

## Master Chimie et Sciences du Vivant

### Parcours Chimie Environnement Marin

#### Objectifs

Le master Mention Chimie et Sciences du Vivant (CSV) parcours Chimie de l'Environnement Marin (CEM) a vocation à former de jeunes scientifiques capables d'appréhender et de répondre dans un cadre pluridisciplinaire aux problématiques et aux enjeux majeurs dans le domaine des sciences de la mer et du littoral (changement climatique, état d'un écosystème...) en apportant leurs compétences spécifiques en chimie analytique et en biogéochimie marine.

A la suite de la formation, le diplômé peut intégrer directement le milieu professionnel dans les domaines de la chimie analytique et de la chimie environnementale. Il peut également consolider sa formation en préparant un doctorat avec une spécificité chimie de l'environnement marin.

#### Public cible

Le Master mention CSV du domaine Sciences de la Mer et du Littoral, s'adresse à de jeunes scientifiques ayant une formation de base générale et/ou professionnelle en chimie, biochimie, chimie analytique, biogéochimie, en sciences de la mer, en traitement des eaux, en hydrologie, etc...de niveau licence L3 ou équivalent et qui souhaitent acquérir des compétences spécifiques dans les domaines de la chimie analytique et de la chimie de l'environnement marin. A la suite de la formation, l'étudiant diplômé pourra poursuivre sa formation par un doctorat. Il pourra également s'insérer dans un cursus d'écoles d'ingénieurs ou intégrer directement le milieu professionnel.

#### Compétences acquises

A la suite de sa formation, le diplômé a acquis une solide formation en chimie théorique et appliquée et maîtrise les concepts fondamentaux en chimie de l'environnement marin. Il possède des connaissances spécifiques dans des disciplines connexes (biologie marine, océanographie physique, géosciences marines) qui lui permettent d'aborder la pluralité des mécanismes qui gouvernent le fonctionnement des écosystèmes côtiers et océaniques. Il maîtrise les techniques d'analyse chimiques modernes (Spectrométrie de masse, ICP-MS, CPG, HPLC, spectroscopie, techniques électrochimiques) disponibles dans les laboratoires de recherche, de l'industrie ou de contrôle. Il est capable de conduire une démarche scientifique autonome visant à répondre à une problématique environnementale (i.e définir l'état d'un écosystème et prévoir son évolution) en mettant en œuvre les techniques d'échantillonnage sur le terrain, les protocoles expérimentaux en laboratoire, et en interprétant par de la modélisation numérique les données obtenues. Il sait réaliser les supports de communication adaptés pour une diffusion des résultats de ses recherches ou d'études en français et dans une langue étrangère.

#### Conditions d'accès

L'admission en M1 est soumise à l'examen du dossier par la commission d'admission. Pour qu'une candidature puisse être recevable, l'étudiant doit être titulaire d'une licence ou d'une formation de niveau équivalent en chimie, chimie-physique, chimie environnementale, en biogéochimie, en sciences de la mer, en hydrologie, en traitement et analyse des eaux... L'admission est fondée sur la qualité globale du dossier : parcours, motivation, clarté du projet professionnel et expériences antérieures éventuelles.

Ont accès au M2 de droit les étudiants reçus aux examens de M1 provenant de la même mention (CSV) et sur dossier les étudiants des mentions Biologie et du master SML ainsi que ceux des autres universités françaises ou étrangères présentant un cursus approprié.

L'accès à cette formation est également possible si vous êtes en activité professionnelle, en recherche d'emploi ou si vous avez interrompu vos études initiales depuis plus d'un an. Vous relevez alors du statut de stagiaire de la formation continue pour vos études.

Vous pouvez aussi accéder à cette formation par les différents dispositifs de validation des acquis (VAE, VAPP 85 et VES).

Pour toutes ces situations, il convient de contacter au plus tôt le bureau REVA du Service de Formation Continue :

[www.univ-brest.fr/profils/reprise-etudes-vae](http://www.univ-brest.fr/profils/reprise-etudes-vae)

[www.univ-brest.fr/formation-continue](http://www.univ-brest.fr/formation-continue)

#### Poursuite d'études

Accès possible en doctorat.

#### Insertion professionnelle

Le diplômé de ce master peut exercer dans le secteur de la recherche fondamentale et appliquée dans les centres de recherche, les bureaux d'étude en chimie et/ou en environnement, les laboratoires d'analyses chimiques et/ou de contrôle qualité et les organismes de la fonction publique (aménagement littoral, protection et mise en valeur des zones côtières, lutte contre les pollutions marines).

Il peut exercer des emplois :

#d'ingénieur de recherche

#d'ingénieur d'étude

#de chercheur

#d'enseignant-Chercheur

#### Infos pratiques

Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) à Brest Technopole

#### Contacts

##### Responsable pédagogique

MAGUER Jean-François

jean-francois.maguer@univ-brest.fr

Tel. 02 98 49 87 78

##### Responsable pédagogique

WAELES Matthieu

matthieu.waeles@univ-brest.fr

##### Responsable Secrétariat pédagogique

Scolarité IUEM

scolarite-iuem@univ-brest.fr

## Programme

### M1

#### Semestre 7

<b>Introduction à la chimie marine</b>	36h
<b>Spéciation chimiques des éléments dans le milieu marin</b>	36h
<b>Traitement et analyse des données océanographiques</b>	24h
<b>Océanographie physique</b>	36h
<b>Observation et séries temporelles</b>	24h
<b>Méthodes analytiques pour l'environnement</b>	36h
<b>Chimie analytique</b>	36h
<b>Techniques de recherche bibliographique</b>	9h
<b>Anglais</b>	24h

#### Semestre 8

<b>Projet Interdisciplinaire Mutualisé</b>	24h
<b>Chimie des écosystèmes marins</b>	48h
<b>Géochimie marine</b>	24h
<b>Biogéochimie et écologie des milieux polaires</b>	48h
<b>Traceurs océaniques : bases et concepts</b>	24h
<b>Projet professionnel et connaissance du monde du travail</b>	18h
<b>Anglais scientifique et analyse critique de la littérature</b>	24h

