifs et collaboratifs grâce à la complémentarité des étudiants, originaires des différentes mentions du domaine SML et des écoles d'ingénieurs du périmètre ISblue (ENSTA-Bretagne, IMT-Atlantique, ENIB, Ecole Navale).

## Objectifs

Cette UE propose de renforcer la professionnalisation des étudiants, de tous profils disciplinaires, en développant leurs compétences professionnelles transversales (*soft-skills*) et leur mise en application dans le cadre de micro-projets collaboratifs de recherche et d'innovation. Ce cadre d'apprentissage et d'expérimentation leur permettra de mieux appréhender le contexte socio-professionnel, l'interdisciplinarité et de réaliser la valeur de son expertise et de ses savoirs.

## Pré-requis nécessaires

aucun

## Compétences visées

- Communication spécialisée pour le transfert de connaissances
- Appui à la transformation en contexte professionnel
- Intégration de savoirs hautement spécialisés
- Usages avancés et spécialisés des outils numériques

## Descriptif

Cette UE se déroule sur une semaine (5 jours) en mode projet. Deux périodes sont proposées : la **première semaine de janvier pour les semestres 7 et 9**, et la **deuxième/dernière semaine de juin pour le semestre 8**.

L'UE consiste en la réalisation d'un projet par un groupe d'étudiants, sous la supervision d'un tuteur. Chaque année un catalogue de modules est proposé à la rentrée universitaire. Les modules proposés sont de nature très variée. Ils peuvent être proposés par des chercheurs, une équipe pédagogique ou des acteurs d'entreprises, du monde socio-économique. Les projets pourront également se réalisés hors les murs de l'université et des écoles d'ingénieurs, facilitant
les rencontres dans l'intérêt commun du rapprochement entre les acteurs, source de dynamisme scientifique, de créativité et d'expérimentation par le terrain. Le catalogue est amené à évoluer d'une année à l'autre.

Sachant la méthodologie par projet de l'ensemble des modules au catalogue de cette UE, l'évaluation des compétences sera sous forme d'une restitution orale et de l'implication dans le travail de groupe.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 80% | |
| | CT | Oral | 15 | 20% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Scientific communication in English 2

## Présentation

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 27h

Cette UE vise à améliorer l'anglais scientifique écrit en sciences biologiques de l'environnement marin. Plus spécifiquement, il s'agit ici de renforcer la capacité des étudiants à rédiger un rapport scientifique.

*English : This course is taught in English.*

## Objectifs

> Comprendre la structuration d'un article scientifique et les règles d'écriture en langue anglaise
> Comprendre la différence entre communication scientifique et vulgarisation scientifique en langue anglaise
> Développer un esprit critique par rapport à la littérature scientifique

## Pré-requis nécessaires

Scientific communication in English 1 ou Niveau B1 en anglais

## Compétences visées

> Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Identifier les usages numériques et les impacts de leur évolution sur le ou les domaines concernés par la mention

## Descriptif

D'une part, cette UE évalue les compétences rédactionnelles en anglais scientifique des étudiants à travers une variété d'exercices qui testent leur capacité à rédiger une phrase scientifique, un paragraphe scientifique, ainsi que les sections d'introduction, discussion, méthodes et résultats d'un rapport scientifique. D'autre part, les étudiants sont accompagnés dans le développement d'un projet de vulgarisation scientifique sur un sujet d'actualité en sciences biologiques de l'environnement marin. Le produit final (e.g. blog d'un site web du Master, capsule vidéo) sera diffusé à destination du grand public. Cette UE se déroule entièrement en langue anglaise.

## 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 - devoir maison | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Stage M1

**8 crédits ECTS**

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral - soutenance | 10 | 50% | |
| | CT | Ecrit - mémoire | | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | Report de notes | Oral - soutenance | | 50% | report session 1 |
| | Report de notes | Ecrit - mémoire | | 50% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Spécialité "Individu"

**16 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Pratiques analytiques de l'écologie des individus et populations

## Présentation

Au cours de cette UE, les étudiants suivent quatre ateliers, chacun composé d'une partie théorique et d'une partie pratique, abordant diverses méthodes d'analyses de données existant dans les domaines de biologie marine, de l'échelle moléculaire à l'échelle populationnelle.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 36h

## Objectifs

Connaître et mettre en pratique des méthodes d'analyses de données avancées, essentielles pour l'étude des organismes marins, de l'échelle moléculaire à l'échelle populationnelle

## Pré-requis nécessaires

- Ecophysiologie Marine S7 (ou équivalent)
- Introduction à la biologie des populations marines S7 (ou équivalent)
- Traitement des données biologiques S7 (ou équivalent)

## Compétences visées

- Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
- Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
- Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
- Utiliser les outils de bioinformatique appliqués à la génomique des populations
- Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
- Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
- Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
- Conduire une analyse statistique de la distribution spatio-temporelle de la diversité génétique des populations
- Identifier les données expérimentales ou observationnelles nécessaires pour alimenter des modèles aux différents niveaux d'intégration

## Descriptif

Cette UE est structurée autour de quatre ateliers :

- Méthodes et pratiques pour l'analyse de séquences génétiques, génomiques et protéiques (bases de données, logiciels d'analyses, méthodes d'analyses)
- Initiation à la modélisation mécaniste à un ou plusieurs compartiments via l'étude des transferts d'énergie et de matière. Présentation des différentes composantes d'un modèle à compartiments seront présentés (variables d'état, conditions initiales, flux entrants/flux sortants, paramètres, équations différentielles, variables forçantes, observables/données).
- Méthodes avancées pour l'analyse de la distribution spatio-temporelle de la diversité génétique des populations marines (analyses mutlivariées, partitionnement, méthodes d'assignation)
- Méthodes avancées pour l'analyse de la dynamique des populations: de la base de données aux modèles de projection des populations. Évaluation des données disponibles, conception du modèle de dynamique de population, organisation des données afin de mettre en œuvre un modèle statistiques d'estimation de paramètres, estimation des paramètres démographiques afin d'alimenter le modèle de dynamique, utilisation de ce dernier

## 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 | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit et/ou Oral | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Génomique fonctionnelle

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 16h
Travaux Dirigés : 8h
Travaux Pratiques : 10h

L'UE "génomique fonctionnelle" est une UE du socle de connaissances indispensables à i) l'étude et à la compréhension du fonctionnement des organismes et de leurs réponses aux variations environnementales, au même titre que l'UE "Ecophysiologie Marine" (S7), ainsi qu'à ii) l'étude de l'évolution des populations marines, en complément de l'UE "introduction à la biologie des populations marines" .

Cette UE apportera aux étudiants une vision claire des mécanismes qui permettent la régulation du fonctionnement cellulaire, incluant la réception et la transduction des signaux extracellulaires et les mécanismes de régulation de l'expression des gènes.

Ces connaissances sont essentielles pour comprendre la réponse des organismes aux modifications environnementales qui sont abordées dans d'autres UE telles que "écotoxicologie et réponse au stress" ou les UE d'écophysiologie végétale ou animale.

## Objectifs

Connaître les fondamentaux de la régulation du fonctionnement des cellules en fonction de leur environnement ou au cours du cycle de vie (différenciation cellulaire)

## Pré-requis nécessaires

> Bases de biologie cellulaire : structure et fonction des différents constituants cellulaires
> Bases de biochimie et biologie moléculaire

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

L'enseignement de cette UE est dispensé sous forme de CM, TD et TP. Les CM traitent des sujets suivants :

> Perception et transduction des signaux (e.g. récepteurs, cascades de signalisation)
> Mécanismes de régulation de l'expression des gènes (e.g. facteurs de transcription, régulateurs transcriptionnels, epissage alternatif)
> Régulation épigénétique
> Approches méthodologiques ciblées pour la génomique fonctionnelle (e.g. techniques d'études des interactions protéines-protéines, protéines-ADN, analyse des modifications post-traductionnelles, mesure de l'expression des gènes, analyse des marques épigénétiques)

Au cours des TP, les étudiants mettent en application l'une des techniques ciblées décrites en CM.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 0.5 | |
| | CC | Ecrit - rapport | | 0.3 | |
| | CC | Autre nature | | 0.2 | Poster |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecotoxicologie & Réponse au stress

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h
Travaux Dirigés : 10h
Travaux Pratiques : 14h

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Rapport écrit et soutenance orale | 20 | 50% | |
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 90 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Observation de la diversité marine au laboratoire

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Autres : 36h

Cet enseignement est pleinement basé sur la pratique dans le domaine de la biologie marine, en particulier en laboratoire et en salle expérimentale. Sur le temps de l'UE, les étudiants mènent trois ateliers tutorés qui leur permettent de découvrir et mettre en œuvre diverses approches expérimentales régulièrement utilisées en recherche pour étudier les organismes et populations marines. Les étudiants sont amenés à analyser et interpréter les résultats obtenus afin de les présenter.

## Objectifs

> Amener les étudiants à appliquer diverses méthodologies expérimentales pour explorer la diversité des organismes et populations marines, et leurs réponses face aux changements environnementaux
> Confronter les étudiants aux techniques et approches actuellement employées au laboratoire

## Pré-requis nécessaires

> Ecophysiologie Marine S7 (ou équivalent)
> Introduction à la biologie des populations marines S7 (ou équivalent)
> Traitement des données biologiques S7 (ou équivalent)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale. Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes. Formaliser les processus démographiques et évolutifs gouvernant la viabilité des populations face aux pressions anthropiques environnementales. Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les indicateurs écologiques et des outils de modélisation. Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes

## Descriptif

Dans le cadre de cette UE, les étudians doivent effectuer trois ateliers réalisés au laboratoire. Pour chaque atelier, les étudiants travaillent en petits groupes et sont encadrés par des enseignants-chercheurs, chercheurs ou personnels techniques afin de les aider dans la conduite du travail (e.g. initiation aux protocoles expérimentaux, encadrement pour l'utilisation d'équipements spécialisés, traitement des données acquises). A chaque fois, les données obtenues sont analysées pour finalement être discutées et présentées.

Chaque année, les étudiants ont le choix parmi un certain nombre d'ateliers tutorés proposés par les enseignants-chercheurs ou chercheurs de l'IUEM, couvrant une diversité d'approches appliquées au laboratoire. La liste des ateliers n'est pas fixe et peut varier d'année en année en fonction des possibilités et des projets de recherche en cours à l'IUEM. A titre d'illustration, voici une liste d'approches pouvant être proposées dans les ateliers : Ecologie chimique, Génotypage ou séquençage ADN, Transcritomique, Lipidomique, Métabolomique, Bioénergétique, Cytométrie en flux.

## Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

## Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Ecrit et/ou Oral | | 100% | |

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit et/ou Oral | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Spécialité "Populations"

**16 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Pratiques analytiques de l'écologie des individus et populations

## Présentation

Au cours de cette UE, les étudiants suivent quatre ateliers, chacun composé d'une partie théorique et d'une partie pratique, abordant diverses méthodes d'analyses de données existant dans les domaines de biologie marine, de l'échelle moléculaire à l'échelle populationnelle.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 36h

## Objectifs

Connaître et mettre en pratique des méthodes d'analyses de données avancées, essentielles pour l'étude des organismes marins, de l'échelle moléculaire à l'échelle populationnelle

## Pré-requis nécessaires

- Ecophysiologie Marine S7 (ou équivalent)
- Introduction à la biologie des populations marines S7 (ou équivalent)
- Traitement des données biologiques S7 (ou équivalent)

## Compétences visées

- Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
- Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
- Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
- Utiliser les outils de bioinformatique appliqués à la génomique des populations
- Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
- Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
- Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
- Conduire une analyse statistique de la distribution spatio-temporelle de la diversité génétique des populations
- Identifier les données expérimentales ou observationnelles nécessaires pour alimenter des modèles aux différents niveaux d'intégration

## Descriptif

Cette UE est structurée autour de quatre ateliers :

- Méthodes et pratiques pour l'analyse de séquences génétiques, génomiques et protéiques (bases de données, logiciels d'analyses, méthodes d'analyses)
- Initiation à la modélisation mécaniste à un ou plusieurs compartiments via l'étude des transferts d'énergie et de matière. Présentation des différentes composantes d'un modèle à compartiments seront présentés (variables d'état, conditions initiales, flux entrants/flux sortants, paramètres, équations différentielles, variables forçantes, observables/données).
- Méthodes avancées pour l'analyse de la distribution spatio-temporelle de la diversité génétique des populations marines (analyses mutlivariées, partitionnement, méthodes d'assignation)
- Méthodes avancées pour l'analyse de la dynamique des populations: de la base de données aux modèles de projection des populations. Évaluation des données disponibles, conception du modèle de dynamique de population, organisation des données afin de mettre en œuvre un modèle statistiques d'estimation de paramètres, estimation des paramètres démographiques afin d'alimenter le modèle de dynamique, utilisation de ce dernier

## 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 | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit et/ou Oral | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Observation de la diversité marine au laboratoire

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Autres : 36h

Cet enseignement est pleinement basé sur la pratique dans le domaine de la biologie marine, en particulier en laboratoire et en salle expérimentale. Sur le temps de l'UE, les étudiants mènent trois ateliers tutorés qui leur permettent de découvrir et mettre en œuvre diverses approches expérimentales régulièrement utilisées en recherche pour étudier les organismes et populations marines. Les étudiants sont amenés à analyser et interpréter les résultats obtenus afin de les présenter.

## Objectifs

> Amener les étudiants à appliquer diverses méthodologies expérimentales pour explorer la diversité des organismes et populations marines, et leurs réponses face aux changements environnementaux
> Confronter les étudiants aux techniques et approches actuellement employées au laboratoire

## Pré-requis nécessaires

> Ecophysiologie Marine S7 (ou équivalent)
> Introduction à la biologie des populations marines S7 (ou équivalent)
> Traitement des données biologiques S7 (ou équivalent)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale. Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes. Formaliser les processus démographiques et évolutifs gouvernant la viabilité des populations face aux pressions anthropiques environnementales. Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les indicateurs écologiques et des outils de modélisation. Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes

## Descriptif

Dans le cadre de cette UE, les étudians doivent effectuer trois ateliers réalisés au laboratoire. Pour chaque atelier, les étudiants travaillent en petits groupes et sont encadrés par des enseignants-chercheurs, chercheurs ou personnels techniques afin de les aider dans la conduite du travail (e.g. initiation aux protocoles expérimentaux, encadrement pour l'utilisation d'équipements spécialisés, traitement des données acquises). A chaque fois, les données obtenues sont analysées pour finalement être discutées et présentées.

