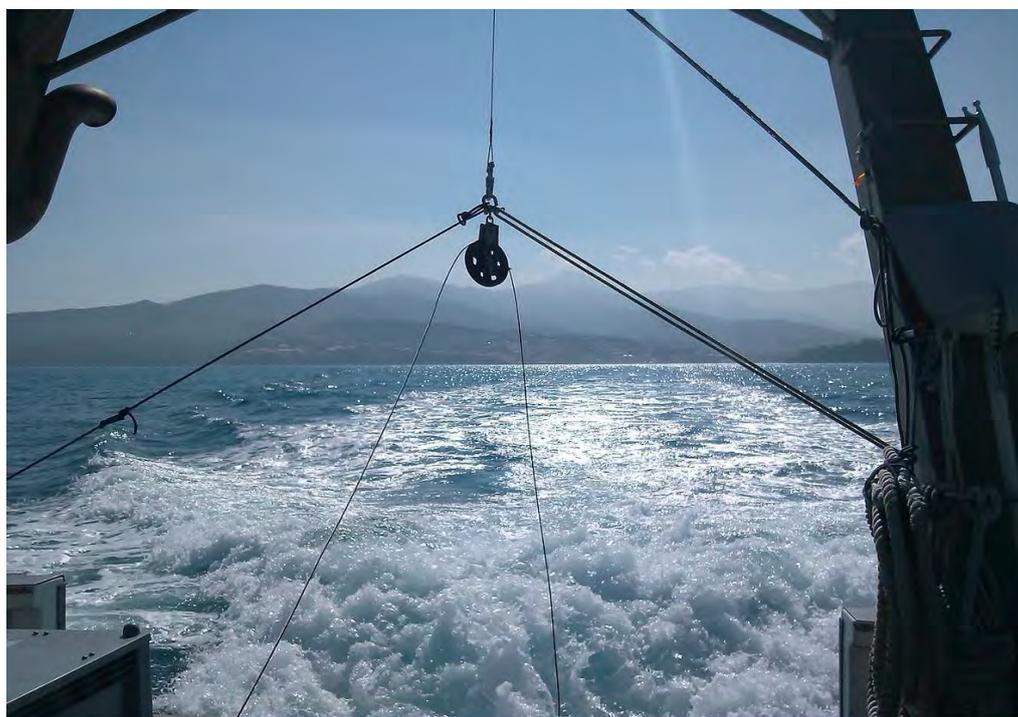




# LIVRET D'ÉTUDE

## Master Sciences de la Mer (2021-2025)



# Présentation générale de la formation

## OBJECTIFS

Spécialisation dans les domaines des géosciences et de l'environnement marin et aquatique. L'objectif du Master est de former des généralistes des géosciences marines et des environnements aquatiques, pouvant appréhender des questions dans le domaine des transferts continent/océan, du fonctionnement des marges et milieux côtiers. Le choix de matières optionnelles permet aux étudiants de s'orienter vers la recherche ou les sciences appliquées.

## PRÉSENTATION DE LA FORMATION

Le Master Sciences de la Mer se compose d'un semestre en première année (S1) comprenant des modules obligatoires, visant à approfondir les acquis fondamentaux. En S2, un système d'options est ouvert, facilitant la personnalisation du cursus. Les étudiants disposent des outils informatiques nécessaires pour leur formation dans des salles dédiées. Le portail électronique (Moodle) est opérationnel pour la mise à disposition des supports pédagogiques. Des conférences régulières sont organisées, ouvertes à tous mais obligatoires pour les étudiants du Master. L'aspect « terrain » (sorties courtes en mer et sur le littoral) est très important dans la formation pour illustrer les notions abordées en cours. Des stages de terrain plus long sont proposés : 1) l'initiation à la plongée scientifique (deux semaines en M1) et 2) stage de terrain en géologie sédimentaires (1 semaine en M2) dans les Pyrénées espagnoles. Des partenariats importants sont établis avec 1) l'Université Toulouse dans le cadre de l'EUR TESS et 2) l'Université de Montpellier dans le cadre du Master STPE (GCD)

## COMPÉTENCES VISÉES

- 1- Développer une conscience critique des savoirs à l'interface entre les domaines de la géologie, biologie, écologie et océanographie
- 2- Réaliser des observations en milieu naturel, développer des protocoles expérimentaux
- 3- Maîtriser les techniques d'échantillonnage, mesure et traitement statistique
- 4- Elaborer et organiser des interprétations théoriques à partir d'observations et d'analyses
- 5- Mise en application des techniques d'analyses statistiques, des outils tels que les systèmes d'information géographique (SIG)
- 6- Connaître les bases de la législation environnementale

## ORGANISATION DE LA FORMATION

*Durée :* 2 ans

Formation en alternance possible en M1 et M2

### Contacts

Responsable Master et responsable M2 : Maria-Angela Bassetti (PR), [maria-angela.bassetti@univ-perp.fr](mailto:maria-angela.bassetti@univ-perp.fr)

Responsable M1 : Raphael Certain (MCF) , [certain@univ-perp.fr](mailto:certain@univ-perp.fr)

# Maquette synthétique

Semestre 1	Semestre 2
<b>S1UE1 - Outils scientifiques et techniques</b>	<b>S2UE1 - Système Méditerranéen</b>
Anglais	Système Méditerranéen : Chimie
Médiation et communication	Système Méditerranéen : Océanographie
Statistiques	Système Méditerranéen : Géologie
Systèmes d'Information Géographique	<b>S2UE2 - Etudes appliquées en milieu marin 1 (2 mat parmi 4)</b>
<b>S1UE2 - Connaissances environnementales 1</b>	Plongée scientifique en environnement marin
Biogéochimie marine	Ecologie des systèmes marins
Environnements sédimentaires	Aménagement littoral
<b>S1UE3 - Connaissances environnementales 2</b>	Structure et géologie des bassins profonds
Paléocéanographie et paléoclimatologie	<b>S2UE3 - Communication et préparation au stage</b>
Climatologie, météorologie et physique de l'océan	Préparation au stage 2
<b>S1UE4 - Etudes et projets</b>	Immersion en milieu professionnel
Projet environnemental	<b>S2UE4 - Etudes appliquées en milieu marin 2</b>
Stage en Mer	Techniq des mesures in situ&analyses hydro-morphodynamique
Préparation au stage 1	Téledétection
Semestre 3	Semestre 4
<b>S3UE1 - Outils scientifiques et techniques</b>	<b>S4UE1 - Stage recherche</b>
Systèmes d'Information Géographique Perfectionnement	Stage recherche
Traitement et Analyses de données	
Risques Naturels	
Préparation stage 3	
<b>S3UE2 - Compréhension&amp;étude milieu marin (2 parmi 3)</b>	
Etude sédimentaire intégrée	
Gestion du milieu marin et restauration écologique	
Flux continent/océan/atmosph (instrumentation)	
<b>S3UE3 - Applications&amp;gestion environnem1 (3 parmi 4)</b>	
Ressources et aléas	
Economie du développement durable	
Stage de terrain en géosciences	
Gestion du bassin versant	
<b>S3UE4 - Applications&amp;gestion environnem2 (2 parmi 3)</b>	
Pollutions et remédiation	
Interactions bio et abiotiques en milieux fluvio-lagunaires	
Bassins versants méditerranéens	
UE avec choix d'options	UE avec modules tous obligatoires

Semestre 1
<b>S1UE1 - Outils scientifiques et techniques</b>
Anglais
Médiation et communication
Statistiques
Systemes d'Information Géographique
<b>S1UE2 - Connaissances environnementales 1</b>
Biogéochimie marine
Environnements sédimentaires
<b>S1UE3 - Connaissances environnementals 2</b>
Paléocéanographie et paléoclimatologie
Climatologie, météorologie et physique de l'océan
<b>S1UE4 - Etudes et projets</b>
Projet environnemental
Stage en Mer
Préparation au stage 1

## **UE1 : Outils scientifiques et techniques (12 ECTS)**

### **Anglais (2 ECTS)**

Répartition horaire : 21h (TP)

Responsable du module : Lucia Di Iorio

Intervenants dans le module : Lucia Di Iorio (21h TD)

#### **Programme résumé**

Le but de la formation est d'aider les étudiants à gagner en autonomie dans des situations professionnelles.

Les 4 compétences sont mobilisées et l'accent est mis sur l'expression orale ainsi que l'acquisition d'un vocabulaire de spécialité.

Une remédiation grammaticale est proposée en fonction des besoins individuels.

Le niveau pré-requis est B2.

Des exemples de compétences travaillées :

- Pratique du Small talk
- Être capable d'expliquer son parcours, ses objectifs, ses compétences
- Décrire des graphiques, schémas et processus devant un public
- Lire, comprendre et rendre compte de publications scientifiques, etc.

#### **Pré-requis**

Pratique écrite et orale de l'anglais courant et scientifique.

#### **Modalités de contrôle des connaissances**

Contrôle continu et présentation orale finale

## UE1 : Outils scientifiques et techniques (12 ECTS)

### Médiation et Communication (3 ECTS)

Répartition horaire : 24h (9h CM, 15h TD)

Responsable du module : F.Bourrin (fbourrin@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : F.Bourrin , Arnaud Lemaitre (PRAG - Platinium)

#### Programme résumé

Mettre en œuvre des compétences en Technologie de l'Information et de la Communication professionnelles communes et nécessaires à tout professionnel de l'aménagement du territoire dont l'activité principale s'inscrit dans une démarche de développement durable.