#### Stage (8 semaines)

##### Options facultatives

- Field Research Instruction Geochemistry	24h
- Université Flottante	24h

### M2

#### Semestre 9

<b>Interactions océans climat</b>	24h
<b>Biogéochimie et modélisation</b>	42h
<b>Biogéochimie dans l'Atlantique sud : upwellings et courants de bord ouest (ICEMASA)</b>	24h
<b>Chimie des composés organiques dans l'environnement marin</b>	48h
<b>Méthodes spectrométriques avancées</b>	36h
<b>Traceurs océaniques : nouvelles approches</b>	36h
<b>Ingénierie de projet</b>	12h
<b>Science-Société ISblue COP</b>	20h
<b>Anglais et vulgarisation scientifique</b>	24h

#### Semestre 10

##### Stage (5 mois)

Dernière mise à jour le 27 février 2024

# Introduction à la chimie marine

## Présentation

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

### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 24h

Cours Magistral : 8h

Terrain : 4h

## 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 clés et de leurs conditions d'acquisition. Les TP consistent quant à eux à effectuer des prélèvements à la mer puis à analyser des paramètres clés de la chimie marine (salinité, oxygène dissous, pH, alcalinité, système des carbonates, nutriments azotés, phosphate, silicate, silice biogénique, fer dissous, chlorophylle-*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

# Spéciation chimiques des éléments dans le milieu marin

## Présentation

Cette UE Spéciation Chimique des Éléments en milieu MARin » examine sous quelles formes chimiques les éléments majeurs et les éléments traces sont présents dans l'hydrosphère en interaction avec l'atmosphère et la biosphère marine. Elle vise également à préciser les outils thermodynamiques et analytiques qui permettent d'établir la spéciation des éléments pour mieux comprendre leur réactivité.

### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Dirigés : 18h

## Objectifs

Cette UE vise à apporter le socle de connaissance des formes chimiques majoritaires et des règles qui sous-tendent la stabilité et la réactivité des éléments dans l'hydrosphère et dans l'atmosphère

## Pré-requis nécessaires

Chimie générale, chimie analytique, chimie des solutions

## Compétences visées

- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
- > Intégrer les processus biogéochimiques clés qui régulent les grands cycles des éléments et les flux de matière dans l'hydrosphère
- > Développer une vision holistique et pluridisciplinaire des problématiques environnementales dans le contexte du changement global. Diagnostiquer l'état de santé d'un écosystème
- > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche

## Descriptif

- > Concept acide-base de Pearson
- > Compléments de thermodynamique, de cinétique, d'atomistique et de chimie des solutions
- > Spéciation des éléments majeurs et mineurs dans l'eau de mer en relation avec le cycle du carbone
- > Interactions ions métalliques et complexants organiques naturels
- > Echanges gazeux à l'interface hydrosphère atmosphère (modèle du film stagnant)

## 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	1	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	30	1	

# Traitement et analyse des données océanographiques

## Présentation

Cette UE porte sur les différents aspects de la méthodologie nécessaire au traitement et à l'analyse des données chimiques en océanographie. Les exercices s'appuient sur des jeux de données acquis au cours de campagnes océanographiques (compartiments pélagiques et benthiques) mais aussi sur une analyse ciblée de la littérature scientifique dans les différentes thématiques abordées.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 20h

Cours Magistral : 4h

## Objectifs

Cette UE vise à maîtriser les outils de gestion, de représentation et de traitement de la donnée scientifique appliquée à l'océanographie en s'appuyant sur différents logiciels (Tableur, Ocean Data View, Surfer...). Elle vise aussi à initier les étudiants à la rédaction scientifique, en particulier à la présentation de résultats et à leur discussion dans un contexte plus large en s'appuyant sur la littérature scientifique.

## Pré-requis nécessaires

Chimie générale, Chimie de l'environnement, Compétences numériques (C2i)

## 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
- > Identifier les usages numériques en sciences environnementales
- > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
- > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche
- > Cibler les champs de compétences d'un article scientifique et en extraire, en développant une conscience critique, l'information pertinente

## Descriptif

Exercices de représentation des données océanographiques en deux dimensions et en trois dimensions à l'aide de différents outils numériques (Tableur, Ocean Data View, Surfer...) ; Choix et règles graphiques ; Analyse exploratoire des données ; Exercices de rédaction (commentaires de graphiques et discussion) ; Analyse ciblée d'articles scientifiques pour le support à la discussion ; Rédaction et présentation d'une synthèse bibliographique (en interaction avec l'UE Technique de recherche bibliographique)

## 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	Ecrit - rapport		1	session unique

### Session 2 : Contrôle de connaissances

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

# 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 présentent 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 University <https://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	Écrit - devoir surveillé	120	2/3	
UE	CT	Oral	15	1/3	

## 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	

## Observation et séries temporelles

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 3h

Travaux Dirigés : 14h

Cours Magistral : 4h

Terrain : 3h

### Modalités de contrôle des connaissances

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

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	60%	
Travaux Pratiques	CC	Ecrit - rapport		40%	session unique

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Cours Magistral	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	60%	
Travaux Pratiques	Report de notes	Ecrit - rapport		40%	report de la note de session 1



# Méthodes analytiques pour l'environnement

## Présentation

Cette UE porte sur des méthodes analytiques de pointe et innovantes en lien avec des thématiques émergentes en sciences chimiques environnementales appliquées au domaine marin. Ces enseignements sont assurés pour une bonne partie par des spécialistes (ingénieurs et chercheurs) de leur domaine analytique.

### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 5h

Cours Magistral : 15h

Travaux Pratiques : 14h

Terrain : 2h

## Objectifs

Cette UE vise à l'acquisition de compétences spécifiques en chimie analytique environnementale dans différentes thématiques. Elle vise aussi à élargir les interactions des étudiants avec les acteurs de la recherche.