Chaque année, les étudiants ont le choix parmi un certain nombre d'ateliers tutorés proposés par les enseignants-chercheurs ou chercheurs de l'IUEM, couvrant une diversité d'approches appliquées au laboratoire. La liste des ateliers n'est pas fixe et peut varier d'année en année en fonction des possibilités et des projets de recherche en cours à l'IUEM. A titre d'illustration, voici une liste d'approches pouvant être proposées dans les ateliers : Ecologie chimique, Génotypage ou séquençage ADN, Transcritomique, Lipidomique, Métabolomique, Bioénergétique, Cytométrie en flux.

## Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

## Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Ecrit et/ou Oral | | 100% | |

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit et/ou Oral | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecotoxicologie & Réponse au stress

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h
Travaux Dirigés : 10h
Travaux Pratiques : 14h

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Rapport écrit et soutenance orale | 20 | 50% | |
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 90 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecologie évolutive et dynamiques éco-évolutives

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h
Travaux Dirigés : 12h
Travaux Pratiques : 12h

L'écologie évolutive incorpore les concepts et approches de la biologie évolutive et de l'écologie pour caractériser la variation dans les systèmes naturels, comprendre les mécanismes qui sont à l'origine de cette variation, et étudier des scénarios de réponse de ces systèmes aux changements globaux. L'Humain crée des forces évolutives sans précédent dans l'histoire de la vie et les exemples d'évolution contemporaine se multiplient. Cette UE vise à construire le socle de connaissances nécessaire pour comprendre les dynamiques éco-évolutives issues de l'interaction entre processus écologiques et évolutifs opérant dans les systèmes biologiques marins de manière contemporaine.

## Objectifs

Acquérir une maîtrise conceptuelle et expérimentale des mécanismes conditionnant l'origine, la mise en place, le maintien, la régulation et l'évolution de la diversité biologique au sein des populations et des communautés marines

## Pré-requis nécessaires

- Connaissances de base en écologie, biologie moléculaire, dynamique et génétique des populations
- Connaissances de base dans l'utilisation du langage R

## Compétences visées

- Intégrer les concepts et données correspondant à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques
- Formaliser les processus démographiques et évolutifs gouvernant la viabilité des populations face aux pressions anthropiques environnementales
- Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
- Mettre la théorie statistique au service de la conception de l'étude, de la décision, et de l'inférence ; compétences en biologie quantitative
- Développer des modèles populationnels pour étudier des scénarios de trajectoires face aux changements globaux
- Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
- Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc)
- Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)
- Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale. Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant

## Descriptif

Cette UE est organisée autour de CM pour introduire les concepts, ainsi que de TD et TP pour compléter l'apprentissage par des étude de cas (analyse de documents, exercices avec R). Des TD sont dédiés à la recherche bibliographique et la rédaction d'un essai scientifique sur un thème d'écologie évolutive choisi en concertation avec l'équipe pédagogique, et la préparation d'une présentation orale. Le travail réalisé au cours de l'UE aborde les thèmes suivants :

- Sélection naturelle : conditions, mesure de l'héritabilité, mesure de la réponse à la sélection
- Interactions entre plasticité phénotypique, adaptation locale et sélection sexuelle
- Allocation des ressources
- Interactions entre individus - niche écologique
- Evolution des cycles biologiques et histoires de vie
- Evolution du sex ratio
- Interactions durables entre espèces et coadaptation
- Conflits d'intérêt
- Coévolution
- Spéciation
- Evolution et fonctionnement des communautés
- Feedback éco-évolutif
- Intégration de l'écologie évolutive en biologie de la conservation

Université de Bretagne Occidentale

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 60% | |
| | CT | Oral - exposé | 30 | 40% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 45 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Génomique fonctionnelle

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 16h
Travaux Dirigés : 8h
Travaux Pratiques : 10h

L'UE "génomique fonctionnelle" est une UE du socle de connaissances indispensables à i) l'étude et à la compréhension du fonctionnement des organismes et de leurs réponses aux variations environnementales, au même titre que l'UE "Ecophysiologie Marine" (S7), ainsi qu'à ii) l'étude de l'évolution des populations marines, en complément de l'UE "introduction à la biologie des populations marines" .

Cette UE apportera aux étudiants une vision claire des mécanismes qui permettent la régulation du fonctionnement cellulaire, incluant la réception et la transduction des signaux extracellulaires et les mécanismes de régulation de l'expression des gènes.

Ces connaissances sont essentielles pour comprendre la réponse des organismes aux modifications environnementales qui sont abordées dans d'autres UE telles que "écotoxicologie et réponse au stress" ou les UE d'écophysiologie végétale ou animale.

## Objectifs

Connaître les fondamentaux de la régulation du fonctionnement des cellules en fonction de leur environnement ou au cours du cycle de vie (différenciation cellulaire)

## Pré-requis nécessaires

> Bases de biologie cellulaire : structure et fonction des différents constituants cellulaires
> Bases de biochimie et biologie moléculaire

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

L'enseignement de cette UE est dispensé sous forme de CM, TD et TP. Les CM traitent des sujets suivants :

> Perception et transduction des signaux (e.g. récepteurs, cascades de signalisation)
> Mécanismes de régulation de l'expression des gènes (e.g. facteurs de transcription, régulateurs transcriptionnels, epissage alternatif)
> Régulation épigénétique
> Approches méthodologiques ciblées pour la génomique fonctionnelle (e.g. techniques d'études des interactions protéines-protéines, protéines-ADN, analyse des modifications post-traductionnelles, mesure de l'expression des gènes, analyse des marques épigénétiques)

Au cours des TP, les étudiants mettent en application l'une des techniques ciblées décrites en CM.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 0.5 | |
| | CC | Ecrit - rapport | | 0.3 | |
| | CC | Autre nature | | 0.2 | Poster |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ressources vivantes marines exploitées

## Présentation

Cette UE a pour objet l'intégration d'informations sur l'exploitation des ressources vivantes dans les milieux côtiers et océaniques, dans une approche générale de l'environnement marin.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h
Travaux Dirigés : 24h

## Objectifs

Acquérir une vision globale de l'exploitation des ressources vivantes marines, de la pêche et de la cueillette jusqu'à l'aquaculture intensive, en prenant en compte l'importance de la biologie et de l'écologie des organismes impliqués et les interactions de ces activités avec les écosystèmes

## Pré-requis nécessaires

Connaissances de base en biologie et en écologie des organismes marins acquises en Licence de Biologie et au semestre 7

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Formaliser les processus démographiques et évolutifs gouvernant la viabilité des populations face aux pressions anthropiques environnementales. Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc). Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Cette UE s'organise autour de CM illustrés par des TD incluant l'observation d'activités liées à l'exploitation des ressources.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 2/3 | |
| | CT | Oral | 10 | 1/3 | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 1 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Spécialité "Écosystèmes"

**16 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Pratiques analytiques de l'écologie des communautés et écosystèmes

## Présentation

Cette UE vise à apprendre aux étudiants à manipuler certains des outils les plus couramment utilisés en écologie et océanographie

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 36h

## Objectifs

> Savoir analyser la structuration d'un réseau trophique
> Savoir manipuler des équations différentielles dans le cadre de modèles mécanistes
> Savoir extraire, manipuler et traiter des données océanographiques spatialisées

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances de base en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, statistiques)
> Notions de base en langages de programmation

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Cette UE s'articule autour de plusieurs ateliers :

> **Atelier 1** : Cet atelier aborde différentes approches d'étude de la structure et du fonctionnement des réseaux trophiques marins, depuis la caractérisation de la nature des interactions trophiques par des approches directes (analyse des contenus stomacaux) et indirectes (biomarqueurs élémentaires, isotopiques et lipidiques), jusqu'à l'identification des grandes propriétés structurelles des réseaux trophiques par des approches de modélisation. L'accent est donné sur la prise en main par les étudiants des outils et concepts numériques associés à ces approches (modèles de mélange bayésiens, modèles de niche écologique, modèle ECOPATH).
> **Atelier 2** : Cet atelier permet aux étudiants d'aborder les transferts d'énergie et de matière par la modélisation mécaniste à un ou plusieurs compartiments. Les différentes composantes d'un modèle à compartiments sont présentées: variables d'état, conditions initiales, flux entrants/ flux sortants, paramètres, équations différentielles, variables forçantes, observables/données. Les exemples du modèle bioénergétique de croissance de von Bertalanffy (échelle de l'individu) et d'un modèle de communauté/écosystème sont discutés. Un temps est accordé aux méthodes d'intégration numérique des équations différentielles qui sous-tendent ces modèles. Les étudiants, répartis en groupe, développent ensuite leur propre modèle et l'utilisent pour réaliser quelques simulations.
> **Atelier 3** : Cet atelier permet aux étudiants de comprendre la structuration de fichiers NetCDF dans lesquels sont rassemblées des données spatialisées de SST, chlorophylle, couverture de glace, altimétrie, etc... en trois ou quatre dimensions (latitude, longitude, temps + profondeur). Les étudiants apprennent à visualiser ces données à l'aide de différents logiciels (Panoply, R), et à les manipuler sur R pour extraire des séries temporelles en un point donné de l'océan et pour réaliser des cartes pour une date donnée.

## 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 - devoir maison | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Pratique - examen en ligne | 120 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Organisation fonctionnelle des communautés de micro-organismes

## Présentation

Les communautés microbiennes (procaryotes et micro-eucaryotes), phototrophes, autotrophes, hétérotrophes et mixotrophes, sans oublier les virus, sont fortement impliquées dans les grands cycles biogéochimiques. L'objectif est de mieux appréhender la diversité de ces communautés et leurs rôles ainsi que celui des virus dans les différents compartiments de l'écosystème marin.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h
Travaux Dirigés : 8h
Travaux Pratiques : 16h

## Objectifs

> Connaître les grandes fonctions associées aux microorganismes et les principaux acteurs impliqués (archées, bactéries, microalgues, virus...) afin de les intégrer dans le fonctionnement des écosystèmes marins
> Appréhender les outils qui permettent d'étudier ces groupes de microorganismes et les fonctions associées (metabarcoding, métagénomique, culture, PAM, etc.) afin d'étudier la structure, la distribution spatiale, le fonctionnement, et la dynamique des composantes microbiennes des écosystèmes marins

## Pré-requis nécessaires

Connaissances de base concernant les microorganismes (UE Ecologie des systèmes marins ou UE équivalente)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les outils pour caractériser la diversité et le fonctionnement des systèmes biologiques
> Identifier les données expérimentales ou observationnelles nécessaires pour alimenter des modèles aux différents niveaux d'intégration

## Descriptif

Les enseignements se font sous forme de CM pour acquérir les notions de base. Les TD avec analyse de publications et restitution de travail personnel servent à mettre en pratique l'acquisition des connaissances vues en CM. Des TP sont réalisés afin d'acquérir les notions de base sur l'analyse (biologie moléculaire) et la manipulation aseptique de microorganismes marins (culture). Dans l'ensemble l'UE aborde les sujets suivants :

> Biodiversité des microorganismes marins (bactéries, archées, microalgues, protozoaires et virus)
> Cycles biogéochimiques (e.g. cycle du carbone)
> Hétérotrophie, phototrophie, autotrophie et mixotrophie
> Production primaire photosynthétique et chimiosynthétique
> Réseau trophique, boucle microbienne et shunt viral dans la colonne d'eau
> Méthodes d'analyses des microorganismes marins (diversité et fonctions)
> Liens entre diversité, fonction, distribution spatiale et dynamique temporelle
> Exemples d'écosystèmes : sources hydrothermales, écosystèmes polaires, sédiments, colonne d'eau, microbiotes associées aux organismes supérieurs...

## 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 - devoir maison | | 1/4 | |
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 3/4 | |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | Report de notes | Ecrit - devoir maison | | 1/4 | |
| | CT | Oral | 20 | 3/4 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecologie évolutive et dynamiques éco-évolutives

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h
Travaux Dirigés : 12h
Travaux Pratiques : 12h

L'écologie évolutive incorpore les concepts et approches de la biologie évolutive et de l'écologie pour caractériser la variation dans les systèmes naturels, comprendre les mécanismes qui sont à l'origine de cette variation, et étudier des scénarios de réponse de ces systèmes aux changements globaux. L'Humain crée des forces évolutives sans précédent dans l'histoire de la vie et les exemples d'évolution contemporaine se multiplient. Cette UE vise à construire le socle de connaissances nécessaire pour comprendre les dynamiques éco-évolutives issues de l'interaction entre processus écologiques et évolutifs opérant dans les systèmes biologiques marins de manière contemporaine.

## Objectifs

Acquérir une maîtrise conceptuelle et expérimentale des mécanismes conditionnant l'origine, la mise en place, le maintien, la régulation et l'évolution de la diversité biologique au sein des populations et des communautés marines

## Pré-requis nécessaires

- Connaissances de base en écologie, biologie moléculaire, dynamique et génétique des populations
- Connaissances de base dans l'utilisation du langage R

## Compétences visées

- Intégrer les concepts et données correspondant à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques
- Formaliser les processus démographiques et évolutifs gouvernant la viabilité des populations face aux pressions anthropiques environnementales
- Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
- Mettre la théorie statistique au service de la conception de l'étude, de la décision, et de l'inférence ; compétences en biologie quantitative
- Développer des modèles populationnels pour étudier des scénarios de trajectoires face aux changements globaux
- Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
- Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc)
- Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)
- Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale. Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant

## Descriptif

Cette UE est organisée autour de CM pour introduire les concepts, ainsi que de TD et TP pour compléter l'apprentissage par des étude de cas (analyse de documents, exercices avec R). Des TD sont dédiés à la recherche bibliographique et la rédaction d'un essai scientifique sur un thème d'écologie évolutive choisi en concertation avec l'équipe pédagogique, et la préparation d'une présentation orale. Le travail réalisé au cours de l'UE aborde les thèmes suivants :

- Sélection naturelle : conditions, mesure de l'héritabilité, mesure de la réponse à la sélection
- Interactions entre plasticité phénotypique, adaptation locale et sélection sexuelle
- Allocation des ressources
- Interactions entre individus - niche écologique
- Evolution des cycles biologiques et histoires de vie
- Evolution du sex ratio
- Interactions durables entre espèces et coadaptation
- Conflits d'intérêt
- Coévolution
- Spéciation
- Evolution et fonctionnement des communautés
- Feedback éco-évolutif
- Intégration de l'écologie évolutive en biologie de la conservation

Université de Bretagne Occidentale

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 60% | |
| | CT | Oral - exposé | 30 | 40% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 45 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Observation de la diversité marine sur le terrain

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Terrain : 36h

Dans cette UE les étudiants mettent en place un projet permettant l'acquisition de données d'observation sur le phytoplancton ou le macrobenthos (animal ou végétal) et des variables environnementales. Ces projets permettent d'alimenter des séries d'observations et de répondre, à l'aide de ces séries, aux questions scientifiques posées au début du projet.