Cet ensemble de compétences se décline dans les domaines suivants :

- Déontologie et aspects juridiques liés à l'usage des TIC (propriétés intellectuelle et industrielle, loi informatique et libertés, licences logicielles, etc.) ;
- Travail collaboratif et échanges de données (outils de travail en réseau, interopérabilité, sécurisation, etc.) ;
- Méthodologie documentaire : recherche, évaluation et référencement (veille documentaire et scientifique, statut de la ressource, indexation, etc.) ;
- Collecte, analyse, traitement des données et validation de l'information (intégration des données, usages des systèmes d'information à références spatiales, études d'impact, contrôle qualité, etc.) ;
- Restitution, diffusion de la connaissance et de l'information (normes et standards, cartographie et autres représentations graphiques, outils de médiation

#### Modalités de contrôle des connaissances

100% Contrôle Continu (Réalisation d'une brochure scientifique, PreAO, site WEB).



Source: [lascienceenpassant.wordpress.com](http://lascienceenpassant.wordpress.com)

## UE1 : Outils scientifiques et techniques (12 ECTS)

### Statistiques (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h (4,5 CM; 25,5 TP)

Responsable du module : Lucia Di Iorio (lucia.diiorio@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : Lucia Di Iorio

#### Programme résumé

- Remise à niveau statistique et langage R ;
- Statistiques inférentielles et modélisation statistique : protocoles d'échantillonnages ; ANOVA(s) ; Régression linéaire simple et multiple, Modèle linéaire généralisé (GLM) ;
- Analyses statistiques multivariées : Analyse en Composantes Principales (ACP), Analyse Factorielle des Correspondances (AFC), Analyse Factorielle Discriminante (AFD), Analyse en Coordonnées Principales (PCoA-MDS), Non-metric multidimensional scaling (nMDS).

Objectifs pédagogiques :

- Comprendre les statistiques afin de mieux exploiter les données et optimiser les résultats ;
- Déterminer les tests et analyses statistiques les plus adéquats pour vérifier des hypothèses ;
- Connaître les conditions d'application des tests et les limites des outils statistiques ;
- Savoir présenter les résultats et justifier les décisions en choisissant les bons indicateurs statistiques.

#### Pré-requis

Avoir de préférence une formation initiale en statistiques inférentielles : tests paramétriques et non paramétriques (test de Student/ Mann Whitney, ...)

Étude de cas en utilisant des jeux de données du domaine d'étude. Utilisation du logiciel R.

#### Modalités de contrôle des connaissances

100% contrôle continu

## **UE1 : Outils scientifiques et techniques (12 ECTS)**

### **Système d'Information Géographique (SIG) (4 ECTS)**

Répartition horaire : 30h (6h CM, 24h TP)

Responsable du module : N.Robin (nicolas.robin@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : N.Robin, M.Sadaoui, R.Jatiaux

#### **Programme résumé**

L'objectif de la formation est une initiation aux méthodes de spatialisation de la donnée aux travers de l'utilisation d'un logiciel de Systèmes d'Informations Géographiques (SIG). La formation est axée sur des travaux pratiques en utilisant le logiciel ArcGIS.

Les séances de TP sont tous devant ordinateur et présentent les principales fonctions du SIG en manipulant des bases de données : prise en main du logiciel, création de MNT et de couche attributaire, analyse thématique des données associées, jointure entre tables attributaires, mise en page, etc....

La prise en main d'un projet lors des deux dernières séances, mêlant aménagement du territoire et environnement est réalisée pour conforter l'autonomie de l'étudiant vis-à-vis du logiciel.

#### **Pré-requis**

Aucun

#### **Modalités de contrôle des connaissances**

Épreuves sur ordinateur (50% contrôle continu, 50% contrôle terminale)

## UE2 : Connaissances environnementales 1 (5.5 ECTS)

### Biogéochimie marine (3 ECTS)

Répartition horaire : 27h (9h CM, 18h TD)

Responsable du module : D. Aubert (dominique.aubert@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : C. Goyet, W. Ludwig, P. Kerhervé, D. Aubert

#### Programme résumé

Ce module a pour objectif de fournir les bases fondamentales sur les grands cycles biogéochimiques qui régissent les écosystèmes aquatiques. L'originalité de ce module repose sur une approche pluridisciplinaire qui permettra de cerner les interactions entre les compartiments biologique (faune et flore) chimique (sources nutritives, contaminants, excrétion, ...) et géologique (habitat, sédimentation). De plus, ce module s'efforcera d'étudier tous les grands forçages climatiques et anthropiques qui influencent actuellement les grands cycles biogéochimiques des écosystèmes aquatiques naturels.

Géochimie des éléments majeurs dans l'océan (WL 7h) :

Origine, caractérisation et temps de résidence.

Distribution et formation des sédiments biogéniques, le système carbonaté actuel et passé.

Impact de la pompe biologique et de la circulation océanique sur leur distribution.

Interactions eau/sédiment.

Les grands cycles naturels et anthropiques pour le Carbone et l'Azote. (PK 7h)

Etude sur les différents compartiments (continent, atmosphère, eau, biota, sédiment) et les différentes fractions (organique/minéral, dissous/colloïdal/particulaire). Etude abordée avec une vision globale sur différentes échelles de temps : cycles courts/longs. Rôle des apports continentaux sur la dynamique biologique. Impacts des activités humaines et du réchauffement climatique sur les processus biogéochimiques (ex: Méditerranéen et Arctique).

Géochimie des éléments traces (DA 6h)

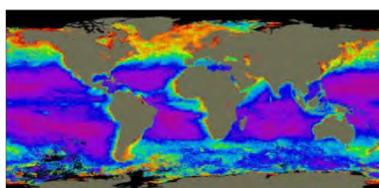
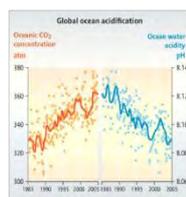
Apports à l'océan : origine, caractérisation et quantification (atmosphérique/fluviale/anthropique) des sources en éléments traces métalliques dans les particules et les phases dissoutes. Notion d'élément conservatif/non conservatif. Comportement aux interfaces.

Géochimie des éléments radioactifs dans l'océan (CG 7h)

(<sup>235</sup>U, <sup>238</sup>U, <sup>230</sup>Th, <sup>234</sup>Th, He) spécifique eau de mer/ particules. Leur utilisation comme traceur des masses d'eau et de la sédimentation. Impacts des activités humaines

**Pré-requis :** Aucun

Modalités de contrôle des connaissances : 4 contrôles continus portant sur chaque partie constitueront l'évaluation de ce module



## UE2 : Connaissances environnementales 1 (5.5 ECTS)

### Environnements sédimentaires (3 ECTS)

Répartition horaire : 27h (21h CM, 6h TD)

Responsable du module : M.A Bassetti (maria-angela.bassetti@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : M.A. Bassetti (21h CM, 3h TD), N.Robin (6h CM, 3h TD)

#### Programme résumé

Ce module est une introduction aux différents environnements sédimentaires marins et littoraux. Il s'adresse aux étudiants de géologie intéressés par la formation des dépôts qui peuvent être fossilisés (et seront étudiés à l'affleurement dans les Pyrénées espagnoles en master 2) et/ou aux étudiants intéressés par le fonctionnement des environnements littoraux et marins actuels.

Les processus du transport et du dépôt sédimentaire sont abordés, et on examine ensuite les différents environnements depuis le littoral (géomorphologie, dynamique, processus hydrodynamiques), le plateau continental jusqu'à la pente et le domaine profond. Les grands corps sédimentaires côtiers (prismes littoraux, estuaires et deltas) et de plate-forme associés aux marées, aux courants géostrophiques et aux tempêtes (dunes, bancs, paléo-vallées) sont étudiés. Sur la pente, on examine les canyons sous-marins et les dépôts gravitaires (glissements, coulées de débris, écoulements denses...). Les dépôts liés à la circulation thermo-haline (sediment drifts, contourites) et aux coulées d'eau dense (cascadites). Pour chaque cas, on rappellera les processus de formation et d'évolution et la structure interne (données sismiques et sédimentologiques).

L'importance en termes d'applications (modèles de réservoirs, habitats spécifiques, ressources, aléas) est abordée à partir de cas concrets (exemple : évaluation des gisements de granulats et évaluation des enjeux écologiques sur la faune en cas d'extraction).

**Une sortie de terrain (Canet en Roussillon) sera réalisée pour comprendre le fonctionnement d'un système littoral.**

#### Pré-requis

Aucun

#### Modalités de contrôle des connaissances

50% contrôle continu, 50% contrôle terminale écrit



## UE3 : Connaissances environnementales 2 (5.5 ECTS)

### Paléocéanographie et paléoclimatologie (3 ECTS)

Répartition horaire : 27h (12h CM, 15h TD)

Responsable du module : M.A.Bassetti (maria-angela.bassetti@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : Maria-Angela Bassetti (9h CM, 12h TD), Wolfgang Ludwig, (3h CM, 3h TD)

#### Programme résumé

Le but de ce module est d'acquérir des notions fondamentales sur la paléocéanographie et les paléoclimats. Les notions abordées permettront aux étudiants de se familiariser avec les outils sur lesquels reposent aujourd'hui les recherches en paléoclimatologie et paléo-océanographie :

- les mécanismes des oscillations climatiques, le cycle du carbone et le climat, les traceurs paléo-océanographiques (biologiques et chimiques) ;
- les phénomènes climatiques et l'histoire récente à l'échelle globale (NAO, ENSO, Petit Age Glaciaire) et en Méditerranée (crises anoxiques, ...) ;
- chronologie isotopique et variations du niveau de la mer pendant les cycles climatiques du Quaternaire ;
- histoire climatique de la terre pendant le Cénozoïque, avec une attention particulière pour la fin du Quaternaire. (15h).

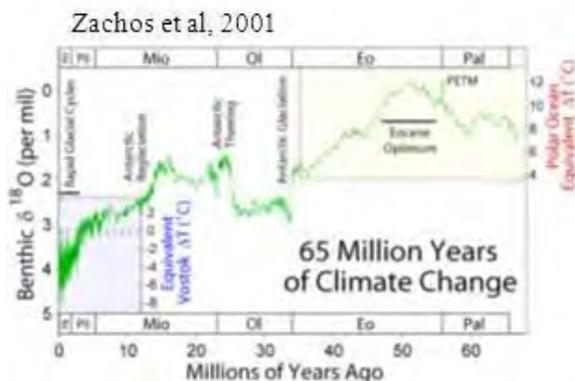
TD : Isotopes de l'oxygène et reconstitution du climat, Les reconstitutions du niveau de la mer, les datations des séries temporelles, l'évolution du cycle du carbone dans les océans. La signature sédimentaire des événements climatiques majeurs.