## Pré-requis nécessaires

Chimie analytique de niveau licence

## Compétences visées

- > Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour assurer une efficacité dans les pratiques de terrain et de laboratoire
- > Répondre à une problématique en mobilisant les outils d'échantillonnage et de métrologie adaptés à un suivi environnemental et en développant les techniques analytiques spécifiques dans le domaine de la chimie des eaux, du sédiment et du vivant
- > Utiliser les outils de prélèvements et d'observation des eaux, du sédiment et du vivant
- > Maîtriser la spécificité des techniques analytiques innovantes dédiées à l'environnement marin

## Descriptif

Electrochimie analytique, capteurs et biocapteurs, micro-fluidique optique et instrumentation grand-fonds pour l'analyse chimique in-situ, spectroscopie Infra Rouge et Raman pour l'analyse des plastiques, Diffraction laser pour la granulométrie et paramètres clés de la sédimentologie

## 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	0.4	
UE	CC	Ecrit - rapport		0.6	session unique : exposés et/ou rapports de TP

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	0.4	
UE	Report de notes	Ecrit - rapport		0.6	report de la note de session 1

# Chimiométrie

## Présentation

Cette UE présente les outils mathématiques et statistiques pour la modélisation et l'optimisation expérimentale ainsi que pour la validation des méthodes d'analyse

## Objectifs

Cet enseignement a pour objectif de donner à l'étudiant les bases des outils de chimiométrie et de la modélisation expérimentale, les éléments de validation d'une méthode d'analyse et de lui permettre de découvrir la méthode d'optimisation par les plans d'expérience

### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 20h

## Pré-requis nécessaires

Chimie générale, Chimie analytique

## Compétences visées

- > Identifier les usages numériques en sciences environnementales
- > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
- > Répondre à une problématique en mobilisant les outils d'échantillonnage et de métrologie adaptés à un suivi environnemental et en développant les techniques analytiques spécifiques dans le domaine de la chimie des eaux, du sédiment et du vivant
- > Maîtriser les techniques innovantes dédiés à l'environnement marin

## Descriptif

- > Définir un plan d'expériences en fonction d'un objectif (screening, optimisation)
- > Mettre en œuvre et analyser des plans d'expériences simples
- > Choisir la méthode d'étalonnage, vérifier sa validité et calculer son incertitude.
- > Savoir calculer les intervalles de confiance et de prévision

## 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	100%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

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

# Techniques de recherche bibliographique

## Présentation

Cette unité d'enseignement permet aux étudiants de pratiquer des recherches documentaires à caractère scientifique mais également de découvrir les techniques d'extraction de ressources internet pour des recherches de stage et d'emploi.

**1 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 9h

## Objectifs

Cette UE vise à rechercher efficacement l'information au sein des ressources de la bibliothèque, à gérer facilement sa bibliographie, avec un logiciel de gestion de références bibliographiques accessible gratuitement, à rechercher et suivre l'information sur Internet

## Pré-requis nécessaires

sans pré-requis

## 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
- > Concevoir un projet dans le cadre des principes d'éthique et de déontologie (responsabilité environnementale, sécurité des données sensibles, intégrité scientifique)
- > Identifier les usages numériques en sciences environnementales
- > Cibler les champs de compétences d'un article scientifique et en extraire, en développant une conscience critique, l'information pertinente

## Descriptif

- > Recherche bibliographique à partir de bases de données (BLP, Web of Science, Science Direct...).
- > Organisation, formatage des références et rédaction automatique d'une bibliographie
- > Utilisation des moteurs spécialisés : Google Scholar, Scirus et recherche de l'information scientifique en libre accès (moissonneurs, archives ouvertes, revues libres)
- > Connaissance des systèmes de veille informatique
- > Traitement d'un sujet en utilisant des sources d'information variées, en analysant les résultats obtenus et en rédigeant une courte liste bibliographique des travaux jugés les plus pertinents.

## 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	Ecrit - rapport		1	session unique

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	Autre modalité	Autre nature		1	Session unique report de note session 1

# Anglais

## Présentation

Cette UE vise à accueillir les étudiants en master dans un contexte de communication en anglais. Un diagnostic de leurs compétences en anglais sera réalisé afin d'adapter les contenus et méthodes au niveau de départ des étudiants. Course taught in English.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 24h

## Objectifs

Permettre aux étudiants de s'exprimer avec confiance à l'écrit et à l'oral en langue anglaise; maîtriser suffisamment les structures de la langue anglaise pour aborder un travail sur articles scientifiques au S8.

## Pré-requis nécessaires

anglais niveau licence

## 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 ou en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
- > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin

## Descriptif

Travail sur des supports audio, vidéo et écrits en lien avec la spécialité des étudiants; mises en situation et jeux de rôles; pratique de l'anglais écrit dans un contexte scientifique; remédiation linguistique selon les besoins identifiés

## 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	90	0.5	
UE	CT	Oral	15	0.5	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

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

## Projet Interdisciplinaire Mutualisé

### Présentation

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).

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 24h

### 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%	

# Chimie des écosystèmes marins

## Présentation

Cet enseignement présente les grands principes de fonctionnement des écosystèmes pélagiques (fertilisation des écosystèmes, mise en place des chaînes alimentaires) dans un cadre fortement pluridisciplinaire (physique, chimie, biologie).

## Objectifs

Cette unité d'enseignement doit permettre à l'étudiant de disposer d'une assise scientifique dans la connaissance des conditions de fonctionnement des principaux types d'écosystèmes marins côtiers et océaniques dans l'optique d'une quantification des flux de matière. Il s'agit aussi par un enseignement profondément participatif, en lien avec la formation théorique reçue, et basé sur des exemples concrets tirés de la littérature scientifique ou de données récoltées lors des sorties bateau, de fournir à l'étudiant les compétences nécessaires à une stratégie d'étude du milieu marin, de l'échantillonnage jusqu'à la diffusion de l'information

### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Terrain : 8h

Cours Magistral : 20h

Travaux Pratiques : 10h

Travaux Dirigés : 10h

## Pré-requis nécessaires

Notions en chimie de l'environnement acquises en S7

## Compétences visées

- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
- > Mobiliser les savoirs formels et le socle de compétences de disciplines connexes (physique, biologie, géochimie...) et savoir les mettre en relation
- > Utiliser les outils de prélèvements et d'observation des eaux, du sédiment et du vivant
- > Répondre à une problématique en mobilisant les outils d'échantillonnage et de métrologie adaptés à un suivi environnemental et en développant les techniques analytiques spécifiques dans le domaine de la chimie des eaux, du sédiment et du vivant
- > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche
- > Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour assurer une efficacité dans les pratiques de terrain et de laboratoire