## Objectifs

> Amener les étudiants à réfléchir sur une question scientifique posée et les amener à y répondre en mettant en place un plan d'expérimentation
> Utiliser des séries d'observations et des outils statistiques pour explorer des questions relatives à l'écologie des systèmes marins

## Pré-requis nécessaires

> Biostatistiques (UE Traitement des données biologiques S7 ou équivalent)
> Ecologie marine (UE Communautés et écosystèmes marins S7 ou équivalent)
> Chimie Marine (UE Introduction à la chimie marine S7 ou équivalent)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes. Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc). Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Mettre la théorie statistique au service de la conception de l'étude, de la décision, et de l'inférence ; compétences en biologie quantitative. Développer des modèles populationnels pour étudier des scénarios de trajectoire face aux changements globaux. Conduire une analyse statistique de la distribution spatio-temporelle de la diversité génétique des populations
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation. Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes
> Identifier les données expérimentales ou observationnelles nécessaires pour alimenter des modèles aux différents niveaux d'intégration

## Descriptif

Ces projets sont réalisés sur le terrain et/ou au laboratoire en fonction du sujet choisi. Les étudiants travaillent en petits groupes et sont encadrés par des enseignants afin de les aider dans la conduite du projet (méthode et mise en place de l'échantillonnage, taxonomie et détermination, acquisition de données, utilisation de séries d'observations, traitement des données acquises). La finalité de ce travail consiste en une présentation du projet réalisé par les étudiants.

## 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 | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral - soutenance | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Spécialité "Quantitatif"

**16 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Pratiques analytiques de l'écologie des communautés et écosystèmes

## Présentation

Cette UE vise à apprendre aux étudiants à manipuler certains des outils les plus couramment utilisés en écologie et océanographie

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 36h

## Objectifs

> Savoir analyser la structuration d'un réseau trophique
> Savoir manipuler des équations différentielles dans le cadre de modèles mécanistes
> Savoir extraire, manipuler et traiter des données océanographiques spatialisées

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances de base en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, statistiques)
> Notions de base en langages de programmation

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Cette UE s'articule autour de plusieurs ateliers :

> **Atelier 1** : Cet atelier aborde différentes approches d'étude de la structure et du fonctionnement des réseaux trophiques marins, depuis la caractérisation de la nature des interactions trophiques par des approches directes (analyse des contenus stomacaux) et indirectes (biomarqueurs élémentaires, isotopiques et lipidiques), jusqu'à l'identification des grandes propriétés structurelles des réseaux trophiques par des approches de modélisation. L'accent est donné sur la prise en main par les étudiants des outils et concepts numériques associés à ces approches (modèles de mélange bayésiens, modèles de niche écologique, modèle ECOPATH).
> **Atelier 2** : Cet atelier permet aux étudiants d'aborder les transferts d'énergie et de matière par la modélisation mécaniste à un ou plusieurs compartiments. Les différentes composantes d'un modèle à compartiments sont présentées: variables d'état, conditions initiales, flux entrants/ flux sortants, paramètres, équations différentielles, variables forçantes, observables/données. Les exemples du modèle bioénergétique de croissance de von Bertalanffy (échelle de l'individu) et d'un modèle de communauté/écosystème sont discutés. Un temps est accordé aux méthodes d'intégration numérique des équations différentielles qui sous-tendent ces modèles. Les étudiants, répartis en groupe, développent ensuite leur propre modèle et l'utilisent pour réaliser quelques simulations.
> **Atelier 3** : Cet atelier permet aux étudiants de comprendre la structuration de fichiers NetCDF dans lesquels sont rassemblées des données spatialisées de SST, chlorophylle, couverture de glace, altimétrie, etc... en trois ou quatre dimensions (latitude, longitude, temps + profondeur). Les étudiants apprennent à visualiser ces données à l'aide de différents logiciels (Panoply, R), et à les manipuler sur R pour extraire des séries temporelles en un point donné de l'océan et pour réaliser des cartes pour une date donnée.

## 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 - devoir maison | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Pratique - examen en ligne | 120 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Organisation fonctionnelle des communautés de micro-organismes

## Présentation

Les communautés microbiennes (procaryotes et micro-eucaryotes), phototrophes, autotrophes, hétérotrophes et mixotrophes, sans oublier les virus, sont fortement impliquées dans les grands cycles biogéochimiques. L'objectif est de mieux appréhender la diversité de ces communautés et leurs rôles ainsi que celui des virus dans les différents compartiments de l'écosystème marin.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h
Travaux Dirigés : 8h
Travaux Pratiques : 16h

## Objectifs

> Connaître les grandes fonctions associées aux microorganismes et les principaux acteurs impliqués (archées, bactéries, microalgues, virus...) afin de les intégrer dans le fonctionnement des écosystèmes marins
> Appréhender les outils qui permettent d'étudier ces groupes de microorganismes et les fonctions associées (metabarcoding, métagénomique, culture, PAM, etc.) afin d'étudier la structure, la distribution spatiale, le fonctionnement, et la dynamique des composantes microbiennes des écosystèmes marins

## Pré-requis nécessaires

Connaissances de base concernant les microorganismes (UE Ecologie des systèmes marins ou UE équivalente)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les outils pour caractériser la diversité et le fonctionnement des systèmes biologiques
> Identifier les données expérimentales ou observationnelles nécessaires pour alimenter des modèles aux différents niveaux d'intégration

## Descriptif

Les enseignements se font sous forme de CM pour acquérir les notions de base. Les TD avec analyse de publications et restitution de travail personnel servent à mettre en pratique l'acquisition des connaissances vues en CM. Des TP sont réalisés afin d'acquérir les notions de base sur l'analyse (biologie moléculaire) et la manipulation aseptique de microorganismes marins (culture). Dans l'ensemble l'UE aborde les sujets suivants :

> Biodiversité des microorganismes marins (bactéries, archées, microalgues, protozoaires et virus)
> Cycles biogéochimiques (e.g. cycle du carbone)
> Hétérotrophie, phototrophie, autotrophie et mixotrophie
> Production primaire photosynthétique et chimiosynthétique
> Réseau trophique, boucle microbienne et shunt viral dans la colonne d'eau
> Méthodes d'analyses des microorganismes marins (diversité et fonctions)
> Liens entre diversité, fonction, distribution spatiale et dynamique temporelle
> Exemples d'écosystèmes : sources hydrothermales, écosystèmes polaires, sédiments, colonne d'eau, microbiotes associées aux organismes supérieurs...

## 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 - devoir maison | | 1/4 | |
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 3/4 | |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | Report de notes | Ecrit - devoir maison | | 1/4 | |
| | CT | Oral | 20 | 3/4 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecologie évolutive et dynamiques éco-évolutives

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h
Travaux Dirigés : 12h
Travaux Pratiques : 12h

L'écologie évolutive incorpore les concepts et approches de la biologie évolutive et de l'écologie pour caractériser la variation dans les systèmes naturels, comprendre les mécanismes qui sont à l'origine de cette variation, et étudier des scénarios de réponse de ces systèmes aux changements globaux. L'Humain crée des forces évolutives sans précédent dans l'histoire de la vie et les exemples d'évolution contemporaine se multiplient. Cette UE vise à construire le socle de connaissances nécessaire pour comprendre les dynamiques éco-évolutives issues de l'interaction entre processus écologiques et évolutifs opérant dans les systèmes biologiques marins de manière contemporaine.

## Objectifs

Acquérir une maîtrise conceptuelle et expérimentale des mécanismes conditionnant l'origine, la mise en place, le maintien, la régulation et l'évolution de la diversité biologique au sein des populations et des communautés marines

## Pré-requis nécessaires

- Connaissances de base en écologie, biologie moléculaire, dynamique et génétique des populations
- Connaissances de base dans l'utilisation du langage R

## Compétences visées

- Intégrer les concepts et données correspondant à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques
- Formaliser les processus démographiques et évolutifs gouvernant la viabilité des populations face aux pressions anthropiques environnementales
- Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
- Mettre la théorie statistique au service de la conception de l'étude, de la décision, et de l'inférence ; compétences en biologie quantitative
- Développer des modèles populationnels pour étudier des scénarios de trajectoires face aux changements globaux
- Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
- Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc)
- Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)
- Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale. Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
- Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant

## Descriptif

Cette UE est organisée autour de CM pour introduire les concepts, ainsi que de TD et TP pour compléter l'apprentissage par des étude de cas (analyse de documents, exercices avec R). Des TD sont dédiés à la recherche bibliographique et la rédaction d'un essai scientifique sur un thème d'écologie évolutive choisi en concertation avec l'équipe pédagogique, et la préparation d'une présentation orale. Le travail réalisé au cours de l'UE aborde les thèmes suivants :

- Sélection naturelle : conditions, mesure de l'héritabilité, mesure de la réponse à la sélection
- Interactions entre plasticité phénotypique, adaptation locale et sélection sexuelle
- Allocation des ressources
- Interactions entre individus - niche écologique
- Evolution des cycles biologiques et histoires de vie
- Evolution du sex ratio
- Interactions durables entre espèces et coadaptation
- Conflits d'intérêt
- Coévolution
- Spéciation
- Evolution et fonctionnement des communautés
- Feedback éco-évolutif
- Intégration de l'écologie évolutive en biologie de la conservation

Université de Bretagne Occidentale

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 60% | |
| | CT | Oral - exposé | 30 | 40% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 45 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Observation de la diversité marine sur le terrain

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Terrain : 36h

Dans cette UE les étudiants mettent en place un projet permettant l'acquisition de données d'observation sur le phytoplancton ou le macrobenthos (animal ou végétal) et des variables environnementales. Ces projets permettent d'alimenter des séries d'observations et de répondre, à l'aide de ces séries, aux questions scientifiques posées au début du projet.

## Objectifs

> Amener les étudiants à réfléchir sur une question scientifique posée et les amener à y répondre en mettant en place un plan d'expérimentation
> Utiliser des séries d'observations et des outils statistiques pour explorer des questions relatives à l'écologie des systèmes marins

## Pré-requis nécessaires

> Biostatistiques (UE Traitement des données biologiques S7 ou équivalent)
> Ecologie marine (UE Communautés et écosystèmes marins S7 ou équivalent)
> Chimie Marine (UE Introduction à la chimie marine S7 ou équivalent)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes. Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc). Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Mettre la théorie statistique au service de la conception de l'étude, de la décision, et de l'inférence ; compétences en biologie quantitative. Développer des modèles populationnels pour étudier des scénarios de trajectoire face aux changements globaux. Conduire une analyse statistique de la distribution spatio-temporelle de la diversité génétique des populations
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation. Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes
> Identifier les données expérimentales ou observationnelles nécessaires pour alimenter des modèles aux différents niveaux d'intégration

## Descriptif

Ces projets sont réalisés sur le terrain et/ou au laboratoire en fonction du sujet choisi. Les étudiants travaillent en petits groupes et sont encadrés par des enseignants afin de les aider dans la conduite du projet (méthode et mise en place de l'échantillonnage, taxonomie et détermination, acquisition de données, utilisation de séries d'observations, traitement des données acquises). La finalité de ce travail consiste en une présentation du projet réalisé par les étudiants.

## 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 | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral - soutenance | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# UE facultative

**3 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Université Flottante

## Présentation

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Autres : 24h

L'Université Flottante est une opération d'embarquement d'un groupe d'étudiants à bord des grands navires de la Flotte Océanographique Française. Cette activité à la mer est complémentaire d'un stage de recherche et constitue une expérience pratique concrète de très grande valeur. Cette formation est reconnue à l'IUEM comme une unité d'enseignement optionnelle par 3 mentions, Biologie et Chimie et Sciences du Vivant. Depuis 2021, un appel d'offres national est organisée par la Flotte Océanographique Française. L'ouverture de l'UE est donc conditionnée aux possibilités de la Flotte.

## Objectifs

> Amener les étudiants à s'impliquer directement dans une campagne de recherches en mer de manière pluridisciplinaire en mettant en pratique des connaissances et compétences acquises dans leurs cursus académiques
> Apprendre à adopter un comportement approprié, devenir acteur du processus d'acquisition et de traitement des données, se sentir responsables de la qualité du travail accompli et de la production d'informations scientifiques
> Coopérer avec scientifiques, marins, ingénieurs, techniciens et étudiants d'autres universités

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances générales en océanographie et sciences de l'Océan
> Aptitude à la vie collective

## Compétences visées

**Positionnement vis-à-vis d'un champ professionnel :**

> Caractériser et valoriser son identité, ses compétences et son projet professionnel en fonction d'un contexte - Tester son projet professionnel
> Identifier le processus de production, de diffusion et de valorisation des savoirs

**Action en responsabilité au sein d'une organisation professionnelle :**

> Situer son rôle et sa mission au sein d'une organisation pour s'adapter et prendre des initiatives
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Travailler en équipe et en réseau ainsi qu'en autonomie et responsabilité au service d'un projet
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'auto-évaluer pour améliorer sa pratique

**Développement et intégration de savoirs hautement spécialisés** :

> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines

**Appui à la transformation en contexte professionnel :**

> Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
> Prendre des responsabilités pour contribuer aux savoirs et aux pratiques professionnelles et/ou pour réviser la performance stratégique d'une équipe
> Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'auto-évaluer pour améliorer sa pratique dans le cadre d'une démarche qualité
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale

## Descriptif

Cette formation offre aux étudiants l'opportunité (1) de découvrir l'acquisition de données scientifiques en mer lors d'une campagne en mer en vraie grandeur et le fonctionnement à bord d'un grand navire océanographique, (2) d'en être un acteur et (3) de bénéficier d'une formation de haut niveau international par l'équipe scientifique embarquée. La méthodologie consiste à responsabiliser les étudiants en les chargeant d'organiser

de nombreuses activités à bord (organisation de séminaires et exposés, compte-rendus scientifiques, réalisation de poster, prise en charge des contenus pour informations sur la campagne par les réseaux sociaux, mise en place d'un blog, enquêtes sur les métiers à bord).