#### Pré-requis

Connaissance de base en océanographie, chimie isotopique, environnements sédimentaires

#### Modalités de contrôle des connaissances

50% contrôle continu, 50% contrôle terminale écrit



## UE3 : Connaissances environnementales 2 (5.5 ECTS)

### Climatologie, Météorologie et physique de l'océan (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h (15h CM, 15h TD)

Responsable du module : C. Goyet (cgoyet@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : Raphaël Certain (4,5h CM, 4,5h TD), C. Goyet (10,5h CM, 10,5h TD)

#### Programme résumé

Ce module aura pour objectif de présenter 1. Les caractéristiques et propriétés physico-chimiques des enveloppes externes (atmosphère et hydrosphère), 2. Les modèles de circulation atmosphériques et océaniques en relation avec le bilan radiatif de la Terre et leurs modes d'interactions et de couplages. Les zonations climatiques inhérentes à ces modèles de circulations seront présentées ainsi que les effets de serre et anthropique sur le climat, 3. Les notions essentielles de météorologie. L'idée est de s'intéresser aussi aux perturbations locales et de comprendre in fine l'élaboration d'une prévision météorologique.

**Climatologie** : Définition de la climatologie. Principe et moyens d'études de la climatologie. Le système océan-atmosphère ; moteur des variations climatiques. Zones climatiques. Influence des gaz à effet de serre et des effets anthropiques sur le climat. Actions du climat sur l'océan et rétroactions.

**Météorologie** : Principe de base et lois physiques du fonctionnement de la basse atmosphère (pression atmosphérique, température, vent, humidité), les grands équilibres, instruments de mesures, circulation générale et déplacement des masses d'air, génération de perturbations météorologiques à l'origine ensuite de nombreux forçages.

Le cours théorique s'accompagne d'un travail appliqué durant le semestre qui consiste à expliquer les différentes situations météorologiques observées durant la durée du cours. Ce travail est réalisé par groupes, chaque groupe ayant à charge une semaine de suivi météorologique. Le résultat fait l'objet d'une présentation orale.

**Océanologie physique** : Circulation océanique ; origine des courants. Action des vents sur l'océan. Cas particulier des systèmes côtiers, le phénomène d'upwelling. El niño, La niña.

#### Pré-requis

Aucun

#### Modalités de contrôle des connaissances

87.5% contrôle continu, 12.5% contrôle terminale écrit

## UE4 : Etudes et projets (7 ECTS)

### Projet environnemental (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h TD

Responsable du module : N.Robin (nicolas.robin@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : Potentiellement l'ensemble des membres du département STE pour l'encadrement des projets.

#### Programme résumé

Le module « Projets environnementaux » vise à ce que l'étudiant prenne en main sous la forme d'un travail de groupe, une question environnementale touchant la région Occitanie ou le département des Pyrénées Orientales. Avec l'aide de son encadrant, le groupe devra s'approprier la question et les enjeux sociétaux, afin d'aller à la rencontre des acteurs du territoire gravitant autour de cette question afin de les questionner. Un travail de synthèse, indépendant et sans prise de position personnelle sera alors effectué.

#### Exemple de projets environnementaux précédents :

- Les modalités de gestion des concessions de plages des établissements de restauration touristique dans les PO
- La problématique de l'érosion du trait de côte sur la commune de Canet
- Le problème des peintures *antifouling* des bateaux sur la qualité des eaux
- Problématique des pollutions aux hydrocarbures aux abords des ports des côtes du Roussillon
- Gestion du transport solide et restauration hydro-morphologique du lit de la Têt
- La problématique des déchets plastiques dans les espaces naturels des PO". Sources, transferts, dépôts, gestion, solutions

#### Modalités de contrôle des connaissances

Rapport écrit et présentation oral

## UE4 : Etudes et projets (7 ECTS)

### Stage en mer de géophysique (3 ECTS)

Répartition horaire : 39h (3h CM, 18h TD, 18h TP)

Responsable du module : R. Jatiault (romain.jatiault@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : R. Jatiault, K. Fauquembergue, R. Certain

#### Programme résumé

Ce stage a pour objectif de fournir une expérience pratique des techniques de cartographie des fonds marins, utiles en géosciences comme pour les études environnementales ou d'habitats. L'accent est mis sur les outils d'imagerie à haute résolution et de systèmes de classification des fonds.

Parallèlement les étudiants seront amenés à pratiquer les outils de la géophysique marine en mettant en œuvre des systèmes de sismique haute résolution destinés à aborder le stratigraphie des dépôts de la plateforme continentale du golfe du Lion qui constitue un exemple remarquable de marge passive, facilement accessible depuis le port de Port Vendres et de Port la Nouvelle. Ce module comprend l'acquisition en mer à bord d'un navire scientifique, le traitement des données au laboratoire et leur interprétation.

Le ***travail en mer*** est réalisé à bord du N/O Tethys 2 (ou une autre unité de l'INSU-CNRS) à partir de profils de la côte vers le large. Ces profils permettent d'étudier des environnements sédimentaires différents, et de mettre en œuvre les outils classiques de reconnaissance en océanographie :

- navigation et positionnement (GPS, logiciel de navigation, tenue d'une feuille de route),
- bathymétrie,
- sismique-réflexion haute résolution (sparker, Chirp)
- sonar à balayage latéral,
- sonde multi-paramètres.

De ***retour en salle***, les étudiants apprennent à identifier les artefacts liés aux données sismiques (multiples, épaisseur du signal source, onde directe, hyperboles de diffraction, etc.), et mettent en pratique des méthodes classiques de traitement du signal (filtrage, gain, etc.). Ils interprètent ensuite les données acquises en mer. En intégrant d'autres sources documentaires (données de carottages, de forage Promess), ils établissent un modèle sédimentaire.

Une durée de 6 jours permet, par un système de rotation entre les groupes d'étudiants, d'effectuer des levées géophysiques de durée significative (2 jours de mer par étudiant), de manière à pouvoir étudier des objets situés à quelques heures de route du port d'escale et de disposer de salles informatiques adaptées au traitement des données obtenues pendant la mission.

#### Pré-requis

Les étudiants auront de préférence suivi le module «Géophysique marine en licence 3» et auront des notions de stratigraphie acquises en L2 et L3

#### Modalités de contrôle des connaissances

CC en TP, Rapport écrit, Contrôle écrit terminal

## UE4 : Etudes et projets (7 ECTS)

### Préparation au stage 1

Répartition horaire : 8h (6h TD, 2h TP)

Responsable du module : N. Tapissier/D. Aubert

Intervenants dans le module : Lydie Pavesi et Antony Gilabert, bibliothécaires au SCD (4h TD, 2hTP), D. Aubert (2hTD)

#### Programme résumé

2 X 2h de TD : les enseignements ont lieu en salle informatique et alternent théorie et mise en pratique. Les thèmes suivants seront abordés : les outils et sources d'informations, effectuer une recherche documentaire efficace, pourquoi et comment citer ses sources, gérer ses références et élaborer une bibliographie avec le logiciel de gestion de références bibliographiques Zotero.

2h de TP : A partir d'un sujet défini avec l'enseignant dans le cadre d'un travail disciplinaire à rendre (projet tutoré, rapport bibliographique), l'étudiant effectuera une recherche documentaire et élaborera une bibliographie avec Zotero.

2h TD : présentation des attendus globaux du stage du S2, détails administratifs (convention), modalités d'évaluation etc...

#### Objectifs pédagogiques :

- Connaître la diversité des sources d'information en lien avec la discipline et savoir effectuer des recherches pertinentes
- Connaître les enjeux de la citation des sources, savoir identifier et éviter les situations de plagiat
- Savoir citer correctement les différents types de documents et sources d'information
- Savoir gérer ses références et élaborer une bibliographie selon les normes en vigueur avec le logiciel Zotero

Informations complémentaires : Le TP sera évalué

## Semestre 2

### **S2UE1 - Système Méditerranéen**

Système Méditerranéen : Chimie

Système Méditerranéen : Océanographie

Système Méditerranéen : Géologie

### **S2UE2 - Etudes appliquées en milieu marin 1 (2 mat parmi 4)**

Plongée scientifique en environnement marin

Ecologie des systèmes marins

Aménagement littoral

Structure et géologie des bassins profonds

### **S2UE3 - Communication et préparation au stage**

Préparation au stage 2

Immersion en milieu professionnel

### **S2UE4 - Etudes appliquées en milieu marin 2**

Techniq des mesures in situ&analyses hydro-morphodynamique

Téledétection

## UE1 : Système Méditerranéen (6 ECTS)

### Système Méditerranéen : Chimie (2 ECTS)

Répartition horaire : 18h (9h CM, 9h TD)

Responsable du module : F. Touratier

Intervenants dans le module : F. Touratier

#### Programme résumé

Cycles des éléments nutritifs majeurs :

Apports, exports, recyclages des éléments, gradients ouest/est allant d'un statut mesotrophique à oligotrophique.

Les signatures qui font de la mer Méditerranée un système si différent des océans sont étudiées.

Le cycle du carbone :

Flux air-mer du dioxyde de carbone.

Estimation des propriétés et des distributions qui composent le système des carbonates.