## Descriptif

- > Cours magistraux : les écosystèmes du plateau continental, les estuaires, les écosystèmes oligotrophes, les écosystèmes des sources hydrothermales
- > TP (mer + labo) : Sortie à la journée à bord du navire Albert Lucas (IUEM) et prélèvements en rade de Brest, analyse des données au laboratoire
- > TD (salle info) Utilisation de modèles biogéochimiques simples, analyse et traitement de données

## 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	0.75	
UE	CC	Ecrit - rapport		0.25	session unique

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	15	0.75	
UE	Report de notes	Ecrit - rapport		0.25	report de la note de session 1

# Géochimie marine

## Présentation

Cette UE vise à sensibiliser les étudiants en master de "Chimie et Sciences du Vivant" aux rudiments de la géochimie. L'objectif de cette UE est d'acquérir une compréhension de la composition chimique et isotopique des différentes enveloppes de la Terre ainsi que des grands processus qui gouvernent le cycle des éléments chimiques entre ces réservoirs

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

Cours Magistral : 12h

## Objectifs

- > Acquérir une connaissance des grands types de roches sur Terre et de leurs caractéristiques chimiques et isotopiques.
- > Modéliser des flux entre réservoirs (modèles de boîtes)
- > Acquérir une connaissance des grands processus qui gouvernent les cycles des éléments chimiques dans les roches
- > Acquérir une connaissance sur l'utilisation des compositions chimiques et isotopiques des roches comme traceurs des processus paléo-environnementaux dans les océans

## Pré-requis nécessaires

Chimie générale

## Compétences visées

- > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
- > 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

Les séances se font sous la forme de cours intégrés dans lesquelles les notions de cours qui viennent d'être abordées sont immédiatement utilisées dans des exercices d'application. Ces exercices permettent de combiner des données chimiques et des concepts géologiques afin de quantifier les processus géochimiques

## 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	1	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

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

# Biogéochimie et écologie des milieux polaires

## Présentation

Cette UE vise à donner aux étudiants les bases pour une appréhension des enjeux actuels liés aux milieux polaires, et notamment sur les interactions entre le système climatique et les deux environnements particuliers que sont l'Océan Austral et l'Océan Arctique. Elle se déroule dans une optique pluridisciplinaire (Géosciences, Océanographie Physique, Ecologie, Biogéochimie) et internationale dans le cadre du réseau International Antarctic Institute (<http://www.iai.utas.edu.au/>). A ce titre, une partie des CM est en anglais.

### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 24h

## Objectifs

Les objectifs de cette UE sont d'appréhender la complexité des milieux polaires, systèmes particulièrement fragilisés dans le cadre du changement global, grâce à une approche pluridisciplinaire. Il s'agit également d'approfondir les connaissances par un travail personnel soutenu sur un sujet scientifique d'actualité dans le domaine polaire et restitution sous la forme d'un poster.

## Pré-requis nécessaires

notion de fonctionnement des écosystèmes marins

## 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
  - > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin
  - > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche
  - > Cibler les champs de compétences d'un article scientifique et en extraire, en développant une conscience critique, l'information pertinente
  - > 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

- > CM pluridisciplinaires : Géosciences, Océanographie Physique, Ecologie et Biogéochimie des Océans Polaires
- > TD : sous forme de projets scientifiques liés aux enjeux actuels des milieux polaires sous un format interactif : bibliographie scientifique sur un sujet polaire choisi par l'étudiant, rédaction d'un poster et présentation orale réalisée devant un jury de spécialistes, dans un cadre proche de celui d'une conférence.

## 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	0.5	
UE	CT	Oral - exposé	30	0.5	Production d'un poster + présentation

### Session 2 : Contrôle de connaissances

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



# Traceurs océaniques : bases et concepts

## Présentation

Les éléments chimiques et de leurs isotopes constituent de précieux descripteurs du système Océan. Ils permettent d'obtenir des informations quantitatives sur son fonctionnement physique, chimique et biologique. Ce rôle de traceurs sera exposé dans ce cours et nous aborderons les bases et concepts nécessaires à leur utilisation.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

Cours Magistral : 12h

## Objectifs

Cette UE vise à 1) appréhender le cycle de la matière dans l'océan et son impact sur la distribution des éléments chimiques et de leurs isotopes, 2) à connaître les principaux types de traceurs utilisés en océanographie et leur domaine d'application et 3) S'initier à l'utilisation de l'outil isotopique radioactif et stable

## Pré-requis nécessaires

Chimie générale, chimie analytique, chimie de l'environnement

## Compétences visées

- > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
- > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche
- > Développer une vision holistique et pluridisciplinaire des problématiques environnementales dans le contexte du changement global. Diagnostiquer l'état de santé d'un écosystème.
- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
- > Intégrer les processus biogéochimiques clés qui régulent les grands cycles des éléments et les flux de matière dans l'hydrosphère

## Descriptif

Ce cours est organisé en trois parties, qui présentent les grandes catégories de traceurs utilisés en océanographie ainsi que leur domaine d'application respectif (traceurs de masses d'eau, de la composition des particules marines, de la structure des communautés phytoplanctonique, de circulation, d'échanges de gaz, etc.). La première partie est consacrée aux traceurs élémentaires (dissous et particulaire) et moléculaires (nutriments, CFC, biomarqueurs pigmentaires). La deuxième partie présente les isotopes radioactifs (radiogéniques, cosmogéniques, et artificiels) et leur rôle fondamental de radio-chronomètre. La troisième partie aborde les isotopes stables (principalement carbone et azote) et introduit les concepts de base en lien avec ces outils (rapport isotopique, fractionnement, évolution). Des exemples d'application sur l'étude de la phase dissoute (DIC, nitrate) et des chaînes trophiques seront présentés.

En complément, les séances de TD/TP permettront de mettre en application les concepts exposés en cours. Nous traiterons un cas concret de bases de données issue d'une campagne océanographique (GEOVIDE, Atlantique Nord). Ce travail sera effectué en binôme et fera l'objet d'un rapport qui sera évalué.