## Bibliographie

*http://www-iuem.univ-brest.fr/master_sml/fr/international/universite_flottante*
*http://www.ipev.fr*

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CC | Autre nature | | 100% | Notation par appréciation de l'équipe encadrante et des équipages à bord, sur la base des documents produits et de l'attitude lors de la mission |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CT | Oral - exposé | 30 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Controverses Science-Société

## Présentation

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 20h

L'UE Controverses Science-Société propose aux étudiants de s'investir dans un *serious game* par la simulation d'une Conférence des Parties (COP) en construisant un argumentaire et en formulant des propositions à partir d'un travail collectif d'exploration. Ce travail se porte sur la rencontre des objectifs du développement durable, leur propre expertise et le thème de recherche doctoral proposé par leur doctorant encadrant.

## Objectifs

L'UE Controverses Science-Société permet la formation à la complexité, en proposant une ouverture à l'interdisciplinarité et une acculturation aux enjeux globaux à l'interface entre science et société. Tout en permettant l'approfondissement de l'enseignement InterSML dispensé en Master 1, cette UE permet également d'assurer la continuité de la formation des étudiants, par la collaboration pluridisciplinaire, et le travail multi-niveaux entre les étudiants de M1, M2 et les doctorants.

## Pré-requis nécessaires

Aucun

## Compétences visées

> Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances
> Conduire un projet (conception, pilotage, coordination d'équipe, mise en œuvre et gestion, évaluation, diffusion) pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans un cadre collaboratif
> S'approprier les enjeux environnementaux et sociétaux actuels et futurs et développer une conscience critique des savoirs dans un domaine et/ou à l'interface de plusieurs domaines
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles procédures et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Cette UE est menée en mode projet, sur la base d'un jeu de rôle de simulation. Elle est séquencée en plusieurs temps :

1. **Diffusion des recherches doctorales** aux étudiants de M2 par la vulgarisation (1ère séance), présentation des objectifs pédagogiques/ scientifiques. La constitution des groupes de travail se fait lors de cette séance.
2. **Travail de groupes** (20 étudiants par groupes) : un doctorant est responsable de chaque groupe. Pendant ces séances de travail, les étudiants prennent différent rôles selon les acteurs d'une COP (ex. Pays, société civiles, lobbyistes, etc.) et explorent une thématique à ancrage local relié aux objectifs du développement durable (ODD) Lors de ces séances, les étudiants mobilisent un sens organisationnel, d'auto-régulation, de créativité et de responsabilisation dans de la conduite de projet et de la controverse Science-Société.
3. **Séance de suivi de projet ou bilan d'étape.** Cette séance se fait en commun avec tous les groupes de travail afin que les étudiants partagent leurs avancées et expriment leurs difficultés si besoin à l'ensemble de l'équipe pédagogique et des autres étudiants.
4. **Restitution publique.** Cette restitution est également une évaluation de l'UE. Le matin, les étudiants travaillent à la restitution de leur travail d'exploration mais également à la construction d'accords entre parties. L'après-midi c'est une présentation des accords devant un jury, des étudiants de M1, des étudiants de L3 incarnant des journalistes et le grand public.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CT | Ecrit - rapport | | 20% | |
| | CT | Oral - exposé | 30 | 80% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CT | Ecrit - rapport | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Anglais

## Présentation

Cette UE a pour but d'accompagner les étudiants dans le développement d'un projet de vulgarisation scientifique sur un sujet d'actualité concernant la spécialité des étudiants en lien avec l'environnement marin. Elle se passe entièrement en langue anglaise.

*English : This course is taught in English.*

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 11h
Travaux Dirigés : 11h

## Objectifs

> Vulgariser un travail de recherche en langue anglaise à l'oral et à l'écrit
> Acquérir des outils nécessaires à la rédaction de la littérature scientifique (abstracts)

## Pré-requis nécessaires

Scientific communication in English 1 et 2, ou niveau B2 en anglais

## Compétences visées

> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en anglais et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Identifier, sélectionner et analyser avec esprit critique diverses ressources spécialisées pour documenter un sujet et synthétiser ces données en vue de leur exploitation
> Cibler les champs de compétences d'un article scientifique et en extraire, en développant une conscience critique, l'information pertinente
> Concevoir un projet dans le cadre des principes d'éthique et de déontologie (responsabilité environnementale, sécurité des données sensibles, intégrité scientifique)

## Descriptif

Cette UE repose sur un travail de groupe sur un projet de vulgarisation scientifique dans le domaine de spécialité des étudiants, à destination d'un public non spécialisé de la discipline. Toutes les compétences langagières sont travaillées (CE, EE, CO, EO en interaction et en continu), avec un entraînement à la prononciation et à l'intonation.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 90 | 40% | |
| | CT | Oral - exposé | 20 | 60% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Médiation scientifique et rencontres professionnelles

## Présentation

**2 crédits ECTS**

Dans le cadre de cette UE, les étudiants de M2 doivent organiser intégralement un petit évènement scientifique de leur choix et se déroulant à la fin du semestre 9. Pour cet évènement, les étudiants sont libres de choisir le format qu'ils souhaitent pour traiter une ou plusieurs thématique(s) en lien avec leur formation. Cet é

## Objectifs

> Positionner les étudiants dans un rôle d'acteur, à travers la gestion complète d'un évènement scientifique
> Apprendre aux étudiants à transmettre leurs connaissances hors du milieu académique

## Pré-requis nécessaires

Connaissances et compétences acquises en M1

## Compétences visées

> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun

## Descriptif

Cette UE est organisée de façon à donner un maximum d'autonomie aux étudiants. Au cours du semestre, l'ensemble du groupe de M2 doit s'organiser pour accomplir les différentes tâches nécessaires pour l'organisation d'un petit évènement scientifique : 1/ Identification de la nature de l'évènement, de sa thématique et du public visé, 2/ Recherche des participants, 3/ Organisation de la logistique, avec recherche des financements nécessaires si besoin, 4/ Détermination du contenu scientifique, 6/ Animation de l'évènement, 5/ Communication et valorisation.

Un suivi est effectué par l'équipe pédagogique pour fournir aux étudiants les outils de conduite de projet nécessaires à l'organisation de leur travail collectif, et pour les guider lorsque cela est nécessaire. Cette UE est évaluée sur la base de l'implication et de la prise de responsabilité des étudiants.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Autre nature | | 100% | Evaluation liée au suivi pédagique de l'UE |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 30 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Mini projet de recherche

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Cette UE a pour objectif de confronter les étudiants à la construction d'un petit projet de recherche et à sa mise en œuvre. Les étudiants sont ainsi amenés à expérimenter l'ensemble des étapes constituant la conduite d'un projet de recherche : 1/ Identification d'une problématique de recherche et d'objectifs de travail pour y répondre, 2/ Construction d'un programme d'étude, 3/ Soumission d'une proposition de projet en justifiant les besoins matériels, 4/ Mise en œuvre du projet et 5/ Valorisation des résultats.

Cet enseignement est organisé selon une méthodologie par projet, et a vocation à offrir l'opportunité aux étudiants de développer des initiatives personnelles à travers la réalisation d'un petit projet, possiblement en lien avec leur avenir professionnel post-master.

## Objectifs

> Préparer les étudiants au mieux à leur avenir professionnel, que ce soit dans le milieu académique ou non académique
> Identifier une problématique pertinente et définir des objectifs atteignables pour répondre à cette problématique. Mettre en perspective son savoir disciplinaire pour développer une pensée originale
> Planifier un projet de recherche, en identifiant les besoins matériels et programmer le travail en tenant compte des contraintes de temps
> Rédiger une proposition de projet de recherche
> Organiser la mise en œuvre d'un programme de travail de façon autonome : gérer le temps, organiser le travail d'équipe et apprendre à faire face aux imprévus
> Analyser les résultats obtenus de façon critique

## Pré-requis nécessaires

Ensemble des connaissances et compétences acquises par les étudiants en M1 et au cours du S9

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale. Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Dans le cadre de l'UE "Mini-projet de recherche", les étudiants sont organisés par équipes de quatre, pour un total de 8 mini-projets par an. Le déroulement de l'UE se découpe en quatre phases :

**1. Conception d'un projet de recherche.** La première phase consiste à constituer les équipes et définir la nature de chaque projet. Cette étape démarre dès la rentrée universitaire et se déroule au cours des quatre premières semaines du semestre. Il est à noter que lorsque cela s'avère pertinent, les étudiants sont encouragés à prendre contact avec divers acteurs socio-économiques locaux pour définir leur problématique de travail. Des séances de suivi sont organisées avec l'équipe pédagogique afin d'accompagner les étudiants et leur fournir les outils méthodologiques nécessaires pour mettre en place leur projet.

**2. Rédaction d'une proposition de projet.** A l'issue de la première phase, chaque groupe étudiant doit rédiger une proposition de projet présentant 1/ La problématique, 2/ Les objectifs et hypothèses à tester, 3/ La méthodologie, 4/ Le programme prévisionnel, et 5/ Les besoins en petit matériel, consommables et réactifs avec les justificatifs. Chaque projet est alors évalué et validé par l'équipe pédagogique. Si besoin, des révisions sont demandées aux étudiants.

**3. Réalisation des projets.** A partir d'octobre, chaque groupe étudiant travaille à la réalisation de son projet. Le travail se fait de façon autonome par les étudiants. Toutefois, chaque groupe est suivi par un tuteur pédagogique (i.e les responsables de spécialité), et l'usage éventuel de certains équipements de laboratoire se fait sous la supervision de personnel permanent. La commande du petit matériel, des consommables et réactifs

nécessaires à chaque projet est gérée par les tuteurs pédagogiques. Cette étape inclut un travail d'analyse des données obtenues, ainsi que l'interprétation de ces résultats.

**4. Présentation et évaluation des résultats.** Les résultats obtenus sont finalement synthétisés sous la forme d'un court rapport de quelques pages et d'un poster, qui est évalué par l'équipe pédagogique. L'UE s'achève par une session poster où les équipes sont amenées à présenter leur travail à l'ensemble des étudiants de M1 et M2 de la mention biologie.

## 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 - rapport | | 1/3 | Préparation et soumission du mini-projet |
| | CC | Ecrit - rapport | | 1/3 | Rapport final |
| | CT | Autre nature | | 1/3 | Session poster |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - mémoire | | 1 | Synthèse bibliographique |

Université de Bretagne Occidentale

# Spécialité "Individu"

**16 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Ecophysiologie approfondie végétale

## Présentation

Cette UE a pour objectif de présenter et analyser les réponses physiologiques des organismes végétaux marins (micro- et macroalgues, halophytes...) en réponse aux modifications de paramètres environnementaux abiotiques.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 8h
Travaux Pratiques : 14h

## Objectifs

Comprendre la physiologie des végétaux marins au niveau individuel et au sein de leur habitat, afin d'appréhender le fonctionnement d'un écosystème/ communauté

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances de base en biologie et physiologie végétale acquises en Licence de biologie
> Ecophysiologie Marine S7 ou équivalent

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc) - Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes

## Descriptif

Cette UE est constituée de CM illustrés par des TD et des TP. Les concepts abordés en cours seront mis en pratique par des séances de travaux dirigés ou lors d'expérimentations sur des organismes végétaux marins.

## 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 - rapport | | 1/3 | Rapport travaux pratiques |
| | CT | Oral | 20 | 2/3 | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | Report de notes | Ecrit - rapport | | 1/3 | Rapport travaux pratiques |
| | CT | Oral | 20 | 2/3 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecophysiologie approfondie animale

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 12h
Travaux Pratiques : 10h

Cette UE traite de l'étude de la réponse des animaux marins face aux contraintes environnementales (disponibilité en oxygène, température, disponibilité en nourriture, présence de pathogène, d'algues toxiques, de polluants, changement global ...). Leurs capacités d'acclimatation sont étudiées par l'angle des modifications physiologiques à plusieurs échelles d'intégration biologique, du gène à l'individu. L'enseignement est basé sur des cours magistraux présentant ces problématiques et les méthodes utilisées dans cette discipline (expérimentation, modélisation...) ainsi que des cas d'études pris dans les recherches récentes mais également sur des travaux en laboratoire de mise en pratique. Une visite dans une écloserie expérimentale de bivalves est organisée afin que les étudiants découvrent les possibilités expérimentales associées à ce type d'outils.