Effets de l'action anthropique sur la chimie du carbone :

Estimation du CO<sub>2</sub> d'origine anthropique

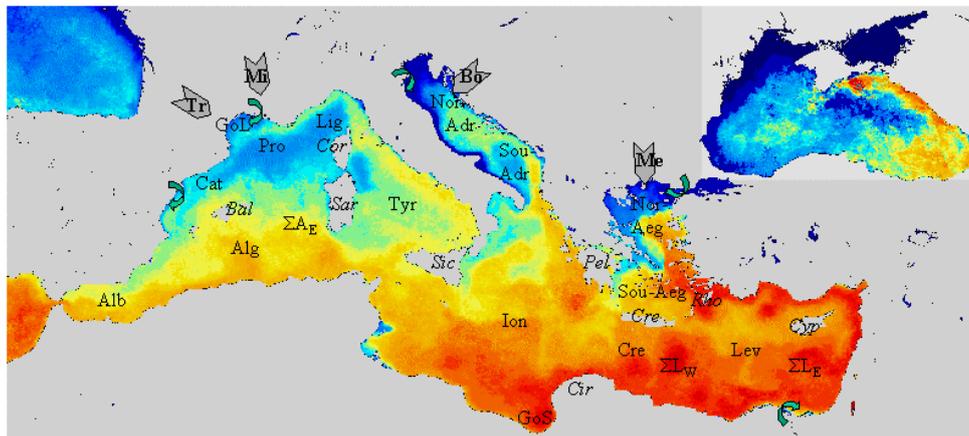
Acidification de l'eau méditerranéenne : un niveau d'acidification sans précédent.

#### Pré-requis

Avoir suivi des enseignements en océanographie générale en licence

#### Modalités de contrôle des connaissances

100% épreuve écrite



## UE1 : Système Méditerranéen (6 ECTS)

### Système Méditerranéen : Océanographie (2 ECTS)

Répartition horaire : 18h (9h CM, 9h TD)

Responsable du module : F.Bourrin (fbourrin@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : F. Bourrin, P. Kerhervé, C. Goyet

#### Programme résumé

Océanographie physique (FB 6.75h et CG 4.5h) :

Particularité de la Mer Méditerranée d'un point de vue physique

- circulation générale,
- caractéristiques physiques (température, salinité et densité) et géochimiques (NO, PO, TrOCA) des masses d'eau,
- événements météo-climatologiques et relation avec les processus physiques

Ecologie marine (PK 6.75h)

- spécificité en termes de nutriments (N, P, oligo-éléments)
- la production primaire (PP) en Méditerranée
- couplage entre les processus hydrodynamiques et la PP
- les cas d'oligo- (bassin oriental) et méso-trophie (Golfe du Lion)
- les chaînes trophiques méditerranéennes
- l'évolution du système Méditerranéen

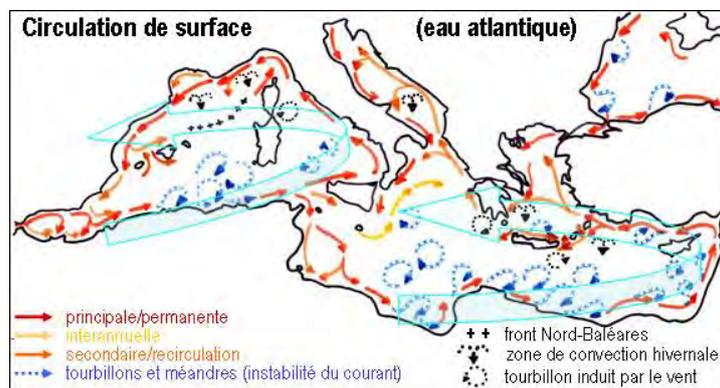
#### Pré-requis

Avoir suivi des enseignements en océanographie générale en licence

#### Modalités de contrôle des connaissances

50 % épreuve écrite, 50% contrôle continu

#### Photos illustrant les enseignements du module



## UE1 : Système Méditerranéen (6 ECTS)

### Système Méditerranéen : Géologie (2 ECTS)

Répartition horaire : 18h (9h CM, 9h TD)

Responsable du module : R. Certain (certain@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : L. Loncke , R. Certain, M.A. Bassetti

#### Programme résumé

Ce module se propose d'aborder le bassin méditerranéen en tant que grand système intégré et de proposer une vision synthétique de sa structure globale et de son fonctionnement géologique depuis sa formation jusqu'à l'actuel.

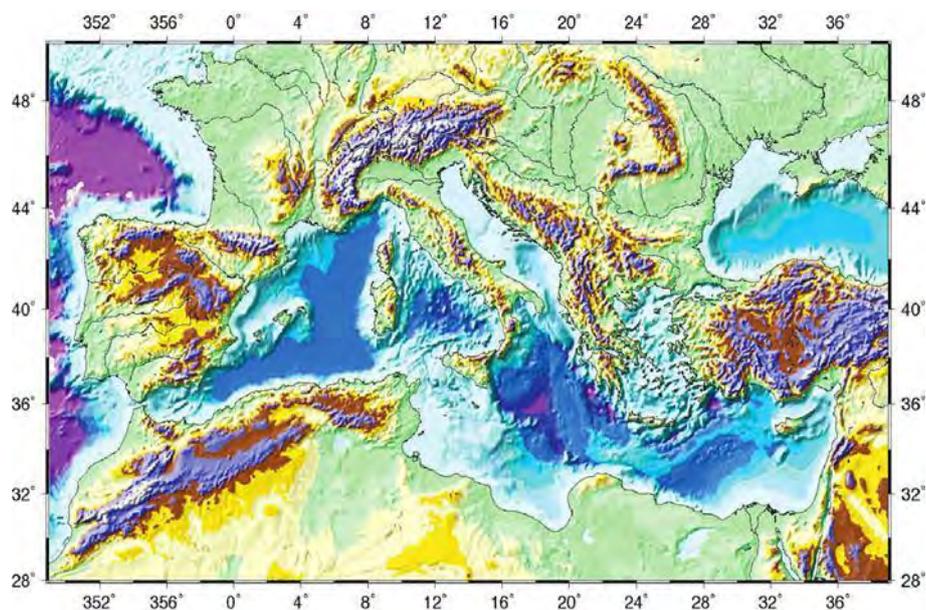
- Contexte géomorphologique, géodynamique et géologique du bassin méditerranéen occidental et oriental (L. Loncke);
- Mise en place des littoraux en Méditerranée. La notion de Niveau Marin Relatif sera abordé, ainsi que les principales typologies d'évolution des littoraux sur la base de l'étude de leurs structures internes et d'exemples d'édification de littoraux méditerranéens (R. Certain) ;
- Processus et enregistrements sédimentaires du Messinien au Quaternaire en Méditerranée. Dans cette partie, on évoquera l'impact des différents événements climatiques et eustatiques sur les enregistrements sédimentaires marins (enregistrement de la mousson en Méditerranée orientale, du développement des glaciers alpins en Méditerranée occidentale). Les échanges avec la Mer Noire, et les enregistrements sédimentaires spécifiques à celle-ci, seront abordés (M.A. Bassetti).

#### Pré-requis

Notions de géodynamique, de tectonique et de géologie sédimentaire.

#### Modalités de contrôle des connaissances

100% contrôle terminale écrit



## UE2 : Etudes appliquées en milieu marin 1 (6 ECTS)

### Plongée scientifique en environnement marin (3 ECTS)

Répartition horaire : 60h (12h CM, 48h TP)

Responsable du module : P.Lenfant (lenfant@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : P. Lenfant (12h CM, 48h TP), F. Bourrin (48h TP), G. Saragoni (intervenant extérieur IGE CNRS, 48h TP)

#### Programme résumé

Enseignement adapté au travail en milieu marin, plus particulièrement axé sur l'utilisation de la plongée en scaphandre autonome dans le proche littoral.

Définition des objectifs et mise en place d'une stratégie d'échantillonnage tenant compte des contraintes du milieu marin, dans le respect des règles du Ministère du travail.

L'ensemble des techniques utilisées pour récolter du matériel marin ou réaliser des observations subaquatique : carottage de sédiment, déplacement d'objet, photo/vidéo, cartographie de biocénose, capture d'organisme vivant, etc.

Récolte de données ponctuelles ou issues d'un suivi temporel à long terme. Préparation des données en vue d'une restitution cartographique (SIG). Réalisation d'une couverture photo/vidéo d'une mission de terrain.

Compétences acquises : les étudiants sont préparés pour la suite de leur cursus et entre autre leur stage de M2 à organiser la logistique et la réalisation d'une campagne de terrain en mer nécessitant l'intervention de plongeur.

#### Pré-requis

**Niveau de plongée fédéral : Avoir un niveau II minimum ou CAH Classe IB au moment de l'inscription pédagogique (octobre)**

#### Modalités de contrôle des connaissances

100% contrôle continu

## UE2 : Etudes appliquées en milieu marin 1 (6 ECTS)

### Ecologie des systèmes marins (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h (24h CM, 6h TP)

Responsable du module : M. Jarraya (marion.jarraya@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : M. Jarraya (MCF UPVD) ; P. Lenfant (PR UPVD) ; C. Palacios (MCF UPVD) ; Intervenant extérieur

#### Programme résumé

Objectif de l'enseignement :

- fournir des concepts et des techniques nécessaires à une bonne appréhension du fonctionnement des écosystèmes marins en se focalisant sur la composante biologique (biodiversité, espèces, ensembles fonctionnels) ;
- approfondir la connaissance des écosystèmes marins et découvrir leur diversité : écosystèmes tropicaux (mangroves et récifs coralliens), pélagiques, profonds (à base dendritique et chimiosynthétiques) et d'eaux froides, méditerranéens (herbiers de posidonies) ;
- Les perturbations naturelles et anthropiques spécifiques au milieu marin seront illustrées (espèces non indigènes en milieu marin) et quelques aspects relatifs à la gestion des communautés côtières, des pêches et des écosystèmes marins seront abordés tels que les outils de type aires marines protégées.

Les étudiants pourront ainsi mieux comprendre les enjeux liés aux écosystèmes marins et leur fonctionnement global en tenant compte de leurs composantes physiques et biologiques.