## 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	0.75	
UE	CC	Ecrit - rapport		0.25	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	15	1	

## Projet professionnel et connaissance du monde du travail

### Présentation

cette UE repose sur des entretiens individuels permettant aux étudiants de se placer en situation d'embauche et de préparer leurs futures recherches de stage et d'emploi. Ces entretiens sont précédés d'une formation à la valorisation des compétences, à la construction d'un CV et d'une lettre de motivation

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 18h

### Objectifs

Cette UE doit permettre à l'étudiant de faire un bilan de ses compétences et l'inciter à clarifier ses aspirations professionnelles. Elle a également pour objectif de lui permettre de se préparer à des futures entretiens d'embauche

### Pré-requis nécessaires

sans pré-requis

### Compétences visées

- > Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique dans le cadre d'une démarche qualité

### Descriptif

- > Présentation des outils pour explorer et cibler le marché de l'emploi – stage (Analyse des fiches métiers du devenir des anciens et exploration de la concurrence) (Cap Avenir)
- > Valorisation des compétences (Cap Avenir)
- > Présentation des attendus sur le CV et la lettre de motivation menée par des professionnels du monde non académique.
- > Entretien individuel d'embauche et exposition des arguments 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	CC	Oral - exposé		1	session unique

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	Report de notes	Oral - exposé		1	report de la note de session 1

# Anglais scientifique et analyse critique de la littérature

## Présentation

Cette UE vise à améliorer l'anglais scientifique en sciences chimiques de l'environnement marin, au travers de la lecture et de la présentation orale, de type conférence scientifique internationale, de publications scientifiques récentes. Elle se passe entièrement en langue anglaise. Course taught in English

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 24h

## Objectifs

Comprendre la structuration d'un article scientifique et les règles d'écriture ; Développer un esprit critique par rapport à la littérature scientifique

## Pré-requis nécessaires

Anglais S7

## 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 ou en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
- > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin
- > Cibler les champs de compétences d'un article scientifique et en extraire, en développant une conscience critique, l'information pertinente

## Descriptif

- > Lecture et traduction à voix haute de publications scientifiques récentes sur des sujets d'actualité en chimie marine
- > Structure rédactionnelle d'une publication scientifique
- > Organisation d'une présentation orale, de type conférence internationale en langue anglaise, d'un 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
UE	CT	Oral - exposé	30	1	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral - exposé	30	1	

## Stage (8 semaines)

### Présentation

Un stage de 8 semaines est réalisé au sein d'un laboratoire de recherche ou d'une entreprise. Il constitue une première expérience de stage de niveau ingénieur dans le domaine de la chimie de l'environnement.

8 crédits ECTS

### Objectifs

Ce stage doit permettre à l'étudiant de mobiliser ses savoirs et ses compétences analytiques en cours d'acquisition au sein d'une structure de recherche publique ou privée.

### Compétences visées

- > Cibler les champs de compétences d'un article scientifique et en extraire, en développant une conscience critique, l'information pertinente
- > Répondre à une problématique en mobilisant les outils d'échantillonnage et de métrologie adaptés à un suivi environnemental et en développant les techniques analytiques spécifiques dans le domaine de la chimie des eaux, du sédiment et du vivant
- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
- > 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
- > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
- > 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 dans le cadre d'une démarche qualité
- > Concevoir une étude dans le cadre des principes d'éthique et de déontologie (responsabilité environnementale, sécurité des données sensibles, intégrité scientifique)

### Modalités de contrôle des connaissances

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

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Stages	CT	Oral - soutenance	30	0.5	
Stages	CT	Ecrit - mémoire		0.5	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	Report de notes	Autre nature			report note de la session 1

## Options facultatives

## Field Research Instruction Geochemistry

### Présentation

Cet enseignement optionnel de type école d'été, avec une part importante de travail sur le terrain, est mené en collaboration avec des enseignants et des étudiants de l'Université d'Utrecht. Il vise à améliorer l'autonomie des étudiants dans la conduite d'un projet de recherche ainsi que de favoriser les échanges scientifiques en langue anglaise. Les thématiques abordées sont en lien avec l'hydrologie, la chimie des eaux et le fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Enseignement en anglais

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Terrain : 24h

### Objectifs

Cet UE a pour objectif de renforcer les compétences de terrain et de laboratoire dans l'étude des systèmes aquatiques. Elle vise aussi à renforcer les aptitudes à communiquer en anglais dans un cadre scientifique entre étudiants de différentes nationalités et de disciplines connexes

### Pré-requis nécessaires

Chimie Marine, Chimie de l'environnement, Chimie des écosystèmes, notions d'hydrologie et de limnologie.

### 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 une étude ou un projet scientifique pouvant mobiliser des compétences connexes (Chimie, biologie, physique, géologie) et nécessitant des nouvelles approches
- > Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour assurer une efficacité dans les pratiques de terrain et de laboratoire
- > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin
- > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
- > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche
- > Utiliser les outils de prélèvements et d'observation des eaux, du sédiment et du vivant
- > Répondre à une problématique en mobilisant les outils d'échantillonnage et de métrologie adaptés à un suivi environnemental et en développant les techniques analytiques spécifiques dans le domaine de la chimie des eaux, du sédiment et du vivant
- > Apporter des contributions novatrices dans le cadre d'échanges de haut niveau, et dans des contextes internationaux

### Descriptif

Cette UE, généralement programmée au moins de juin sur une période 15 jours, se fait selon le programme type suivant :

- > co-construction des questions de recherche en amont de l'arrivée des collègues néerlandais. A titre d'exemple : impact des espèces invasives sur la chimie des eaux interstitielles et sur les flux benthiques, transfert et réactivité des nutriments dans le continuum terre-mer, facteurs de contrôle de la production primaire et des teneurs en oxygène dans un réservoir.
- > accueil des étudiants d'Utrecht, constitution des groupes de travail et découverte des milieux aquatiques étudiés.
- > prise en main des systèmes d'échantillonnages et de mesure in-situ
- > programmation et réalisation des campagnes de terrain.
- > réunions quotidiennes et compte-rendus oraux en langue anglaise à l'issue des missions de terrains et des sessions d'analyses en laboratoire ;

Elaboration d'un rapport écrit sur une des problématiques abordées

### 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	Autre nature		100%	Session unique Notation par appréciation de l'équipe encadrante



Université de Bretagne Occidentale

## Session 2 : Contrôle de connaissances

<b>Nature de l'enseignement</b>	<b>Modalité</b>	<b>Nature</b>	<b>Durée (min.)</b>	<b>Coefficient</b>	<b>Remarques</b>
UE	Report de notes	Autre nature		100%	Report de note de la session 1

# Université Flottante

## Présentation

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.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Autres : 24h

## 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-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%	

# Interactions océans climat

## Présentation

Cette UE présente les processus océaniques majeurs en interaction avec le climat. Le cycle de carbone, les changements climatiques récents et anciens, et les liens entre la composition de l'eau de mer et le climat y sont notamment développés. Une part de l'enseignement est consacrée à l'étude des grands cycles biogéochimiques et du cycle du carbone à travers des travaux dirigés.