## Objectifs

> Appréhender la modulation des fonctions physiologiques face à un environnement changeant afin de déterminer les capacités d'acclimatation des animaux, notamment dans un contexte de changement global et ce, à différents niveaux d'organisation biologique, du gène à l'individu
> Préparer l'immersion des étudiants dans le domaine de la recherche, en proposant des enseignements en relation directe avec les thématiques scientifiques, voir les projets en cours dans les laboratoires de recherche

## Pré-requis nécessaires

Connaissances des grandes fonctions physiologiques et sur l'importance des flux d'énergie pour le fonctionnement écophysiologique des organismes

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes

## Descriptif

Les cours dispensés dans cette UE traitent des sujets suivants :

> Approche intégrée des effets des modulations de l'environnement sur la physiologie des bivalves marins
> Bioénergétique, écophysiologie : Lien entre bilan énergétique et stresseurs environnementaux
> Rythmes biologiques et chronologie
> Maîtrise du cycle de développement par la gestion des paramètres de l'environnement la qualité des gamètes,
> Ecloseries de bivalves

Les TP (« Terrain au labo ») proposés dans le cadre de l'UE se focalisent sur des travaux d'expérimentation en laboratoire

## Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

## Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral - exposé | 30 | 100% | |

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Lipides marins : rôles biologiques et applications

## Présentation

L'UE Lipides Marins permet d'acquérir une bonne connaissance sur les lipides et plus particulièrement sur leurs spécificités associées au milieu marin. Il s'agit de comprendre et appréhender la chimiodiversité des lipides en milieu marin, leurs fonctions dans les membranes cellulaires, leurs implications en écologie trophique et en aquaculture ainsi que leurs intérêts en biotechnologie.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 13h
Travaux Pratiques : 9h

## Objectifs

> Présenter de façon non exhaustive les lipides ainsi que leurs rôles et fonctions en mettant l'accent sur des spécificités associées aux lipides retrouvées chez les espèces marines
> Comprendre le rôle des lipides aussi bien au sein des membranes cellulaires, dans les interactions entre organismes que de leurs utilisations en tant que biomarqueurs phylogénétiques et trophiques dans le monde marin
> Aborder les implications et enjeux des lipides marins en aquaculture ainsi que certains exemples de valorisations biotechnologiques de ces composés
> Sensibiliser les étudiants aux techniques et spécificités analytiques, par la présentation des méthodes chromatographiques couramment utilisées pour l'étude des lipides

## Pré-requis nécessaires

Connaissances de base en biologie, écologie et physiologie acquises en Master 1 de biologie

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif et sujet de recherche commun
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs lipidiques comme indicateurs écologiques (réseaux trophiques)

## Descriptif

Cette UE est organisée sous la forme d'un ensemble de CM, TD et TP. Les CM traitent les sujets suivants :

> Présentation générale des classes et structures de lipides marins.
> Rôles et fonctions.
> Lipides et interactions entre organismes: Biomarqueurs phylogénétiques et trophiques. Implications et enjeux en aquaculture.
> Valorisations biotechnologiques.
> Techniques d'analyses et visite de laboratoires (PSO et LIPIDOCEAN)

Pour améliorer la compréhension des approches méthodologiques, une série de TP est réalisée au sein de la plateforme LIPIDOCEAN de l'IUEM. Les résultats issus des analyses effectuées sur la plateforme sont traités en TD. Les étudiants doivent ensuite synthétiser et discuter ces résultats en lien avec les enseignements dispensés au cours de l'UE, pour finalement restituer leur travail à travers une présentation orale.

Les intervenants sont des enseignants chercheurs de l'UBO et chercheurs du CNRS et de l'IFREMER travaillant sur les lipides marins aussi bien dans le domaine analytique, biologique, écologique qu'en aquaculture. Des intervenants extérieurs universitaires (e.g Ecole Supérieure des Corps Gras de Bordeaux, Université de Nantes) et industriels sont également sollicités pour leur expertise complémentaire.

## 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 | | 100% | Rapport TP et exposé oral |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecologie chimique des organismes marins

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 10h
Travaux Pratiques : 8h
Terrain : 4h

Cette UE vise à appréhender le rôle des composés chimiques comme médiateurs des interactions entre les différents organismes peuplant les écosystèmes. En effet, les organismes produisent une grande diversité de molécules impliquées dans la perception du milieu, dans la communication entre individus d'une espèce et entre espèces, et dans le jeu des défenses/protection des organismes mis en place dans les interactions antagonistes au sein de leur environnement. L'écologie chimique amène à utiliser une diversité d'approches scientifiques et de techniques d'étude, au cœur des études du fonctionnement, de la diversité et de l'évolution des écosystèmes. Dans le cadre de l'UE, ces concepts sont développés d'une manière générale et appliqués aux environnements marins et plus particulièrement sur les modèles éponges, coraux, algues et micro-organismes.

## Objectifs

> Former les étudiants aux concepts développés en écologie chimique, incluant la chimiodiversité, la médiation chimique jusqu'au concept de biomimétisme
> Etudier la communication et les interactions chimiques, les stratégies de défense/protection chimique, afin d'appréhender le fonctionnement d'une population, communauté, écosystème et également fournir des solutions pour demain (bio-inspiration)

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances de base en biologie, écologie et physiologie acquises en Master 1 de biologie; UEs de S7 : Introduction à la Biologie des populations marines, Communautés et écosystèmes marins, Ecophysiologie Marine.
> Notions de chimie/biochimie (structure des métabolites et réactivités) conseillées

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'auto-évaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Cette UE est organisée autour de CM illustrés par des TD et TP (sur le terrain et en laboratoire). Les concepts abordés en cours sont mis en pratique par des expérimentations sur des organismes marins (terrain + conditions contrôlées en laboratoire). Les étudiants sont formés à l'acquisition et au traitement de données expérimentales.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 50% | |
| | CT | Oral - exposé | 20 | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Génomique en sciences de la mer/Marine genomics

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 10h
Travaux Pratiques : 12h

Ce cours constitue une introduction à l'écologie moléculaire appliquée aux organismes et à l'environnement marin. Le cours couvre les méthodes utilisées en transcriptomique, protéomique, (méta)-génomique et (méta)-transcriptomique, et phylogénie moléculaire permettant de répondre à des questions fondamentales en physiologie, écologie et en biologie évolutive (e.g., étude des réponses moléculaires aux changements environnementaux, identification d'espèces et recensement de la biodiversité). Ce cours est enseigné en anglais.

*In English: This course provides an introduction to the field of molecular ecology focusing on marine organisms. The course covers methods used in transcriptomics, proteomics, (meta-) genomics and (meta-) transcriptomics, and molecular phylogenetics, to address fundamental physiological, ecological and evolutionary questions (e.g., molecular responses to environmental changes, species identification and assessment of biodiversity). This course is taught in English.*

## Objectifs

> Décrire les processus écologiques et évolutifs agissant à l'échelle du génome chez les organismes marins et le principe des techniques moléculaires communément utilisées
> Acquérir des connaissances afin de pouvoir choisir les techniques moléculaires appropriées pour répondre à des questions spécifiques en physiologie, écologie et en biologie évolutive, et afin de pouvoir interpréter correctement des jeux de données moléculaires

*In English:*

> *Describe the ecological and evolutionary processes acting at the genomic level in marine organisms and the underlying principles of the commonly used molecular techniques*
> *Acquire the knowledge to make a considerate choice of molecular techniques to address specific physiological, ecologically or evolutionary questions and to correctly interpret molecular datasets*

## Pré-requis nécessaires

> Bon niveau d'anglais (écrit et oral)
> Connaissances fondamentales en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, génomique fonctionnelle (S7), physiologie, génétique, statistiques)

*In English:*

> *Good level in English (written and spoken)*
> *Basic knowledge in biology (cellular biology, molecular biology, functional genomics (S7) physiology, ecology and evolution)*

## Compétences visées

> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en anglais dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes

*In English:*

> *Communicate knowledge in English orally and in writing*
> *Analyze molecular, cellular and physiological processes to apprehend the functioning of organisms, their genetic diversity and phenotypic plasticity*
> *Use methods in molecular and cellular biology, functional genomics and proteomics to understand the functioning of organisms*

## Descriptif

Université de Bretagne Occidentale

Le cours inclut des CM, TD, et des séminaires, et se structure autour des chapitres suivants :

- Chapitre 1: Méthodes de séquençage
- Chapitre 2: Séquençage et annotation de génomes + assemblage de génomes
- Chapitre 3: Amplification de l'ADN, qPCR, transcriptomique: puces à ARN, séquençage et analyse de données transcriptomiques
- Chapitre 4: Génomique environnementale : métagénomique et diversité microbienne
- Chapitre 5: Protéomique
- Chapitre 6: Phylogénie moléculaire et identification taxonomique

*In English: The course includes lectures, practical exercises and seminars, and is structured around the following chapters:*

- *Chapter 1: Sequencing methods*
- *Chapter 2: Sequencing, assembly and annotation of genomes*
- *Chapter 3: DNA amplification, qPCR, transcriptomics: microarrays, sequencing and analysis of transcriptome data sets*
- *Chapter 4: Environmental genomics: metagenomics and microbial diversity*
- *Chapter 5: Proteomics*
- *Chapter 6: Molecular phylogenetics and taxonomic identification*

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 50% | |
| | CT | Oral - exposé | 30 | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Modélisation des systèmes biologiques

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 32h

Cette UE vise à former les étudiants à la conceptualisation, la construction et l'utilisation de modèles mécanistes basés sur des équations différentielles en biologie et écologie.

## Objectifs

> Conceptualiser le fonctionnement d'un système biologique
> Transcrire ce fonctionnement conceptualisé en équations différentielles
> Intégrer des équations différentielles ce dans le cadre de modèles mécanistes pouvant être appliqués à différents niveaux d'intégration (individu, population, communauté, écosystème)
> Mettre en oeuvre - de manière pratique - ce modèle sous la forme d'un code/programme numérique de résolution d'équations différentielles

## Pré-requis nécessaires

> Notions de base en mathématiques et en langages de programmation (e.g. R, ou Matlab, ou Python)
> Connaissances de base en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, statistiques)
> UEs Communautés et écosystèmes S7, Traitement des données biologiques S7, Océanographie Physique S7, Pratiques analytiques S8 (ou UEs équivalentes)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre et synthétiser le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Descriptif

L'enseignement se fait en deux temps : un premier temps sous forme de TD en salle informatique et combine enseignements transmissifs et mise en pratique sur un logiciel de programmation; un seconde temps de mini-projet réalisé en binôme. Dans un premier temps, les TDs comprenant :

> Mise en application de schémas d'intégration numériques sur un logiciel de programmation (Python, Matlab)
> Les bases de la conceptualisation d'un modèle de système biologique/écologique (définition des limites du système, notions de variables d'états, de flux/transferts, de conditions initiales, etc), et mise en équations.
> Mise en oeuvre de modèles écologiques simples type NPZ
> Introduction à la Théorie des "Dynamics Energy Budgets" (DEB)

Dans un second temps les binômes choisissent un article de modélisation et doivent :

> Analyser l'article pour en extraire les équations différentielles, et les paramètres
> Réaliser, en langage informatique, un programme permettant d'intégrer des ces équations différentielles
> Identifier la question, (ou une des questions), posée dans l'article, voire une question proposée par le binôme, et y répondre au travers de simulations à l'aide du modèle réalisé précédemment.
> Synthétiser la construction du modèle, et la réponse à la/aux question(s) posées dans un rapport

## Bibliographie

Hastings, A. (Ed.). (2013) *Population biology: concepts and models*. Springer Science & Business Media

## Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

## Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Ecrit - rapport | | 2/3 | |
| | CT | Oral - exposé | 15 | 1/3 | |

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Spécialité "Populations"

**16 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Ecophysiologie approfondie animale

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 12h
Travaux Pratiques : 10h

Cette UE traite de l'étude de la réponse des animaux marins face aux contraintes environnementales (disponibilité en oxygène, température, disponibilité en nourriture, présence de pathogène, d'algues toxiques, de polluants, changement global ...). Leurs capacités d'acclimatation sont étudiées par l'angle des modifications physiologiques à plusieurs échelles d'intégration biologique, du gène à l'individu. L'enseignement est basé sur des cours magistraux présentant ces problématiques et les méthodes utilisées dans cette discipline (expérimentation, modélisation...) ainsi que des cas d'études pris dans les recherches récentes mais également sur des travaux en laboratoire de mise en pratique. Une visite dans une écloserie expérimentale de bivalves est organisée afin que les étudiants découvrent les possibilités expérimentales associées à ce type d'outils.

## Objectifs

> Appréhender la modulation des fonctions physiologiques face à un environnement changeant afin de déterminer les capacités d'acclimatation des animaux, notamment dans un contexte de changement global et ce, à différents niveaux d'organisation biologique, du gène à l'individu
> Préparer l'immersion des étudiants dans le domaine de la recherche, en proposant des enseignements en relation directe avec les thématiques scientifiques, voir les projets en cours dans les laboratoires de recherche

## Pré-requis nécessaires

Connaissances des grandes fonctions physiologiques et sur l'importance des flux d'énergie pour le fonctionnement écophysiologique des organismes

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes

## Descriptif

Les cours dispensés dans cette UE traitent des sujets suivants :

> Approche intégrée des effets des modulations de l'environnement sur la physiologie des bivalves marins
> Bioénergétique, écophysiologie : Lien entre bilan énergétique et stresseurs environnementaux
> Rythmes biologiques et chronologie
> Maîtrise du cycle de développement par la gestion des paramètres de l'environnement la qualité des gamètes,
> Ecloseries de bivalves

Les TP (« Terrain au labo ») proposés dans le cadre de l'UE se focalisent sur des travaux d'expérimentation en laboratoire

## Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

## Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral - exposé | 30 | 100% | |

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Bioinformatique et génomique des populations

## Présentation

Ce cours constitue une introduction à l'utilisation de méthodes d'analyses bioinformatiques ciblant les données génomiques. Le cours sera focalisé sur l'analyse de données permettant de répondre à des questions fondamentales en génomique des populations.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 22h

## Objectifs

> Utiliser les outils de bioinformatique appliqués à la génomique des populations
> Conduire une analyse statistique permettant d'étudier la diversité et la différenciation génétique des populations à partir de données issues de séquençage de nouvelle génération

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances fondamentales en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, génétique, statistiques)
> Introduction à la génétique des populations S7 (ou équivalent)
> Approches analytiques en écologie des individus et populations S8 (ou équivalent)

## Compétences visées

> Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
> Utiliser les outils de bioinformatique appliqués à la génomique des populations
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Utiliser des outils permettant une recherche reproductible
> Conduire une analyse statistique de la distribution spatio-temporelle de la diversité génétique des populations
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes

## Descriptif

Ce cours fournit des bases pratiques sur les méthodes d'analyses bioinformatiques ciblant les données génomiques individuelles et populationnelles. Le cours sera organisée autour des parties suivantes :

> Introduction sur le séquençage de nouvelle génération et les données brutes qui en résultent
> Description et utilisation de différents pipelines bioinformatiques couramment utilisés pour obtenir des SNPs (single nucleotide polymorphisms) à partir de données brutes de séquençage de nouvelle génération (données RADseq)
> Description et utilisation d'outils d'assemblage et d'annotation de mitogénomes pour des analyses comparatives
> Mise en pratique (TD) sur des jeux de données existants.