Contenu de l'enseignement :

- Présentation de la composante biologique (biodiversité, espèces, ensembles fonctionnels), écologie trophique ;
- Présentation d'un panel d'écosystèmes : écosystèmes tropicaux (coralliens et mangroves), profonds et d'eaux froides, méditerranéens (herbiers de posidonies) et de leurs enjeux socio-économiques (services écosystémiques) ...
- Illustration de certaines perturbations (espèces non indigènes en milieu marin, exploitation, ...) et de solutions pour y faire face (AMP, science participative, ...).

Pré-requis nécessaires :

Pour les étudiants ayant effectué leur licence à l'UPVD : avoir suivi de préférence le module de « Biologie et d'écologie marine » en Licence 2.

Informations complémentaires :

Des travaux pratiques seront notamment dédiés aux herbiers de posidonies, une espèce endémique de Méditerranée.

## UE2 : Etudes appliquées en milieu marin 1 (6 ECTS)

### Aménagement et gestion du littoral (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h (16.5h CM, 7,5 TD, 6TP)

Responsable du module : R. Certain (certain@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : intervenant extérieurs professionnels

#### Programme résumé

Ce module a pour vocation de former des étudiants à l'aménagement et la gestion de ces milieux, qui sont des éco-socio-systèmes d'importance à l'interface entre la mer et le continent. Il constitue aussi les fondements théoriques au module « Risques Naturels » dans lequel une application au travers d'un projet d'étude sera réalisée.

Après une large introduction sur les milieux littoraux, ce cours se focalise sur les milieux littoraux sableux, constitutifs de la majorité du littoral du Languedoc-Roussillon. Les notions de prisme littoral sableux, de fonctionnement hydro-sédimentaire et des différents aléas que l'on peut y rencontrer sont décrits.

**La première partie du cours** est axée sur le point de vue physique de l'aménagement dans une optique de Génie Côtier/Génie Civil. Les phénomènes d'érosion, de submersion et d'envahissement dunaire sont abordés avec les solutions techniques pour y remédier. Un zoom sera réalisé sur les aménagements portuaires et les activités de dragage.

**La deuxième partie du cours** concerne la Gestion Intégrée des Zones Côtières (GIZC). Cette partie insiste sur le côté pluridisciplinaire de cette approche de gestion. L'élaboration de plans de gestion est détaillée, tout en s'appuyant sur des guides méthodologiques ainsi que les doctrines formulées au niveau national et régional. La réglementation et le droit national appliqué sont aussi décrits.

La partie théorique est complétée par des exercices pratiques et **une sortie d'une journée sur le terrain** qui permet d'illustrer certains aspects abordés en salle.

#### Pré-requis

Des connaissances en sédimentologie sont souhaitables mais l'enseignement est ouvert vers d'autres publics désireux de connaître les bases de la gestion du littoral au sens large.

#### Modalités de contrôle des connaissances

Examen écrit + contrôle continu



## **UE2 : Etudes appliquées en milieu marin 1 (6 ECTS)**

### **Structure et géologie des bassins profonds (3 ECTS)**

Répartition horaire : 30h (19.5h CM, 10.5h TP)

Responsable du module : L. Loncke (lies.loncke@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : L. Loncke (15h CM-7,5h TP) et F. Galletti (4,5h CM, 3hTP)

#### **Programme résumé**

Les objectifs de ce module sont de :

- (1) Comprendre les modes de formation et d'évolution des reliefs sous-marins et en particulier des marges continentales et bassins associés, dorsales, plateaux océaniques.
- (2) Intégrer les grands éléments et principes du droit de la mer concernant les domaines de marge continentale et environnements profonds.

Un éclairage particulier concernera la genèse, la structure et l'évolution des grands types de marges en fonction de leur contexte géodynamique (marges divergentes volcaniques et non volcaniques, marges transformantes, marges actives). Les processus tectoniques, volcaniques et sédimentaires affectant ces marges seront décrits à partir d'exemples concrets (marges Méditerranéennes, Atlantiques).

Une attention particulière sera portée au développement de compétences d'interprétation de données géophysiques en domaine marin (sismique, bathymétrie...), et d'exploration en domaine profond (données de forage) au travers de nombreux travaux dirigés/pratiques illustrant les notions fondamentales.

#### **Pré-requis**

Notions de géodynamique, tectonique et sédimentation

#### **Modalités de contrôle des connaissances**

Contrôle continu : 25%

Examen terminal 75% écrit ; Session 2 : Examen 100% écrit/ou oral selon

#### **Pré-requis**

Notions de géodynamique et de tectonique

## **UE3 : Communication et préparation au stage (12 ECTS)**

### **Préparation au stage 2 (2 ECTS)**

Répartition horaire : 12h (12h TD)

Responsable du module : D. Aubert (dominique.aubert@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : D. Aubert (6h TD), I. Bonnard (6h TD)

#### **Programme résumé**

Ce module prépare les étudiants à la réalisation d'un rapport et d'un oral de stage. La structure classique et les règles d'écriture d'un rapport scientifique ou d'une publication seront présentées. On insistera en particulier sur la constitution et la rédaction d'une bibliographie. Ce cours s'appuiera sur les enseignements dispensés par le service de documentation de la bibliothèque au 1<sup>er</sup> semestre et sur l'étude concrète de rapports des années précédentes.

Les étudiants feront une courte étude bibliographique sur le contexte de leur futur stage en tenant compte des conseils prodigués en cours.

Les étudiants présenteront oralement leur projet de stage en 180 secondes. Cette présentation inclura les objectifs, méthodes à mettre en œuvre, éventuellement les résultats attendus et sera discutée par l'équipe enseignante qui aura expertisé les projets. Les présentations seront évaluées par l'équipe enseignante et les pairs selon une grille d'évaluation préparée par les étudiants.

#### **Objectifs pédagogiques :**

L'objectif est de donner aux étudiants les clés pour faire un bon rapport scientifique et une bonne présentation orale. Il s'agit d'améliorer la qualité des rapports et oraux de stages en présentant aux étudiants le rendu (fond et forme) que l'on attend dans ces exercices scientifiques.

**Pré-requis nécessaires :** aucun

Modalités de contrôle des connaissances :

Rapport bibliographique (50%) et présentation du stage sous forme d'oral (50%)

## **UE2 : Etudes appliquées en milieu marin 1 (6 ECTS)**

### **Immersion en milieu professionnel (10 ECTS)**

Répartition horaire : 8 semaines (30h TP)

Responsable du module : R. Certain (certain@univ-perp.fr)

#### **Programme résumé**

Le stage aura lieu en entreprise ou dans un laboratoire.

En entreprise, l'objectif du stage de courte durée est de le confronter pour la première fois aux contraintes inhérentes au monde de l'entreprise (travail en équipe, autonomie, respect du cahier des charges, propositions et argumentations des solutions techniques en réponses au sujet proposé...). C'est une part très importante de la formation car il plonge les étudiants dans la réalité du contexte de leur futur emploi.

Dans un laboratoire, le stage constitue la première étape de l'apprentissage par l'immersion dans un laboratoire de recherche (travail en équipe, autonomie, respect du cahier des charges, propositions et argumentations des solutions techniques en réponses au sujet proposé...). C'est une part très importante de la formation car il plonge les étudiants dans la réalité du contexte de leur futur emploi.

#### **Modalités de contrôle des connaissances**

Rapport de stage et soutenance orale

## UE2 : Etudes appliquées en milieu marin 2 (6 ECTS)

### Techniques de mesures in situ et analyses morpho-sédimentaires (mutualisé avec Master GCL Montpellier) (3 ECTS)

Répartition horaire : 24h (6h CM, 12h TD, 6h TP de mesures sur le terrain)

Responsable du module : Frédéric Bouchette, Samuel Meulé (Université de Montpellier)  
(correspondant UPVD R. Certain)

Intervenants dans le module : Frédéric Bouchette, Samuel Meulé

#### Programme résumé

L'observation in-situ des processus hydro-sédimentaires littoraux en contexte naturel ou en milieu anthropisé est une activité centrale de tout travail de recherche scientifique ou d'ingénierie en hydro-morphodynamisme ou sur le risque littoral, l'aménagement, la ressource en sable/ eau, ou la recherche de solutions de protection. L'observation in-situ apporte des éléments objectifs de l'existence d'un processus, sur le comportement d'un aménagement / solution de protection, sur la quantification d'une ressource pour son exploitation. Ce module est le premier pas des étudiants dans le monde de la mesure in-situ de l'hydrodynamisme et la morphodynamique littorale. Le module s'organise autour d'une première expérience de (i) formulation d'une question scientifique en terme d'observation in-situ en milieu littoral, (ii) conception d'un dispositif de mesure pour y répondre, (iii) préparation logistique du déploiement, (iv) réalisation du déploiement, surveillance des équipements et rapatriement de la donnée, (v) analyse de la donnée pour répondre à la question posée. Les étudiants sont en charge de la réalisation de chacune de ces étapes dans un contexte très cadré pour cette première expérience.

L'objectif principal de ce module est d'initier l'étudiant à la rigueur de l'observation quantitative en milieu littoral, et lui permettre de maîtriser la configuration et la manipulation des équipements de mesures phares en hydro-morphodynamisme littoral (pressiomètre, ADV, profileurs de courant, anémomètre, baromètre, dispositifs GNSS RTK). Le second objectif est de permettre l'acquisition d'un ensemble de compétences en terme d'analyse de données hydro-morphodynamiques littorales (calcul de paramètres représentatifs, statistiques sur les séries temporelles, analyse spectrale par Fourier et ondelettes). Le troisième objectif de ce module est de prendre en main la suite de traitement open source GNAT (Gnat are Nearshore Advanced Tools) entièrement dédiée au traitement de données hydrodynamiques littorales pour la recherche académique et l'ingénierie.