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Dirigés : 12h

## Objectifs

Cet enseignement doit permettre à l'étudiant d'être en capacité d'intégrer les facteurs de contrôles climatiques sur la composition chimique de l'eau de mer. Il vise également à donner une formation lui permettant de comprendre le cycle biogéochimique du carbone et celui d'autres éléments dans le contexte du changement global ainsi que de comprendre l'évolution du climat aux différentes échelles de temps

## Pré-requis nécessaires

Chimie marine, circulation océanique, fondamentaux sur les cycles biogéochimiques,

## Compétences visées

- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
- > Développer une vision holistique et pluridisciplinaire des problématiques environnementales dans le contexte du changement global.
- Diagnostiquer l'état de santé d'un écosystème
- > Intégrer les processus biogéochimiques clés qui régulent les grands cycles des éléments et les flux de matière dans l'hydrosphère
- > Apporter des contributions novatrices dans le cadre d'échanges de haut niveau, et dans des contextes internationaux

## Descriptif

- > Les contrôles sur la température de la surface de la planète
- > La composition de l'eau de mer au cours des temps géologiques
- > Influence du climat sur la composition de l'eau de mer en éléments majeurs
- > Les glaciations quaternaires
- > Les variations climatiques au cours du Phanérozoïque
- > Influences climatique sur l'alcalinité de l'eau de mer et plus généralement sur le cycle du carbone et des éléments biogènes associés

## 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	1	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1	

## Biogéochimie et modélisation

### Présentation

Cette unité d'enseignement doit permettre à l'étudiant 1) d'approfondir les notions acquises au cours du M1 en biogéochimie, en zone océanique, en zone côtière ainsi que dans l'océan global, 2) de s'initier à la modélisation mathématique et numérique des systèmes biogéochimiques en se formant à l'utilisation d'un langage informatique dédié au calcul scientifique, 3) de se confronter aux problématiques des programmes nationaux et internationaux dans lesquels sont impliquées les équipes supports de cet UE

#### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 25h

Cours Magistral : 17h

### Objectifs

Il s'agira en biogéochimie, d'appréhender le rôle des éléments clés (C, N, P, Si) dans le contrôle des cycles biogéochimiques de l'océan dans un contexte de changement global. L'objectif en modélisation sera d'appréhender la notion de modèle biogéochimique et l'étude de la dynamique de ce type de modèle et d'apprendre un langage de programmation scientifique permettant la simulation numérique de ces modèles

### Pré-requis nécessaires

Cycle biogéochimique du carbone, bases sur les équations différentielles

### Compétences visées

- > Gérer une étude ou un projet scientifique pouvant mobiliser des compétences connexes (Chimie, biologie, physique, géologie) et nécessitant des nouvelles approches
- > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin
- > Identifier les usages numériques en sciences environnementales
- > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
- > Cibler les champs de compétences d'un article scientifique et en extraire, en développant une conscience critique, l'information pertinente
- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
- > Mobiliser les savoirs formels et le socle de compétences de disciplines connexes (physique, biologie, géochimie...) et savoir les mettre en relation

### Descriptif

Biogéochimie :

Cycles océaniques de l'azote et du silicium en interaction avec celui du carbone en milieu océanique et côtier. Facteurs de contrôle et bilan à l'échelle globale des océans

Modélisation

- > Cours magistraux : Principe des modèles en boîtes et de leur étude mathématique (systèmes dynamiques). Introduction à la modélisation numérique.
- > Travaux dirigés : Apprentissage du langage de programmation Python pour la modélisation. Mise en œuvre de modèles en boîtes (de type NPZ) à l'aide d'outils numériques.

Projets : Travail à partir de publications scientifiques en modélisation. Comprendre les enjeux et les conclusions de ce type de publication par la pratique

### 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	1/2	PARTIE BIOGÉOCHIMIE
UE	CC	Travaux Pratiques		1/8	PARTIE MODÉLISATION Compte-rendu de TP
UE	CT	Ecrit - rapport		1/8	PARTIE MODÉLISATION
UE	CT	Oral	20	1/4	PARTIE MODÉLISATION

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	30	1	1 ORAL PARTIE BIOGÉOCHIMIE + 1 ORAL PARTIE MODÉLISATION

# Biogéochimie dans l'Atlantique sud : upwellings et courants de bord ouest (ICEMASA)

## Présentation

Cette UE vise à la compréhension du rôle de l'Atlantique Sud dans le système climatique dans une approche multidisciplinaire

## Objectifs

Approfondir les notions de cycles biogéochimiques océaniques (sources, puits, cycles internes) dans les différents domaines océaniques autour de l'Afrique Australe (courants de bord est et ouest, Océan Austral), permettant d'aborder des processus océaniques types (reminéralisation anaérobie, turbulence océanique...) valides dans d'autres régions océaniques

### 3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

Cours Magistral : 12h

## Pré-requis nécessaires

notions sur les cycles biogéochimiques océaniques majeurs

## Compétences visées

- > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche
  - > Apporter des contributions novatrices dans le cadre d'échanges de haut niveau, et dans des contextes internationaux
  - > Développer une vision holistique et pluridisciplinaire des problématiques environnementales dans le contexte du changement global.
- Diagnostiquer l'état de santé d'un écosystème
- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
  - > 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

Description des différentes provinces biogéochimiques autour de l'Afrique Australe et études approfondies : upwelling et reminéralisation anaérobie, turbulence dans le Canal du Mozambique et impact sur la production primaire, Système de l'Agulhas et rôle sur le climat, Océan Austral et hypothèse du fer

## 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 - exposé	30	1/3	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

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

# Chimie des composés organiques dans l'environnement marin

## Présentation

Cet enseignement a pour but de définir et de caractériser les composés organiques d'origine naturelle et anthropique au sein des écosystèmes marins. L'ensemble des compartiments/matrices (e.g. dissous, (nano)particules, sédiments, organismes vivants) sont étudiés afin de contextualiser : i) les interactions multi-échelles des composés organiques avec les éléments inorganiques (e.g. complexation ; adsorption), ii) leur utilisation comme proxy (biomarqueurs ;  $\delta^{13}C$ , ...) et iii) leur valorisation industrielle (biotechnologie).