## 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 - rapport | | 2/3 | Rapport de travaux dirigés |
| | CT | Oral | 30 | 1/3 | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir maison | | 2/3 | |
| | CT | Oral | 30 | 1/3 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Modeling for the conservation of marine megafauna

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Pratiques : 20h

The marine megafauna is not a taxonomically defined group, as it includes sea mammals, birds, reptiles, large fish and elasmobranchs. Marine megafauna species are large vertebrates that depend on marine food resources. These mobile species are generally at the top of their trophic food webs and have none or few predators. Our perception of marine megafauna as a coherent group is based on ecological similarities and shared conservation issues. These species are exposed to a myriad of threats and generally show limited resilience due to their intrinsic life history traits such low fecundity rates and high longevity, which often limit the capacity of collapsed populations to quickly recover. Consequently, they share common conservation challenges, and their current conservation status often results from pressures of the last century cumulated with current pressures.

Marine megafauna are a key element of many marine conservation strategies. Large marine vertebrates are generally used as flagships to mobilize society at large on conservation issues. They can function as umbrella species due to their large home ranges and high trophic level. Conservation measures focusing on marine megafauna often benefit lower trophic level species, positively impacting marine habitat protection. They also have the potential to act as sentinel species and inform the ecological status of other less visible compartments of marine ecosystems. Focusing on marine megafauna as a target of conservation strategies is thus rational and ecologically motivated.

However, despite their large body size, marine megafauna can be very elusive, undermining our ability to document crucial parameters for effective conservation such as population size (abundance), distribution, or vital rates (fecundity, survival or mortality). The presence or absence of a species across a set of spatial units is a fundamental concept in ecology, conservation biology and wildlife management (e.g., species range or distribution changes, habitat use, resource selection functions). An important sampling issue, however, is that a species may not always be detected when present at a spatial unit. Unaccounted for, 'false absences' can lead to misleading inferences about patterns and dynamics of species occurrence, and the factors that influence them. Similarly, abundance and population vital rates (mortality, breeding frequency, dispersal among habitat 'patches' or suitable areas) are fundamental quantities required to address questions about population dynamics and assess population 'health' state. Imperfect detectability of individuals during sampling sessions can also plague inferences about patterns and processes underlying population dynamics.

## Objectifs

This course will cover the design of sampling protocols and the modeling of species occurrence and population processes in marine megafauna in classical situations where the detectability of species or individuals is imperfect, with a particular emphasis on marine mammals and seabirds. The course will address the estimation of quantities needed in the modeling effort, and the application of these estimates and models to monitoring and conservation problems. Students will be introduced to the models through worked examples, with a particular emphasis on state-of-the-art inference techniques in the Bayesian framework. The main pieces of software that will be used are R, JAGS or NIMBLE (to fit models to real-life datasets and estimate parameters of interest). All models that will be detailed fall under the umbrella of 'hierarchical models' with latent parameters separating population and observation processes. The conceptual and philosophical foundations of such models will be briefly detailed to enable users to build a subsequent in-depth understanding with regular practice.

## Pré-requis nécessaires

- Knowledge of the R language
- Bases in statistical theory and Generalized linear models
- Bases in population dynamics

## Compétences visées

- Formalize demographic processes governing population fluctuations in situations of anthropogenic pressures and environmental variation
- Develop models for population size to address population trajectory under different scenarios of global change
- Use quantitative methods to model processes operating at the population level.
- Use statistical theory to design monitoring programs, population and occupancy models, and to draw inferences about model parameters; quantitative ecology skills

> Use and develop analytical tools in programming languages that are relevant to the question
> Use statistical theory to design monitoring programs, population and occupancy models, for decision making in conservation biology, and to draw inferences about model parameters; quantitative ecology skills
> Critically address interactions between human beings and marine ecosystems (global change, species interactions, ecosystem services)
> Use reproducible research methods
> Contextualize and write scientific results in formats relevant to knowledge transfer or to teaching

## Descriptif

This course will cover the design of sampling protocols and the modeling of species occurrence and population processes in marine megafauna in classical situations where the detectability of species or individuals is less than one, with a particular emphasis on marine mammals and seabirds. The course will address the estimation of quantities needed in the modeling effort, and the application of these estimates and models to monitoring and conservation problems. Students will be introduced to the models through worked examples, with a particular emphasis on state-of-the-art inference techniques in the Bayesian framework. The main software that will be used is R (to handle data) and JAGS (to fit models to real-life datasets and estimate parameters of interests). All models that will be detailed fall under the umbrella of 'hierarchical models' with latent parameters. The conceptual and philosophical foundations of such models will be briefly detailed to enable users to build a subsequent in-depth understanding with regular practice.

## 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 - rapport | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit et/ou Oral | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecophysiologie approfondie végétale

## Présentation

Cette UE a pour objectif de présenter et analyser les réponses physiologiques des organismes végétaux marins (micro- et macroalgues, halophytes...) en réponse aux modifications de paramètres environnementaux abiotiques.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 8h
Travaux Pratiques : 14h

## Objectifs

Comprendre la physiologie des végétaux marins au niveau individuel et au sein de leur habitat, afin d'appréhender le fonctionnement d'un écosystème/ communauté

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances de base en biologie et physiologie végétale acquises en Licence de biologie
> Ecophysiologie Marine S7 ou équivalent

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc) - Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les outils de biologie cellulaire et moléculaire, génomique fonctionnelle et post-génomique appliqués au fonctionnement des organismes

## Descriptif

Cette UE est constituée de CM illustrés par des TD et des TP. Les concepts abordés en cours seront mis en pratique par des séances de travaux dirigés ou lors d'expérimentations sur des organismes végétaux marins.

## 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 - rapport | | 1/3 | Rapport travaux pratiques |
| | CT | Oral | 20 | 2/3 | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | Report de notes | Ecrit - rapport | | 1/3 | Rapport travaux pratiques |
| | CT | Oral | 20 | 2/3 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Modélisation océanique pour l'étude de la connectivité marine

## Présentation

Cette UE vise à comprendre la physique mise en jeu dans un modèle océanique côtier, à savoir paramétrer un modèle numérique côtier simplifié pour l'appliquer dans des situations réelles afin de pouvoir l'appliquer pour des études de connectivité marine

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 4h
Travaux Dirigés : 28h

## Objectifs

> comprendre les équations mises en jeu dans un modèle côtier
> utiliser un modèle océanographique côtier
> analyser et interpréter les résultats d'un modèle côtier pour des applications physique/ biologie

## Compétences visées

> Identifier, décrire un phénomène
> Modéliser et simuler un phénomène physique
> Analyser des résultats, synthétiser l'information et cerner les limites d'un modèle en argumentant

## Descriptif

L'UE est divisée en 2 parties :

La première s'intéresse à la physique des modèles océanographiques côtiers.

Contenu :

> Présentation synthétique de qu'est-ce qu'un modèle, à quoi cela sert et quelles sont les équations mises en jeu
> choix des étudiants par binôme entre 2 configurations réalistes : la Rade de Brest ou les Pertuis Charentais.
> Paramétrisation physique du modèle : influence du frottement sur le fond, de la météo...
> Validation du modèle par confrontation des résultats de simulations avec des données d'observation.

Les étudiants pourront ainsi appréhender la complexité de paramétrer un modèle et la nécessité de le valider avant utilisation.

La deuxième partie s'intéressera plus particulièrement à la modélisation pour l'environnement et la connectivité marine.

Contenu :

> Présentation synthétique de la différence entre approche eulérienne et lagrangienne ; et de la connectivité marine via les modèles océaniques
> Simulations eulériennes de transport de polluant : comment un polluant se diffuse dans la zone choisie avec les courants
> Étude bibliographique pour choisir les paramètres de la modélisation réaliste de connectivité marine (où sont les stocks, quelle période de ponte, quelle durée de vie larvaire... )
> Simulation de cas réalistes de transport larvaire
> Calcul de matrices de connectivité

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 30 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Spécialité "Écosystèmes"

**16 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Paléoenvironnements & Paléoécologie

## Présentation

Cette unité d'enseignement permet aux étudiants d'acquérir des connaissances en paléoécologie, et de découvrir les méthodes et outils les plus couramment utilisés pour l'interprétation des environnements anciens.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 8h
Travaux Dirigés : 12h
Travaux Pratiques : 6h
Autres : 6h

## Objectifs

Acquérir des notions de base sur les méthodologies utilisées en sédimentologie, géochimie, paléontologie, archéologie et sclérochronologie, et leur interprétation dans le contexte d'études paléoécologiques et paléoenvironnementales, en milieux côtiers et océaniques

## Pré-requis nécessaires

> Communautés et écosystèmes S7 ou équivalent
> Introduction à la chimie marine S7 ou équivalent
> Traitement des données biologiques S7 ou équivalent
> Océanographie Physique S7 ou équivalent
> Pratiques analytiques de l'écologie des communautés et écosystèmes S8 ou équivalent

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Descriptif

Cette UE repose sur des méthodes d'enseignement très diversifiées, incluant une petite part de cours magistraux indispensables pour fournir aux étudiants les concepts théoriques nécessaires à la réalisation d'une part importante de travaux dirigés et pratiques (notamment en laboratoire de recherche) : études de documents, analyse d'archives paléoenvironnementales (coquilles, carottes). Détails des enseignements :

> Approche théorique et pratique de l'utilisation des isotopes stables (δ18O et δ13C) comme proxies paléoenvironnementaux (température) et paléoécologiques (production primaire)
> Utilisation des coquilles de bivalves comme archives de la variabilité hydro-climatique et écologique (sclérochronologie, master-chronologies, sclérochimie isotopique et élémentaire)
> Étude des amas coquilliers archéologiques : que nous apprennent-ils en termes de connaissance des sociétés et environnements passés ?
> Étude de la variabilité climatique au cours de l'Holocène par analyse chronostratigraphique et bio-sédimentologique de carottes sédimentaires (dinokystes, pollens, maërl)
> Variabilité environnementale et climatique quaternaire : carottes sédimentaires, foraminifères, dinokystes, isotopes stables du silicium (δ30Si)

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Travaux Pratiques | | 20% | Rapport de TP |
| | CT | Ecrit - rapport | | 40% | |
| | CT | Oral - exposé | 30 | 40% | |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 45 | 80% | |
| | Report de notes | Travaux Pratiques | | 20% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Modélisation des systèmes biologiques

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 32h

Cette UE vise à former les étudiants à la conceptualisation, la construction et l'utilisation de modèles mécanistes basés sur des équations différentielles en biologie et écologie.

## Objectifs

> Conceptualiser le fonctionnement d'un système biologique
> Transcrire ce fonctionnement conceptualisé en équations différentielles
> Intégrer des équations différentielles ce dans le cadre de modèles mécanistes pouvant être appliqués à différents niveaux d'intégration (individu, population, communauté, écosystème)
> Mettre en oeuvre - de manière pratique - ce modèle sous la forme d'un code/programme numérique de résolution d'équations différentielles

## Pré-requis nécessaires

> Notions de base en mathématiques et en langages de programmation (e.g. R, ou Matlab, ou Python)
> Connaissances de base en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, statistiques)
> UEs Communautés et écosystèmes S7, Traitement des données biologiques S7, Océanographie Physique S7, Pratiques analytiques S8 (ou UEs équivalentes)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre et synthétiser le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Descriptif

L'enseignement se fait en deux temps : un premier temps sous forme de TD en salle informatique et combine enseignements transmissifs et mise en pratique sur un logiciel de programmation; un seconde temps de mini-projet réalisé en binôme. Dans un premier temps, les TDs comprenant :

> Mise en application de schémas d'intégration numériques sur un logiciel de programmation (Python, Matlab)
> Les bases de la conceptualisation d'un modèle de système biologique/écologique (définition des limites du système, notions de variables d'états, de flux/transferts, de conditions initiales, etc), et mise en équations.
> Mise en oeuvre de modèles écologiques simples type NPZ
> Introduction à la Théorie des "Dynamics Energy Budgets" (DEB)

Dans un second temps les binômes choisissent un article de modélisation et doivent :

> Analyser l'article pour en extraire les équations différentielles, et les paramètres
> Réaliser, en langage informatique, un programme permettant d'intégrer des ces équations différentielles
> Identifier la question, (ou une des questions), posée dans l'article, voire une question proposée par le binôme, et y répondre au travers de simulations à l'aide du modèle réalisé précédemment.
> Synthétiser la construction du modèle, et la réponse à la/aux question(s) posées dans un rapport

## Bibliographie

Hastings, A. (Ed.). (2013) *Population biology: concepts and models*. Springer Science & Business Media

## Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

## Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Ecrit - rapport | | 2/3 | |
| | CT | Oral - exposé | 15 | 1/3 | |

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Flux d'énergie et cycles biogéochimiques

## Présentation

Cette UE a pour objectif de former les étudiants à la conceptualisation et la quantification des stocks et des flux d'énergie et d'éléments au sein des écosystèmes; en intégrant différentes échelles spatiales et temporelles (i.e de l'échelle individuelle à l'échelle globale)

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 8h
Travaux Dirigés : 20h
Autres : 4h

## Objectifs

> Conceptualiser et quantifier les stocks et les flux d'énergie et d'éléments
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Pré-requis nécessaires

> Communautés et écosystèmes S7 ou équivalent
> Introduction à la chimie marine S7 ou équivalent
> Traitement des données biologiques S7 ou équivalent
> Océanographie Physique S7 ou équivalent
> Pratiques analytiques de l'écologie des communautés et écosystèmes S8 ou équivalent

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Descriptif

L'UE est organisée autour de CM qui abordent la biogéochimie marine aux différentes échelles à travers quelques exemples concrets issus de la recherche à l'IUEM. Ces cours sont par la suite approfondis par des cours pratiques (suivi de cultures, mésocosmes, et mesures de paramètres biogéochimiques).