#### Pré-requis

Ce module n'est absolument pas réservé à des étudiants à fort profil physicien. Très pratique, reposant sur une activité de manipulation d'appareils de mesure, il requiert essentiellement un bon sens de l'organisation et un goût pour le travail en extérieur. Une initiation préalable à Python est nécessaire pour l'utilisation des outils de traitement.

#### Modalités de contrôle des connaissances

L'évaluation de ces compétences se fera sous la forme d'un **contrôle continu des connaissances**, avec restitution d'un rapport logistique de terrain, un rapport d'analyse des données mesurées et un ensemble d'exercices basés sur la donnée mesurée ou un jeu de données équivalent si les acquisitions in-situ ne sont pas satisfaisantes (pas de mer le jour du déploiement, contenu fréquentiel du champs de vagues peu intéressant).

## UE2 : Etudes appliquées en milieu marin 2 (6 ECTS)

### Télédétection (3 ECTS)

Répartition horaire : 24h (12h CM, 6hTD, 6h TP)

Responsable du module : R. Jatiault (romain.jatiault@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : R. Jatiault, F. Bourrin

#### Programme résumé

Ce module abordera les principes théoriques de la télédétection et les techniques d'imagerie de la surface terrestre grâce aux dispositifs satellitaires. Les techniques de traitement et les méthodes d'analyse des images sont abordées. Introduction aux fondamentaux en RS (rayonnement EM, interactions REM atmosphère/cible signature spectrale, orbites, capteurs, canaux). Traitement d'image, histogramme, LUT palette, filtres rectifications géométriques (Bilko) Exemples d'applications : Visible, IR, LIDAR, RADAR.

Le module se penchera sur les deux grands types de données (capteurs actifs et passifs). Les applications seront abordées au cours des séances de TD :

*Applications en océanographie côtière et opérationnelle* : Télédétection SST (Température de surface mer), couleur de l'eau (turbidité, chlorophylle a) pour les eaux côtières et les eaux du large.

*Applications à Terre* ; caractérisation des sols, études de déformations liées aux aléas géologiques

*Suivi des processus de surface* : sédimentation, inondation

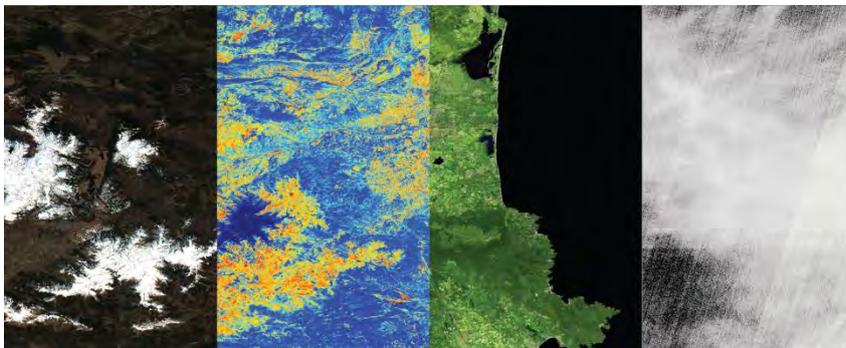
- Méthode de traitement numérique et séries temporelles grâce aux outils basés sur les cloud des fournisseurs de données satellites (ESA)

- Introduction à la télédétection par drone.

- Introduction à la caractérisation lithologique, les études de déformation avec l'InSAR, le suivi des inondations, suivi des pollutions.

#### Modalités de contrôle des connaissances

Examen écrit terminal (50%) et deux contrôles continus



## Semestre 3

### **S3UE1 - Outils scientifiques et techniques**

Systemes d'Information Géographique Perfectionnement

Traitement et Analyses de données

Risques Naturels

Préparation stage 3

### **S3UE2 - Compréhension&étude milieu marin (2 parmi 3)**

Etude sédimentaire intégrée

Gestion du milieu marin et restauration écologique

Flux continent/océan/atmosph (instrumentation)

### **S3UE3 - Applications&gestion environnem1 (3 parmi 4)**

Ressources et aléas

Economie du du développement durable

Stage de terrain en géosciences

Gestion du bassin versant

### **S3UE4 - Applications&gestion environnem2 (2 parmi 3)**

Pollutions et remédiation

Interactions bio et abiotiques en milieux fluvio-lagunaires

Bassins versants méditerranéens

## **UE1 : Outils scientifiques et techniques (7 ECTS)**

### **Système d'Information Géographique Perfectionnement (2 ECTS)**

Répartition horaire : 20h (6h CM, 14h TD)

Responsable du module : N.Robin (nicolas.robin@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : N.Robin (20h)

#### **Programme résumé**

L'objectif du module est un perfectionnement aux méthodes de spatialisation et gestion de la donnée aux travers l'utilisation d'un logiciel de Systèmes d'Informations Géographiques (SIG). La formation est axée sur les travaux dirigés en utilisant le logiciel ArcGis. La quasi-totalité du module repose sur l'application des connaissances du fonctionnement du logiciel sur des cas concrets de projets en écologie marine ou géosciences afin d'être dans une mise en situation professionnelle.

#### **Pré-requis**

De préférence avoir des bases sur le logiciel ArcGis mais ce n'est pas une obligation.

#### **Modalités de contrôle des connaissances**

Rapports des études de cas sur ordinateur

## UE1 : Outils scientifiques et techniques (7 ECTS)

### Traitement et Analyses de données (2 ECTS)

Répartition horaire : 21h (10,5h CM, 10,5h TD)

Responsable du module : F.Bourrin (fbourrin@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : F. Bourrin

#### Programme résumé

**Introduction aux traitements de données océanographiques** : Notions de base en programmation, applications au traitement de séries temporelles (météorologiques, physiques, écologiques), caractérisation de descripteurs, normalisation des séries de données en vue de leur exploitation scientifique (rapports et publications).

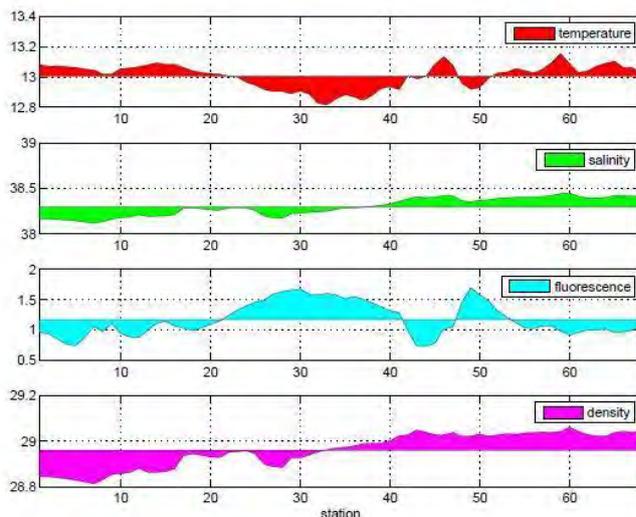
**Introduction aux géostatistiques** : Notion d'interpolation spatiale (Krigage, variogramme), statistiques et représentation de données. Point de vue et signification mathématique de l'interpolation à 1 et 2 dimensions.

Exemple d'utilisation avec le logiciel MATLAB. Traitement des données acquises sur le terrain dans le module "Flux Continent-Océan\_Atmosphère".

#### Pré-requis

##### Modalités de contrôle des connaissances

50 % épreuve pratique sur ordinateur et 50 % contrôle continu sur ordinateur



## UE1 : Outils scientifiques et techniques (7 ECTS)

### Risques naturels (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h (15h CM, 9h TD, 6h TP)

Responsable du module : R. Certain (certain@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : R. Certain (9h CM, 4,5TD, 6 TP), L. Loncke (6h CM, 4,5h TD)

#### Programme résumé

L'objectif de ce module est d'aborder la large palette des aléas, enjeux et risques naturels ainsi que les problèmes de gestion associés. Une focalisation est faite sur les risques littoraux au travers d'un projet d'étude appliqué qui s'appuie sur une sortie.

- **Risques littoraux (érosion, submersion, progression dunaire) (R. Certain)** : Faisant suite au module « Aménagement du littoral », l'objectif est de focaliser sur des études de cas réels détaillant toutes les étapes de la démarche décisionnelle, opérationnelle et réglementaire sur des sites français concernant la mise en place d'aménagements. A la fin de cet enseignement, les étudiants doivent maîtriser les notions telles que celle d'étude diagnostic, d'étude d'impact, d'enquête publique, de Plan Local d'Urbanisme et de Plan de Prévention des Risques etc. Dans ce cadre, les étudiants seront amenés à réaliser un projet par groupes en se plaçant dans la situation d'un bureau d'étude et de proposer lors d'un exposé oral un schéma directeur d'aménagement chiffré d'une portion du littoral du Languedoc-Roussillon détaillée **lors d'une sortie sur le site**. Le but de cet enseignement est de former de jeunes diplômés à la gestion du littoral tant du point de vue physique (proposition et réalisation d'ouvrages de défense) que du point de vue réglementaire et du chiffrage (lois d'urbanismes, réalisation de Plan de Prévention des Risques, etc.) afin que leurs compétences puissent s'exercer aussi bien dans les bureaux d'études que dans les Collectivités Territoriales (Mairies, Conseil Généraux,...).

- **Risque gravitaire (L. Loncke)** : Phénomènes gravitaires et aléas associés à terre et en mer. Les différents types d'instabilités et mouvements de terrain, cinématique des glissements et facteurs déclencheurs. Le cas français (métropole et outre-mer). Conséquences humaines et matérielles, actions de prévention et surveillance, « Traitement » des glissements, prévention et secours.

- **Risques naturels « de grande échelle », les risques sismique, volcanique, inondations, cyclonique (L. Loncke)** : Les Mécanismes. L'aléa. Conséquences humaines et matérielles. Le cas français: Localisation et causes, Actions de prévention, secours, indemnisation.