### 5 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 20h

Travaux Dirigés : 13h

Travaux Pratiques : 15h

## Objectifs

Au sein de cette UE, les enseignements pratiques et théoriques procurent à l'étudiant un socle de compétences en chimie des composés organiques marins dans le but de compléter ses connaissances en biogéochimie marine. Ce module permet d'acquérir un esprit de synthèse évalué lors d'un exercice de restitution sur un sujet complexe (études de cas) et de travaux de groupe (présentation des données acquises en TP)

## Pré-requis nécessaires

Chimie marine, circulation océanique, chimie analytique, bases de chimie organique, équilibre et cinétique chimiques

## Compétences visées

- > Gérer une étude ou un projet scientifique pouvant mobiliser des compétences connexes (Chimie, biologie, physique, géologie) et nécessitant des nouvelles approches
  - > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
  - > Cibler les champs de compétences d'un article scientifique et en extraire, en développant une conscience critique, l'information pertinente
  - > Répondre à une problématique en mobilisant les outils d'échantillonnage et de métrologie adaptés à un suivi environnemental et en développant les techniques analytiques spécifiques dans le domaine de la chimie des eaux, du sédiment et du vivant
  - > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques
  - > Intégrer les processus biogéochimiques clés qui régulent les grands cycles des éléments et les flux de matière dans l'hydrosphère

## Descriptif

Biogéochimie des composés organiques ; Chimie du vivant ; interactions métaux-matière organique ; Lipides marins ; nano-plastiques ; isolation, extraction et caractérisation chimiques de composés ; caractérisation optique ; plateforme LIPIDOCEAN ; isotopes stables du carbone et de l'azote

## 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	0.4	
UE	CT	Oral - exposé	20	0.4	
UE	CT	Ecrit - rapport		0.2	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	0.5	
UE	CC	Ecrit et/ou Oral		0.5	

# Méthodes spectrométriques avancées

## Présentation

UE, principalement pratique, permettant de découvrir et à utiliser les outils de mesures en géochimie. Cette UE, concentrée sur deux semaines, commence par une série de cours magistraux, visant à rappeler les tenants et aboutissants des analyses en géosciences et en environnement. Suit une série de TP en laboratoires (salle blanche, spectromètres de masse et spectromètre optique) visant à l'analyse quantitative de teneurs en éléments majeurs, éléments en traces et isotopes dans l'eau et dans les roches

### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Pratiques : 24h

## Objectifs

Se familiariser avec les outils de pointe en géochimie, afin d'être opérationnel sur ces instruments lors d'un stage ou d'une embauche dans le monde industriel ou celui de la recherche.

## Pré-requis nécessaires

Chimie analytique et bases de géochimie

## Compétences visées

- > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin
- > Exploiter avec des approches quantitatives des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
- > Maîtriser la spécificité des techniques analytiques innovantes dédiées à l'environnement
- > Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour assurer une efficacité dans les pratiques de terrain et de laboratoire

## Descriptif

Après une formation rapide, les étudiants sont directement mis en situations afin de réaliser (encadrés par des enseignants-chercheurs et des ingénieurs du laboratoire Géo-Océan, UMR CNRS-UBO-Ifremer 6538) l'échantillonnage, l'analyse, le traitement de données et la valorisation des résultats, pour l'analyse d'échantillons d'eau et de roches. A la suite de cette formation ils seront en mesure de

- > Comprendre le fonctionnement d'un spectromètre de masse
- > Savoir préparer des échantillons naturels solides et liquides pour des analyses de concentrations ou de compositions isotopiques en conditions ultra-propres (salle blanche).
- > Savoir manipuler un spectromètre de masse à source plasma (ICP-MS).
- > Savoir manipuler un spectromètre optique à source plasma (ICP-OES).
- > Savoir utiliser un spectromètre de masse à source thermo-ionique (TIMS).
- > Convertir les données brutes en données traitées et leur associer des incertitudes.
- > Rédiger un rapport technique.

## 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		1	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

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

# Traceurs océaniques : nouvelles approches

## Présentation

L'utilisation des éléments chimiques et de leurs isotopes en tant que traceurs océaniques est une thématique de recherche en constante évolution, en lien notamment avec les innovations dans le domaine de la chimie analytique et de la spectrométrie de masse. Dans ce cours de M2, nous approfondirons les notions présentées en M1 et aborderons certaines des approches en cours d'utilisation et/ou de développement en sciences marines. En complément, une initiation aux techniques d'analyse par spectrométrie de masse, théorique et pratique, ainsi qu'à ses applications dans d'autres domaines des sciences environnementales sera dispensée.

### 4 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 20h

Cours Magistral : 12h

Travaux Pratiques : 4h

## Objectifs

Cette UE a pour objectif 1) d'initier à l'approche multi-traceurs, 2) d'approfondir les bases et concepts associés aux fractionnements isotopiques, 3) de prendre connaissance des évolutions récentes dans le domaine de la géochimie marine et 4) d'initier aux techniques d'analyse par spectrométrie de masse

## Pré-requis nécessaires

Traceurs océaniques : bases et concepts M1

## Compétences visées

- > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation.
- > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche.
- > Développer une vision holistique et pluridisciplinaire des problématiques environnementales dans le contexte du changement global. Diagnostiquer l'état de santé d'un écosystème.
- > Maîtriser la spécificité des techniques analytiques innovantes dédiées à l'environnement marin.
- > Formaliser les concepts fondamentaux de la chimie marine nécessaires pour appréhender la pluralité des mécanismes qui régissent la réactivité des éléments chimiques.
- > Intégrer les processus biogéochimiques clés qui régulent les grands cycles des éléments et les flux de matière dans l'hydrosphère.