Partie cours magistraux:

> Introduction générale: Approches expérimentales pour l'étude des flux d'énergie et des cycles biogéochimiques (microcosmes et mésocosmes)
> Utilisation des isotopes stables dans l'étude des flux de matière au sein des écosystèmes marins. Les étudiants abordent les concepts de base (dilution, fractionnement) permettant l'application du traçage isotopique (naturel et enrichi) pour l'étude quantitative des flux biogéochimiques au sein de différents écosystèmes (zones d'upwelling, estuaires, récifs coralliens)
> Cycle du mercure en milieu marin; utilisation des éléments chimiques comme traceurs du mouvement des organismes (microchimie des otolithes), ou des évènements rencontrés (proxy des évènements hypoxiques)
> Principes fondamentaux de la création d'un "modèle en boîtes" biogéochimique (flux, sources de données, cycles élémentaires). Les étudiants appliquent ces connaissances et créent un "modèle en boîtes", en utilisant les informations d'une étude de cas sur le cycle de l'azote
> Concept de rétroaction biogéochimique océanique en lien avec le système climatique : Hypothèse Gaia et hypothèse du fer / Production d'aérosols soufrés d'importance climatique : de l'échelle cellulaire à l'échelle planétaire

Partie Pratique:

> Métabolisme des biocénoses benthiques : cet atelier permet la réalisation de bilans métaboliques (production brute, respiration, notions d'auto- et hétérotrophie) sur plusieurs biocénoses (maërl, vase, herbiers, sable), en utilisant pour cela des enceintes expérimentales permettant le suivi, en circuit fermé, de la concentration en oxygène dissous. La partie pratique sera suivie de séances d'exploitation des données lors de travaux dirigés.

Université de Bretagne Occidentale

> Approches expérimentales des flux d'énergie et des cycles biogéochimiques dans les systèmes pélagiques: Comparaisons de conditions expérimentales distinctes (communautés distinctes; témoin versus perturbation, etc.) - mesure des paramètres biologiques (abondance des organismes planctoniques, détermination des groupes majeurs) et biogéochimiques (oxygène, sels nutritifs, DMSP...)

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - mémoire | | 50% | |
| | CT | Oral - exposé | 60 | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral - exposé | 45 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Lipides marins : rôles biologiques et applications

## Présentation

L'UE Lipides Marins permet d'acquérir une bonne connaissance sur les lipides et plus particulièrement sur leurs spécificités associées au milieu marin. Il s'agit de comprendre et appréhender la chimiodiversité des lipides en milieu marin, leurs fonctions dans les membranes cellulaires, leurs implications en écologie trophique et en aquaculture ainsi que leurs intérêts en biotechnologie.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 13h
Travaux Pratiques : 9h

## Objectifs

> Présenter de façon non exhaustive les lipides ainsi que leurs rôles et fonctions en mettant l'accent sur des spécificités associées aux lipides retrouvées chez les espèces marines
> Comprendre le rôle des lipides aussi bien au sein des membranes cellulaires, dans les interactions entre organismes que de leurs utilisations en tant que biomarqueurs phylogénétiques et trophiques dans le monde marin
> Aborder les implications et enjeux des lipides marins en aquaculture ainsi que certains exemples de valorisations biotechnologiques de ces composés
> Sensibiliser les étudiants aux techniques et spécificités analytiques, par la présentation des méthodes chromatographiques couramment utilisées pour l'étude des lipides

## Pré-requis nécessaires

Connaissances de base en biologie, écologie et physiologie acquises en Master 1 de biologie

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif et sujet de recherche commun
> Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs lipidiques comme indicateurs écologiques (réseaux trophiques)

## Descriptif

Cette UE est organisée sous la forme d'un ensemble de CM, TD et TP. Les CM traitent les sujets suivants :

> Présentation générale des classes et structures de lipides marins.
> Rôles et fonctions.
> Lipides et interactions entre organismes: Biomarqueurs phylogénétiques et trophiques. Implications et enjeux en aquaculture.
> Valorisations biotechnologiques.
> Techniques d'analyses et visite de laboratoires (PSO et LIPIDOCEAN)

Pour améliorer la compréhension des approches méthodologiques, une série de TP est réalisée au sein de la plateforme LIPIDOCEAN de l'IUEM. Les résultats issus des analyses effectuées sur la plateforme sont traités en TD. Les étudiants doivent ensuite synthétiser et discuter ces résultats en lien avec les enseignements dispensés au cours de l'UE, pour finalement restituer leur travail à travers une présentation orale.

Les intervenants sont des enseignants chercheurs de l'UBO et chercheurs du CNRS et de l'IFREMER travaillant sur les lipides marins aussi bien dans le domaine analytique, biologique, écologique qu'en aquaculture. Des intervenants extérieurs universitaires (e.g Ecole Supérieure des Corps Gras de Bordeaux, Université de Nantes) et industriels sont également sollicités pour leur expertise complémentaire.

## 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 | | 100% | Rapport TP et exposé oral |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecologie chimique des organismes marins

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 10h
Travaux Pratiques : 8h
Terrain : 4h

Cette UE vise à appréhender le rôle des composés chimiques comme médiateurs des interactions entre les différents organismes peuplant les écosystèmes. En effet, les organismes produisent une grande diversité de molécules impliquées dans la perception du milieu, dans la communication entre individus d'une espèce et entre espèces, et dans le jeu des défenses/protection des organismes mis en place dans les interactions antagonistes au sein de leur environnement. L'écologie chimique amène à utiliser une diversité d'approches scientifiques et de techniques d'étude, au cœur des études du fonctionnement, de la diversité et de l'évolution des écosystèmes. Dans le cadre de l'UE, ces concepts sont développés d'une manière générale et appliqués aux environnements marins et plus particulièrement sur les modèles éponges, coraux, algues et micro-organismes.

## Objectifs

> Former les étudiants aux concepts développés en écologie chimique, incluant la chimiodiversité, la médiation chimique jusqu'au concept de biomimétisme
> Etudier la communication et les interactions chimiques, les stratégies de défense/protection chimique, afin d'appréhender le fonctionnement d'une population, communauté, écosystème et également fournir des solutions pour demain (bio-inspiration)

## Pré-requis nécessaires

> Connaissances de base en biologie, écologie et physiologie acquises en Master 1 de biologie; UEs de S7 : Introduction à la Biologie des populations marines, Communautés et écosystèmes marins, Ecophysiologie Marine.
> Notions de chimie/biochimie (structure des métabolites et réactivités) conseillées

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'auto-évaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Cette UE est organisée autour de CM illustrés par des TD et TP (sur le terrain et en laboratoire). Les concepts abordés en cours sont mis en pratique par des expérimentations sur des organismes marins (terrain + conditions contrôlées en laboratoire). Les étudiants sont formés à l'acquisition et au traitement de données expérimentales.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 50% | |
| | CT | Oral - exposé | 20 | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Spécialité "Quantitatif"

**16 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Interactions physique-biologie

## Présentation

Ce cours vise à donner les clés permettant de suivre les exposés de plus en plus nombreux sur la problématique des interactions physique-biologie, autant pour les physiciens que pour les biologistes. Les étudiants amélioreront leur compréhension de l'interdisciplinarité et leur perception de l'océanographie et apprendront comment mettre en œuvre ces concepts dans le cadre de leurs propres recherches.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 16h
Travaux Pratiques : 6h

## Objectifs

> Donner une vision pluridisciplinaire de l'océan, focalisée sur les interactions entre les processus physiques et biologiques
> Balayer une large bande spectrale en temps et en espace, allant de l'échelle des bassins océaniques jusqu'à la fine échelle à laquelle évoluent les organismes marins
> Associer étudiants de Physique et de Biologie, en incitant le travail en binômes/groupes mêlant ces deux disciplines

## Pré-requis nécessaires

> Notions de programmation scientifique
> Notions de bases d'océanographie Physique (courants, mélange turbulent, couche mélangée) et Biologiques (écosystèmes, producteurs primaires et secondaires, interactions proie-prédateur)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Utiliser et développer des outils d'analyse / modélisation dans des langages de programmation adaptés à la problématique
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes
> Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc)
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Descriptif

L'enseignement se fait sous forme de cours, de travaux sur PC notamment à l'aide de différents modèles numériques simples, et de lectures d'articles sous forme de projets bibliographiques.

Détail du contenu :

> Fonctionnement des écosystèmes dans les couches de surface de l'océan : autour de la production primaire et des écosystèmes pélagiques. Approche s'appuyant sur les observations satellitaires permettant de donner les bases concernant la production primaire, l'utilisation de la lumière et le lien avec les structures physiques observées.
> Notions de couplage Physique-Biologie.
> Structure verticale de l'océan ouvert : turbulence et couche de mélange océanique - dynamique verticale du plancton. Approche individu centré (Individual Based Model) et modèles Lagrangiens.
> Propagation de la marée dans les écosystèmes peu profonds.
> Etudes de cas : Fronts - « Plankton patchiness » - Top predators et biologing

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Modélisation des systèmes biologiques

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 32h

Cette UE vise à former les étudiants à la conceptualisation, la construction et l'utilisation de modèles mécanistes basés sur des équations différentielles en biologie et écologie.

## Objectifs

> Conceptualiser le fonctionnement d'un système biologique
> Transcrire ce fonctionnement conceptualisé en équations différentielles
> Intégrer des équations différentielles ce dans le cadre de modèles mécanistes pouvant être appliqués à différents niveaux d'intégration (individu, population, communauté, écosystème)
> Mettre en oeuvre - de manière pratique - ce modèle sous la forme d'un code/programme numérique de résolution d'équations différentielles

## Pré-requis nécessaires

> Notions de base en mathématiques et en langages de programmation (e.g. R, ou Matlab, ou Python)
> Connaissances de base en biologie (biologie cellulaire, biologie moléculaire, écologie, statistiques)
> UEs Communautés et écosystèmes S7, Traitement des données biologiques S7, Océanographie Physique S7, Pratiques analytiques S8 (ou UEs équivalentes)

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre et synthétiser le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Caractériser les flux de matière et d'énergie au sein des communautés et des écosystèmes
> Utiliser les traceurs biogéochimiques, les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Descriptif

L'enseignement se fait en deux temps : un premier temps sous forme de TD en salle informatique et combine enseignements transmissifs et mise en pratique sur un logiciel de programmation; un seconde temps de mini-projet réalisé en binôme. Dans un premier temps, les TDs comprenant :

> Mise en application de schémas d'intégration numériques sur un logiciel de programmation (Python, Matlab)
> Les bases de la conceptualisation d'un modèle de système biologique/écologique (définition des limites du système, notions de variables d'états, de flux/transferts, de conditions initiales, etc), et mise en équations.
> Mise en oeuvre de modèles écologiques simples type NPZ
> Introduction à la Théorie des "Dynamics Energy Budgets" (DEB)

Dans un second temps les binômes choisissent un article de modélisation et doivent :

> Analyser l'article pour en extraire les équations différentielles, et les paramètres
> Réaliser, en langage informatique, un programme permettant d'intégrer des ces équations différentielles
> Identifier la question, (ou une des questions), posée dans l'article, voire une question proposée par le binôme, et y répondre au travers de simulations à l'aide du modèle réalisé précédemment.
> Synthétiser la construction du modèle, et la réponse à la/aux question(s) posées dans un rapport

## Bibliographie

Hastings, A. (Ed.). (2013) *Population biology: concepts and models*. Springer Science & Business Media

## Modalités de contrôle des connaissances

Université de Bretagne Occidentale

## Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CC | Ecrit - rapport | | 2/3 | |
| | CT | Oral - exposé | 15 | 1/3 | |

## Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Ecologie numérique

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
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 |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Oral | 20 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Modeling for the conservation of marine megafauna

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Pratiques : 20h

The marine megafauna is not a taxonomically defined group, as it includes sea mammals, birds, reptiles, large fish and elasmobranchs. Marine megafauna species are large vertebrates that depend on marine food resources. These mobile species are generally at the top of their trophic food webs and have none or few predators. Our perception of marine megafauna as a coherent group is based on ecological similarities and shared conservation issues. These species are exposed to a myriad of threats and generally show limited resilience due to their intrinsic life history traits such low fecundity rates and high longevity, which often limit the capacity of collapsed populations to quickly recover. Consequently, they share common conservation challenges, and their current conservation status often results from pressures of the last century cumulated with current pressures.

Marine megafauna are a key element of many marine conservation strategies. Large marine vertebrates are generally used as flagships to mobilize society at large on conservation issues. They can function as umbrella species due to their large home ranges and high trophic level. Conservation measures focusing on marine megafauna often benefit lower trophic level species, positively impacting marine habitat protection. They also have the potential to act as sentinel species and inform the ecological status of other less visible compartments of marine ecosystems. Focusing on marine megafauna as a target of conservation strategies is thus rational and ecologically motivated.

However, despite their large body size, marine megafauna can be very elusive, undermining our ability to document crucial parameters for effective conservation such as population size (abundance), distribution, or vital rates (fecundity, survival or mortality). The presence or absence of a species across a set of spatial units is a fundamental concept in ecology, conservation biology and wildlife management (e.g., species range or distribution changes, habitat use, resource selection functions). An important sampling issue, however, is that a species may not always be detected when present at a spatial unit. Unaccounted for, 'false absences' can lead to misleading inferences about patterns and dynamics of species occurrence, and the factors that influence them. Similarly, abundance and population vital rates (mortality, breeding frequency, dispersal among habitat 'patches' or suitable areas) are fundamental quantities required to address questions about population dynamics and assess population 'health' state. Imperfect detectability of individuals during sampling sessions can also plague inferences about patterns and processes underlying population dynamics.

## Objectifs

This course will cover the design of sampling protocols and the modeling of species occurrence and population processes in marine megafauna in classical situations where the detectability of species or individuals is imperfect, with a particular emphasis on marine mammals and seabirds. The course will address the estimation of quantities needed in the modeling effort, and the application of these estimates and models to monitoring and conservation problems. Students will be introduced to the models through worked examples, with a particular emphasis on state-of-the-art inference techniques in the Bayesian framework. The main pieces of software that will be used are R, JAGS or NIMBLE (to fit models to real-life datasets and estimate parameters of interest). All models that will be detailed fall under the umbrella of 'hierarchical models' with latent parameters separating population and observation processes. The conceptual and philosophical foundations of such models will be briefly detailed to enable users to build a subsequent in-depth understanding with regular practice.