#### Pré-requis

Des connaissances en sédimentologie et dynamique littorale sont souhaitables

#### Modalités de contrôle des connaissances

Contrôle continu (50%), examen écrit (50%)



## **UE1 : Outils scientifiques et techniques (7 ECTS)**

### **Préparation stage 3 (0 ECTS)**

Répartition horaire : 30h (30h TD)

Responsable du module : Nicolas Robin (nicolas.robin@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : Nicolas Robin, intervenants extérieurs professionnels

#### **Programme résumé**

Ce module correspond au cycle des conférences de professionnels, anciens étudiants de la formation ou doctorants. Ces personnes viennent partager avec les étudiants leur expérience, en présentant : leur parcours académique, l'organisme/entreprise dans lequel ils/elles travaillent, et leurs missions et leur travail au quotidien. Ces conférences ainsi de connaître les différentes professions, ces moments sont basés sur l'échange et la discussion.

## **UE2 : Compréhension et étude milieu marin (8 ECTS)**

### **Etude sédimentaire intégrée (4 ECTS)**

Répartition horaire : 30h (15h CM, 15h TD)

Responsable du module : N.Robin (nicolas.robin@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : M.A Bassetti (7,5 CM, 7,5 TD), N.Robin (7,5CM, 7,5TD)

#### **Programme résumé**

L'objectif de ce module est de permettre aux étudiants d'appliquer des connaissances théoriques (ou de les acquérir si ce n'est pas déjà le cas) à l'étude de cas concrets de dépôts sédimentaires récents le long d'un continuum littoral/domaine marin. A travers des cas concrets et bien documentés, ils analyseront et interpréteront des archives sédimentaires marines et littorales pour comprendre l'impact des changements de l'environnement, du climat et du niveau marin sur l'architecture des dépôts sédimentaires, depuis la côte jusqu'au talus continental.

Chaque séance comprend donc du travail personnel ou en binôme sur des données et des rappels (ou enseignements nouveaux) sur les fondamentaux (changements climatiques au Quaternaire, notion de niveau marin absolu ou relatif, notion de migration des littoraux..) À travers l'analyse de données récentes de géoradar, de sismique marine et de carottage sédimentaire, ils sont amenés à interpréter des cas d'études.

- Le Golfe du Lion : un transect depuis les lagunes et cordons littoraux jusqu'au talus continental (anciens niveaux marins reliques)
- La baie du Mt St Michel
- St Pierre et Miquelon
- Les dunes d'Aquitaine

Enfin, dans une dernière partie du module, il est proposé de fonctionner pendant une journée complète comme un bureau d'étude qui doit répondre à un appel d'offre ou appel à projet de recherche. Les étudiants devront se répartir les tâches (cellule budget, cellule SIG, cellule plan de position, etc.) avec un rendu en fin de journée.

#### **Pré-requis**

Connaissances générales sur les environnements sédimentaires (le module peut constituer une remise à niveau pour ceux qui n'auraient pas suivi ce module en master 1)

#### **Modalités de contrôle des connaissances**

Contrôle continu (100%)

## UE2 : Compréhension et étude milieu marin (8 ECTS)

### Gestion du milieu marin et restauration écologique (4 ECTS)

Répartition horaire : 43,5h (33h CM, 10,5h TP)

Responsable du module : M. Jarraya (marion.jarraya@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : M. Jarraya, P. Lenfant

#### Programme résumé

*Objectif de l'enseignement : 2 parties :*

- Enseignement orienté sur la gestion du milieu marin autour de 3 thèmes complémentaires concernant le Développement Durable : Gestion i) halieutique et approche écosystémique, ii) du littoral (aménagement du littoral et impact sur la faune et la flore), ii) du patrimoine naturel (le rôle des aires marines protégées). L'aquaculture dans le monde.
- Restauration écologique (RE). Définition des concepts (notion de dégradation, d'état de référence) et des objectifs de la RE et illustration des diverses méthodes d'ingénierie écologique pour divers types d'écosystèmes et peuplements (faune et flore). Illustration au travers de quelques programmes de recherche.

#### Modalités de contrôle des connaissances

1 CC (50%), 1 test (25%), 1 compte rendu (25%)



## UE2 : Compréhension et étude milieu marin (8 ECTS)

### Flux continent/océan/atmosphère (4 ECTS)

Répartition horaire : 30h (10,5h CM, 16h TD, 14h TP)

Responsable du module : F. Bourrin

Intervenants dans le module : F. Bourrin, F. Touratier, D. Aubert, N. Robin, P. Kerhervé

#### Programme résumé

L'objectif de ce module est de présenter la stratégie scientifique et expérimentale mise en place au sein d'un laboratoire de recherche pour répondre à la problématique des flux de matières aux différentes interfaces (continent-océan, côte-large, eau-sédiment, océan-atmosphère) d'une marge continentale, avec l'exemple du Golfe de Lion. Cette présentation devra permettre aux étudiants d'appréhender la complexité des échanges dans un écosystème naturel soumis à une forte hétérogénéité spatiale et temporelle ainsi qu'à une pression anthropique accrue.

#### Interface Continent-Océan

- Présentation des connaissances sur le transfert de matériel particulaire et dissous entre les compartiments continent et océan : l'exemple du Golfe du Lion et des interactions avec ses bassins versants. Cas du transport sédimentaire et des études quantitatives (flux) et qualitatives (nature, origine et devenir du matériel transféré). Choix des outils biogéochimiques (traceurs organiques et métalliques) pour ce type d'étude.

- Rôle et importance des processus climatiques (tempête, vent, crue), hydrodynamiques (upwelling, cascading, convection profonde) et anthropiques (chalutage) sur le transfert du matériel particulaire dans la zone côtière et jusqu'aux bassins profonds.

- Transport sédimentaire sableux le long du littoral (mer, plage, dune, et embouchure) et apprendre à se servir d'un DGPS pour effectuer des relevés centimétriques d'une position (sortie sur une plage pour une prise en main de l'instrument).

Trois sorties de terrain sont programmées dans ce module dont une sortie en mer sur un navire océanographique afin de se familiariser avec des instruments océanographiques innovants.

#### Interface Océan-Atmosphère

\* Quantification des flux de chaleur et de gaz (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, etc.) à travers l'interface air-mer.

\* Coefficient d'échange. Influence des vents et de l'état de la mer.

\* Cycle du carbone inorganique d'origine anthropique dans les grands compartiments de la planète. Pénétration du carbone d'origine anthropique dans les océans, séquestration et conséquences en termes d'acidification.

\* Méthodes de calcul couramment utilisées et comparaison avec d'autres traceurs d'origine anthropique (CFCs, <sup>14</sup>C, tritium).

#### Pré-requis

Cours de Licence Océanographie physique et sortie mer. M1 Envt sed pour le littoral

#### Modalités de contrôle des connaissances

Contrôle continu intégral (3CC 33% chacun)



Photos sortie mer RV Néréis Banyuls sur mer - octobre 2019 © F.Bourrin

## **UE3 : Applications et gestion environnementale 1 (9 ECTS)**

### **Ressources et aléas (3 ECTS)**

Répartition horaire : 39h (15h CM, 18h TD, 6h TP) (+ 9h par rapport à version précédente)

Responsable du module : R. Jatiault

Intervenants dans le module : L. Loncke, R. Jatiault, JL Lenoble, Dominique Aubert

Ce module a pour triple objectif de présenter :

- Les ressources en eaux souterraines : aquifères « gisements » d'eaux souterraines et hydrogéologie. Les notions abordées en cours se concentreront sur l'exploitation des aquifères et ouvrages d'exploitation, l'évaluation des ressources en eau souterraines, le traitement des eaux et la potabilisation ainsi que la détection des fuites sur les réseaux d'alimentation. Ces notions sont abordées en cours dans l'optique de la préparation d'une sortie sur le terrain avec un professionnel (J.L. Lenoble – Consultant en Hydrogéologie)

- Les différentes ressources énergétiques (fossiles et renouvelables) en domaine marin : les ressources en Hydrocarbures : Genèse, pièges pétroliers, contextes géologiques, méthodes d'exploration (sismique 3D, diagraphies) et d'exploitation (forages). La manipulation des données géophysiques utilisées pour l'exploration des ressources fossiles sera effectuée au cours des travaux dirigés sur station d'interprétation géophysique (sismique, bathymétrie, imagerie, images satellites).

- Il sera abordé les mécanismes et conditions de formation des modules polymétalliques. Ce module sera complété par une intervention sur les énergies renouvelables (hydraulique, éoliennes en mer).

L'impact environnemental de l'exploitation de ces différentes ressources sera abordé.

La question des circulations et suintements naturels de fluides froids (gaz, pétrole, eau) dans les domaines marins : marqueurs des circulations de fluides dans les bassins, pockmarks, volcans de boue, aléas et risques associés.

Pré-requis Notions de base en géologie sédimentaire et structurale.

## **UE3 : Applications et gestion environnementale 1 (9 ECTS)**

### **Economie du développement durable (3 ECTS)**

Répartition horaire : 30h (18h CM, 12h TD)

Responsable du module : Hervé BLANCHARD (blanchard@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : Hervé BLANCHARD

Objectifs pédagogiques :

A partir de la description de la situation démographique, économique et sociale, amener les étudiants à s'interroger sur le développement durable, notamment sur les outils économiques pour accompagner sa mise en œuvre.

Les TD sont bâtis à partir d'un temps de présentation en groupe d'une thématique et d'un temps de discussion de la présentation. Les thèmes varient chaque année, quelques exemples sont listés ci-dessous :

Notion de biens communs et biens collectifs

Services écosystémiques

Autour de la planification écologique

Plan de rénovation énergétique des bâtiments

Transports et développement durable

Le rapport Meadows, 50 après

Les conférences pour le climat : enjeux, intérêts, limites

Bilan du protocole de Kyoto

Quels indicateurs pour le développement durable ?