## Descriptif

Le cours est organisé en trois parties principales. La première partie se consacre aux différents traceurs de la dynamique des particules marines et inclut les isotopes du Th ( $^{234}\text{Th}$  et  $^{230}\text{Th}$ ), le couple  $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb}$  et le baryum biogénique en excès. La deuxième partie présente les traceurs des processus dits aux interfaces océaniques (océan atmosphère, océan continent, océan sédiment, hydrothermalisme) et détaille les méthodes basées sur les isotopes du radium, du néodyme, de l'hélium, ou encore artificiels. La troisième partie est axée sur les nouveaux systèmes isotopiques et inclut l'isotopie des composés azotés ( $\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3$ ,  $\delta^{15}\text{N}-\delta^{18}\text{O}-\text{NO}_3$ ) et des exemples d'isotopes non-traditionnels (Mg, Fe, Ba). Ces concepts exposés en cours seront mis en application au cours de séances de TD/TP avec le traitement d'un cas concret de bases de données issue d'une campagne océanographique (KEOPS2, Océan Austral). Ce travail sera effectué en binôme et fera l'objet d'un rapport qui sera évalué. En complément de ce cours sur les traceurs, cette UE inclut aussi une initiation aux techniques d'analyse par spectrométrie de masse sous la forme de CM/TD/TP et sera réalisée par un ingénieur de recherche du LEMAR.

## 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	0.75	
UE	CT	Ecrit - rapport		0.25	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	15	1	



# Ingénierie de projet

## Présentation

Dans cette UE, qui constitue une ouverture sur le monde de l'industrie et de l'entreprise, les enseignements portent sur construction d'un projet scientifique qui est *in fine* proposé et restitué à un commanditaire

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

## Objectifs

Savoir construire et proposer un projet scientifique dans le monde de l'industrie et de l'entreprise

## Pré-requis nécessaires

sans pré requis

## 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 une étude ou un projet scientifique pouvant mobiliser des compétences connexes (chimie, biologie, physique, géologie) et nécessitant des nouvelles approches
  - > Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour assurer une efficacité dans les pratiques de terrain et de laboratoire
  - > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin
  - > Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique dans le cadre d'une démarche qualité
  - > Concevoir un projet dans le cadre des principes d'éthique et de déontologie (responsabilité environnementale, sécurité des données sensibles, intégrité scientifique)

## Descriptif

A partir d'un besoin réel d'une entreprise possédant des activités de recherche en lien avec les sciences de la Mer (ici le CEDRE), besoin exprimé lors d'une visite dans les locaux de l'entreprise, nous accompagnons ensuite les étudiants dans les diverses tâches de construction d'un Projet : reformuler une demande ; valider un cahier des charges, en identifiant des livrables à fournir et les risques du projet ; proposer une méthode d'intervention ; conduire des actions pratiques en réponse à la commande, restituer le travail auprès du commanditaire et en conduire une évaluation

## 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	Oral - exposé	30	0.5	session unique
UE	CT	Ecrit - rapport		0.5	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature		100%	report note session 1

## Science-Société ISblue COP

### Présentation

L'UE S&S COP 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.

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 20h

### Objectifs

L'UE S&S COP 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 pluri-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 de COP. Elle est séquentiée 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 différents rôles selon les acteurs d'un COP (ex. Pays, société civiles, lobbyistes, etc.) et explore 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%	

# Anglais et vulgarisation scientifique

## Présentation

Cette UE a pour but d'accompagner les étudiants dans le développement d'un projet de vulgarisation scientifique sur un sujet d'actualité en sciences chimiques de l'environnement marin. Le produit final (ex: poster, capsule...) sera diffusé à destination du grand public. Elle se passe entièrement en langue anglaise. Course taught in English

**3 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 24h

## Objectifs

Vulgariser un travail de recherche en langue anglaise

## Pré-requis nécessaires

S7 Anglais, S8 Anglais scientifique, ou niveau B2 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 ou en langue étrangère et dans un temps et un format restreint, un travail scientifique abouti en le contextualisant
- > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin
- > 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

Travail en groupes sur un projet de vulgarisation scientifique dans le domaine de spécialité des étudiants, à destination d'un public non spécialisé de la discipline (lycéens de section internationale ou européenne Anglais, étudiants internationaux d'autres disciplines...). Ce travail sera encadré conjointement par des enseignants-chercheurs de chimie et biogéochimie marine et un enseignant d'anglais.

## 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	Rapport écrit et soutenance orale		0.5	Production écrite, orale ou audiovisuelle
UE	CT	Oral - soutenance	15	0.5	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Rapport écrit et soutenance orale		0.5	
UE	CT	Oral - soutenance	15	0.5	

## Stage (5 mois)

### Présentation

Un stage de fin de cursus de 5 mois est réalisé au sein d'un laboratoire de recherche ou d'une entreprise. Il est réalisé en France ou à l'étranger.

30 crédits ECTS

### Objectifs

Ce stage de niveau ingénieur doit permettre à l'étudiant de mobiliser ses savoirs et ses compétences analytiques pour conduire un sujet de recherche ou d'étude original au sein d'une équipe de recherche.

### Compétences visées

- > Induire un projet pouvant mobiliser des compétences pluridisciplinaires dans le domaine des sciences de l'environnement marin
- > Mobiliser ses savoirs hautement spécialisés en sciences de l'environnement marin en vue de répondre à une question de gestion ou de recherche
  - > Apporter des contributions novatrices dans le cadre d'échanges de haut niveau, et dans des contextes internationaux
  - > Exploiter, avec des approches quantitatives, des données expérimentales en utilisant des outils de gestion de la donnée, de représentation numérique et de modélisation
  - > Développer une vision holistique et pluridisciplinaire des problématiques environnementales dans le contexte du changement global.
- Diagnostiquer l'état de santé d'un écosystème
  - > 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 une étude dans le cadre des principes d'éthique et de déontologie (responsabilité environnementale, sécurité des données sensibles, intégrité scientifique)
  - > Analyser ses actions en situation professionnelle, s'autoévaluer pour améliorer sa pratique dans le cadre d'une démarche qualité
  - > Prendre des responsabilités au sein d'une équipe pour assurer une efficacité dans les pratiques de terrain et de 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 - mémoire		0.5	session unique
UE	CT	Oral - soutenance	30	0.5	session unique

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

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