## Pré-requis nécessaires

- Knowledge of the R language
- Bases in statistical theory and Generalized linear models
- Bases in population dynamics

## Compétences visées

- Formalize demographic processes governing population fluctuations in situations of anthropogenic pressures and environmental variation
- Develop models for population size to address population trajectory under different scenarios of global change
- Use quantitative methods to model processes operating at the population level.
- Use statistical theory to design monitoring programs, population and occupancy models, and to draw inferences about model parameters; quantitative ecology skills

> Use and develop analytical tools in programming languages that are relevant to the question
> Use statistical theory to design monitoring programs, population and occupancy models, for decision making in conservation biology, and to draw inferences about model parameters; quantitative ecology skills
> Critically address interactions between human beings and marine ecosystems (global change, species interactions, ecosystem services)
> Use reproducible research methods
> Contextualize and write scientific results in formats relevant to knowledge transfer or to teaching

## Descriptif

This course will cover the design of sampling protocols and the modeling of species occurrence and population processes in marine megafauna in classical situations where the detectability of species or individuals is less than one, with a particular emphasis on marine mammals and seabirds. The course will address the estimation of quantities needed in the modeling effort, and the application of these estimates and models to monitoring and conservation problems. Students will be introduced to the models through worked examples, with a particular emphasis on state-of-the-art inference techniques in the Bayesian framework. The main software that will be used is R (to handle data) and JAGS (to fit models to real-life datasets and estimate parameters of interests). All models that will be detailed fall under the umbrella of 'hierarchical models' with latent parameters. The conceptual and philosophical foundations of such models will be briefly detailed to enable users to build a subsequent in-depth understanding with regular practice.

## 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 - rapport | | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit et/ou Oral | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# UE optionnelle M2 SBM (1 au choix)

**4 crédits ECTS**

Université de Bretagne Occidentale

# Chimiodiversité marine et applications en biotechnologie - Marine Chemodiversity and application in Biotechnology

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 14h
Travaux Pratiques : 8h

Cet enseignement vise à donner aux étudiants une formation théorique sur la diversité des biomolécules actives présentes dans les organismes marins (faune, flore et microorganismes) et les différents secteurs d'applications potentielles de ces biomolécules. Cette formation est liée aux projets de recherche des chercheurs et enseignants-chercheurs impliqués dans le cours. En fonction de la nationalité des étudiants inscrits à cette UE, les enseignements sont réalisés en français ou en anglais.

*In English: This course aims to provide students with theoretical training on the diversity of active biomolecules present in marine organisms (fauna, flora and microorganisms) and the various potential applications of these biomolecules. This training is linked to the research projects of the researchers and teacher-researchers involved in the course. Depending on the nationality of the students enrolled in this course, the lessons are given in French or in English.*

## Objectifs

Appréhender les possibilités de valorisation dans de nombreux domaines d'application des biomolécules extraites d'organismes marins qu'ils soient végétaux ou animaux

## Pré-requis nécessaires

Connaissances de base en biologie acquises en Licence de Biologie

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines

## Descriptif

Cette UE est organisée sous la forme de CM, conférences d'industriels ou visites d'entreprises, TD et TP (formulation ou fabrication d'un produit soit cosmétique, soit agro-alimentaire, ou autre selon le thème de l'année).

## 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 - rapport | | 1/3 | Rapport travaux pratiques |
| | CT | Oral - exposé | 15 | 2/3 | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | Report de notes | Ecrit - rapport | | 1/3 | |
| | CT | Oral - exposé | 15 | 2/3 | |

Université de Bretagne Occidentale

# Populations et peuplements exploités

## Présentation

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 22h

La gestion des ressources marines exploitées nécessite une très bonne connaissance de la biologie et de l'écologie de ces ressources. Or, de nombreux aspects du fonctionnement des populations et peuplements marins ciblés par la pêche restent encore souvent difficiles à comprendre, constituant ainsi une limitation importante des modèles de gestion actuels. Dans ce contexte, cette UE a pour but de préparer les étudiants à appréhender la complexité du fonctionnement des populations et peuplements exploités. Il est à noter que cette UE n'a pas vocation à former des gestionnaires des ressources exploitées, mais s'adresse plutôt à des biologistes marins intéressés par les questions liées au fonctionnement de ces ressources.

## Objectifs

> Comprendre les enjeux et problématiques qui se posent aux biologistes marins exerçant dans le domaine de la pêche
> Présenter dans quelle mesure l'intégration d'une large gamme d'outils permet d'explorer la complexité des problématiques associées à la gestion durable des ressources exploitées
> Mettre les étudiants en contact avec différents acteurs impliqués dans ces problématiques liés à la pêche

## Pré-requis nécessaires

> Introduction à la biologie des populations S7 ou équivalent
> Communautés et écosystèmes marins S7 ou équivalent
> Pratiques analytiques de l'écologie des individus et populations S8 ou Pratiques analytiques de l'écologie des communautés et écosystèmes S8

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Appréhender avec un regard critique les interactions entre l'Homme et les écosystèmes marins (changement global, interaction d'espèces, service écosystémique)

## Descriptif

Cette UE est organisée autour de trois volets :

**A. Durabilité des populations exploitées**

1. Connectivité des populations exploitées et identification des stocks
2. Effets du repeuplement sur les populations naturelles
3. Effets combinés de la pêche et des changements globaux

**B. Impacts de la pêche sur l'équilibre des peuplements marins**

1. Apports de différentes approches : acoustique, modélisation
2. Effets de la pêche sur les réseaux trophiques

**C. Interagir avec les acteurs impliqués dans l'exploitation et la gestion des ressources**

1. Initiation à l'économie des pêches. Cette initiation s'appuie sur le "serious game" Fishbanks
2. Rencontre avec différents acteurs impliqués dans l'exploitation et la gestion des ressources marines

Les cours sont sous la forme de CM, TD et séminaires. Au cours de cette UE, les étudiants doivent réaliser une synthèse bibliographique autour d'un thème commun choisi par les enseignants. L'ensemble des sujets bibliographiques sont choisis collectivement afin de traiter la problématique ciblée de façon complémentaire. Les synthèses bibliographiques sont restituées sous la forme de rapports écrits, et sont ensuite présentées et discutées lors d'une session de présentations orales.

Université de Bretagne Occidentale

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 75% | |
| | CT | Oral - exposé | 30 | 25% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Biodiversité : maintien, érosion et restauration

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 10h
Travaux Pratiques : 8h
Terrain : 4h

## 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 - rapport | | 50% | |
| | CT | Oral - exposé | 20 | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 60 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Bio-indicateurs de la qualité des habitats

## Présentation

Cette UE a pour objet la compréhension des principes de l'évaluation écologique des habitats, notamment marins, et la mise œuvre de protocoles de surveillance.

**4 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 10h
Travaux Dirigés : 18h
Travaux Pratiques : 4h

## Objectifs

> Connaître le cadre réglementaire de l'évaluation écologique et de la protection des habitats marins
> Formation sur les bio-indicateurs basés sur l'éco-toxicologie et les biomarqueurs moléculaires (échelles moléculaire, individuelle, populationnelle)
> Formation sur les bio-indicateurs de l'extension, de la diversité et de la structure des habitats marins (échelles populationnelle, communautaire, écosystémique)
> Mise en pratique d'indicateurs biologiques sur l'estran

## Pré-requis nécessaires

M1 de Biologie

## Compétences visées

> Intégrer les informations (concepts et données) obtenues à différents niveaux d'organisation pour comprendre le fonctionnement des systèmes biologiques et leurs interactions
> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Concevoir des expérimentations (terrain, laboratoire) fiables et reproductibles pour tester des hypothèses (de travail)
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale
> Appliquer les méthodes quantitatives adaptées à l'analyse et la modélisation des systèmes et processus de la biologie marine aux échelles des individus, des populations, des communautés et des écosystèmes - Formaliser les processus démographiques et évolutifs gouvernant la viabilité des populations face aux pressions anthropiques environnementales - Caractériser la structure et la dynamique spatio-temporelle des communautés et des écosystèmes (biodiversité, interactions biotiques, etc). Analyser les processus moléculaires, cellulaires et physiologiques pour appréhender le fonctionnement des organismes, leur variabilité génétique et plasticité phénotypique
> Résoudre des problèmes pour développer de nouveaux savoirs et de nouvelles méthodologies et intégrer les savoirs de différents domaines
> Utiliser les indicateurs écologiques et des outils de modélisation

## Descriptif

L'UE est organisée sous la forme de CM destinés à intégrer les approches toxicologiques et moléculaires de l'évaluation écologique des habitats marins, d'une part, les approches à l'échelle supra-individuelle, d'autre part. Ces cours seront illustrés par des TD faisant intervenir des chercheur(se)s spécialisé(e)s dans diverses approches techniques et analytiques. Un TP sur le terrain mettra les étudiant(e)s en condition pour tester certains protocoles présentés en cours.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 100% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - devoir surveillé | 120 | 100% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Stage M2

## Présentation

**27 crédits ECTS**

Stage de fin d'étude en laboratoire, entreprise, collectivité ou association, d'une durée de 5 mois et demi (de début janvier à début juin)

## Objectifs

Mettre en place d'une démarche scientifique (établissement des questions de recherche, formulation d'hypothèses, conception de plan d'expérience, acquisition de données sur le terrain, expérimentalement, numériquement, analyse de résultats, rédaction d'un mémoire) dans un cadre professionnel, visant à l'acquisition des compétences pratiques de base permettant l'insertion professionnelle à l'issue du master (y compris en thèse)

## Pré-requis nécessaires

Ensemble des UE des deux années du master SML-Biologie Marine, ou équivalent

## Compétences visées

> Communiquer à des fins de formation ou de transfert de connaissances, par oral et par écrit, en français et en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
> Gérer des contextes professionnels ou d'études complexes, imprévisibles et qui nécessitent des approches stratégiques nouvelles
> Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour contribuer à la réalisation d'un objectif commun
> Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique
> Respecter les principes d'éthique, de déontologie et de responsabilité environnementale

## Descriptif

Le stage de recherche individuel est réalisé dans une structure académique, professionnelle ou associative, sous la responsabilité d'un encadrant de la structure d'accueil, et vise à fournir une expérience approfondie de la recherche. La recherche d'un projet de stage résulte d'une démarche individuelle de la part des étudiants. Des propositions de stage sont diffusées auprès des étudiants au fil de l'eau, mais les étudiants sont libres de trouver un projet par eux-mêmes, que ce soit à l'IUEM ou dans toute autre structure, en France ou à l'étranger. Chaque sujet de stage doit impérativement être validé par le responsable de l'UE. Ce stage, d'une durée de 5 mois et demi, fait l'objet de la rédaction d'un mémoire (30 pages maximum), et d'une soutenance orale devant un jury.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | CT | Ecrit - mémoire | | 50% | |
| UE | CT | Oral - soutenance | 45 | 50% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| UE | Report de notes | Ecrit - mémoire | | 50% | report session 1 |
| UE | Report de notes | Oral - soutenance | | 50% | |

Université de Bretagne Occidentale

# Projet Interdisciplinaire Mutualisé

## Présentation

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 24h

Cette UE offre une plongée vers le monde socio-économique en lien avec les sciences de la mer et du littoral afin développé des compétences transversales. Cette UE, mutualisée à l'échelle du périmètre de l'EUR ISblue, permet d'aborder des questions complexes, interdisciplinaires tout en prônant des formats d'apprentissages actifs et collaboratifs grâce à la complémentarité des étudiants, originaires des différentes mentions du domaine SML et des écoles d'ingénieurs du périmètre ISblue (ENSTA-Bretagne, IMT-Atlantique, ENIB, Ecole Navale).

## Objectifs

Cette UE propose de renforcer la professionnalisation des étudiants, de tous profils disciplinaires, en développant leurs compétences professionnelles transversales (*soft-skills*) et leur mise en application dans le cadre de micro-projets collaboratifs de recherche et d'innovation. Ce cadre d'apprentissage et d'expérimentation leur permettra de mieux appréhender le contexte socio-professionnel, l'interdisciplinarité et de réaliser la valeur de son expertise et de ses savoirs.

## Pré-requis nécessaires

aucun

## Compétences visées

- Communication spécialisée pour le transfert de connaissances
- Appui à la transformation en contexte professionnel
- Intégration de savoirs hautement spécialisés
- Usages avancés et spécialisés des outils numériques

## Descriptif

Cette UE se déroule sur une semaine (5 jours) en mode projet. Deux périodes sont proposées : la **première semaine de janvier pour les semestres 7 et 9**, et la **deuxième/dernière semaine de juin pour le semestre 8**.

L'UE consiste en la réalisation d'un projet par un groupe d'étudiants, sous la supervision d'un tuteur. Chaque année un catalogue de modules est proposé à la rentrée universitaire. Les modules proposés sont de nature très variée. Ils peuvent être proposés par des chercheurs, une équipe pédagogique ou des acteurs d'entreprises, du monde socio-économique. Les projets pourront également se réalisés hors les murs de l'université et des écoles d'ingénieurs, facilitant
les rencontres dans l'intérêt commun du rapprochement entre les acteurs, source de dynamisme scientifique, de créativité et d'expérimentation par le terrain. Le catalogue est amené à évoluer d'une année à l'autre.

Sachant la méthodologie par projet de l'ensemble des modules au catalogue de cette UE, l'évaluation des compétences sera sous forme d'une restitution orale et de l'implication dans le travail de groupe.

## Modalités de contrôle des connaissances

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

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 80% | |
| | CT | Oral | 15 | 20% | |

### Session 2 : Contrôle de connaissances

| Nature de l'enseignement | Modalité | Nature | Durée (min.) | Coefficient | Remarques |
|---|---|---|---|---|---|
| | CT | Ecrit - rapport | | 100% | |