L'économie verte

## UE3 : Applications et gestion environnementale 1 (9 ECTS)

### Stage de terrain en géosciences (3 ECTS)

Répartition horaire : 36h (6h CM, 30h TP)

Responsable du module : M.A.Bassetti (maria-angela.bassetti@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : (M.A.Bassetti et N.Robin)

#### Programme résumé

Ce stage est basé sur la comparaison des environnements marins (principalement) et aquatiques actuels et anciens ; il se déroule dans l'une des régions les plus réputées au monde pour offrir la meilleure vision des faciès sédimentaires résultant des différents processus de transport, érosion et dépôt. Il permettra d'aborder les notions de géologie sédimentaire, de sédimentologie de faciès et de stratigraphie séquentielle à haute résolution, par une étude de terrain d'exemples fossiles de dépôts marins et fluviaux, couplée à la présentation d'équivalents récents (quaternaires) sur des données de géophysique marine.

Ce stage présente les différents faciès et environnements sédimentaires en domaine fluvial et marin, il permet de comprendre leur processus de formation et d'enregistrement. Les systèmes sédimentaires suivants seront abordés: cônes alluviaux, systèmes fluviaux, deltaïques, prismes littoraux (shoreface), estuaires dominés par les courants de marée, différents faciès et systèmes turbiditiques, récifs. Dans la mesure du possible, l'accent sera mis sur la géométrie et les structures internes de ces différents environnements, sur leur géométrie en trois dimensions et sur leur préservation en réponse aux variations du flux sédimentaire et du niveau de base. Des exercices pratiques (levé de coupe, de « logs ») seront organisés. Des données de géophysique ou de carottage provenant de systèmes marins actuels sont présentés (et développés dans le module UE2-5) à titre de comparaison.

**Ce stage est optionnel et il aura lieu dans le bassin de Jaca-Tremp, Espagne (5 jours). Places disponibles limitées (14 étudiants maximum)**

#### Pré-requis

Capacité à la marche, notions du module Environnements Sédimentaires

#### Modalités de contrôle des connaissances

Notation du rapport de stage



## UE3 : Applications et gestion environnementale 1 (9 ECTS)

### Gestion du Bassin Versant (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h (9h CM, 21h TD)

Responsable du module : M.A. Bassetti

Intervenants dans le module : F. Carol (Ingénieur au Syndicat mixte du Bassin Versant de la Têt, SMBVT) (5h CM, 10h TD), M. Lenfant (Ingénieur à Perpignan Méditerranée Communauté Urbaine PMCU) (5h CM, 10h TD)

#### Programme résumé

Ce module est une formation professionnalisante effectuée par deux professionnels extérieurs exerçant dans le département des Pyrénées Orientales sur cette problématique. L'objectif est de donner aux étudiants des notions administratives et structurelles sur la gestion d'un bassin versant et sur la gestion intégrée d'un cours d'eau (de la source à l'embouchure = grand cycle de l'eau / option 1) ou d'approcher le risque inondation et le petit cycle de l'eau (option 2).

Il se décompose en deux parties :

#### 1/ gestion du bassin versant de la Têt et cas d'étude en géomorphologie fluviale (F. CAROL)

- Le bassin versant : caractérisation, dynamique et enjeux du grand cycle de l'eau
- Fonctionnement et qualités physiques des cours d'eau, continuum terre-mer
- Usages et services rendus VS principaux facteurs de dégradation des cours d'eau
- La gestion intégrée (et concertée) de la ressource en eau : facteurs clés, outils, méthode
- Le cadre de la gestion de l'eau ; de la DCE au niveau local : SDAGE, SAGE, PAPI, contrats de milieux
- Application au bassin versant de la Têt : émergence et trajectoire d'un projet de territoire
- Principes de restauration hydro et géomorphologique des cours d'eau
- Le cas pratique de la Têt aval dans les Pyrénées Orientales ; sortie terrain journée
- Observation, diagnostic, analyse des causes et conséquences > mise en situation
- Définition d'un projet de restauration : outils, méthodes et solutions envisageables



## 2/ Gestion du risque (M. LENFANT)

- Qu'entend-t-on par risque inondation ?
- A quelle échelle ? (A l'échelle d'un BV hydrologique (BV Tête, Agly, Réart) – À l'échelle d'une commune (ruissellement urbain))
- Quelles études à mener pour identifier le risque ? (Études hydrauliques, PPRi, schéma directeur des eaux pluviales, Plan communal de sauvegarde)
- Quelle structure la mieux adaptée pour gérer le risque (EPCI, Syndicats hydrauliques)
- Comment limiter le risque inondation ?

**Deux sorties de terrain sont organisées sur le fleuve Têt pour mettre en pratique les notions et études de cas observées en salle.**



## UE4 : Applications et gestion environnementale1 (6 ECTS)

### Pollutions et remédiation (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h (18h CM, 6h TD, 6h TP )

Responsable du module : P. Kerhervé (kerherve@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : P. Kerhervé (10,5h CM; 4h TP), N. Picault (3h CM, 4h TP), D. Aubert (4,5h CM, 6h TD, 4h TP)

#### Programme résumé

Ce module a pour objectif de former les étudiants sur la problématique des pollutions des sols des bassins versants, des fleuves, du littoral et des océans à travers une approche "source-to-sink" essentiellement basée sur des transferts "continent-océan". Les principaux types de pollutions (physique, chimique et biologique) seront abordés avec un accent particulier sur les causes, les moyens de lutte (répressif et préventif) et sur les différentes solutions pour y remédier.

Tous les domaines d'action liés à ces cas de pollutions seront abordés : scientifique, politique, légal, économique et sociétal. Les cas abordés de pollution/dysfonctionnement seront :

- la pollution des océans par les macro et micro-déchets plastiques : origine, distribution des déchets flottants, immergés et échoués, conséquences sur la faune marine, évolution future, traitements et remèdes à la source.

- la pollution des océans par les hydrocarbures : les pollutions accidentelles (échouage, avarie...), étude de cas, traitements et moyens de lutte coercitif et scientifique.

- l'eutrophisation des eaux côtières : apports de sels nutritifs par les fleuves, rôle des bassins versants et des activités agricoles, développement d'algues, conséquences sur la faune et flore marines ainsi que sur les activités de pêche et de loisir. Étude de cas : la Bretagne (Baie de Saint-Brieuc).

- l'érosion des sols, pollutions des sols et des écosystèmes aquatiques par les métaux : origines, surveillance, méthode de caractérisation

Enfin, différentes méthodes de dépollution des sols, en particulier par phytoremédiation, seront traitées.

Parallèlement aux enseignements, les étudiants en binôme devront réaliser un flyer ou une petite vidéo pédagogique et scientifiquement rigoureuse sur une problématique environnementale.

#### Sortie de terrain / études de cas sera réalisée (Baie de Paulilles, Port-Vendres, 66)

Sortie articulée autour de deux ateliers : 1) Mise en place d'une stratégie d'échantillonnage des sols. Une exploitation des échantillons sera effectuée par une expérimentation en laboratoire (granulométrie et analyse quantitative des teneurs en métaux, en particulier le cuivre) et 2) Mise en place d'une stratégie d'échantillonnage de macro-déchets échoués sur une plage (comptage, catégorisation liste DCSMM, évolution pluri-annuelle,...)

#### Pré-requis

Module pluridisciplinaire qui ne requiert pas de connaissances spécifiques, mais de bonnes bases scientifiques et une culture générale dans le domaine des sciences environnementales.

#### Modalités de contrôle des connaissances

Travail en binôme (flyer/vidéo) à 50% + Examen écrit à 50%



Sorties de terrain

## UE4 : Applications et gestion environnementale1 (6 ECTS)

### Interactions bio et abiotiques en milieux fluvio-lagunaires (3 ECTS)

Répartition horaire : 30h (9h CM, 9h TD, 12h TP)

Responsable du module : O. Verneau (verneau@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : C. Palacios (1.5h CM; 7.5h TD), B. Faliex (3h CM; 6h TP), O. Verneau 3h CM; 6h TP), D. Aubert (1,5h CM; 1,5h TD)

#### Programme résumé

- L'évolution de la biodiversité depuis ses origines sur terre
- Les principales crises d'extinction au cours de la vie sur terre
- La sixième crise (celle que nous subissons actuellement)
- Les outils d'évaluation et de remédiation de la perte de biodiversité (liste rouge de l'UICN)
- Les menaces sur la biodiversité du Languedoc-Roussillon et les projets de recherche en cours
- Les grands groupes de contaminants chimiques et biologiques
- L'origine des pollutions marines
- L'impact des pollutions marines sur la biodiversité, plus précisément sur les grandes "fonctions" d'osmorégulation, de reproduction et de développement
- La pertinence écologique des tests couramment effectués et l'identification des manques dans les travaux de recherche sur le sujet
- Projets de recherche encore d'actualité (ANR Ciel\_2008-12 ; Vouve et al., 2014)

Les espèces étudiées sont abordées lors de sorties sur le terrain, ruisseau de la Fosseille pour les tortues (captures ; biométrie des tortues, CMR, prises de sang), étang de Canet / Saint Nazaire pour les anguilles (captures ; tests pour détecter le stade de l'anguille, jaune ou argentée ; biométrie), lors de séances de travaux pratiques (otolithométrie; recherche de la contamination parasitaire (*à Anguillicola crassus*) des anguilles à travers des dissections) et de travaux dirigés (analyses et interprétations de l'activité enzymatique de plusieurs biomarqueurs chez des tortues semi-aquatiques (émydes lépreuses) en situation de stress (mésocosme, Héritier et al., 2017a et *in situ* ; Héritier et al., 2017b), et ce afin d'illustrer l'impact de contaminations chimiques sur la biodiversité locale (données originales tirées de deux articles scientifiques publiés par Héritier et al. (2017a et b). Des analyses statistiques sont également présentées en CM et TD puis utilisées à travers un jeu de données afin de tester l'influence des paramètres environnementaux (bio- et abiotiques) sur les variables physiologiques d'une espèce de poisson, l'anguille européenne.

Deux conférences sont également données sur l'étude physico-chimique de deux lagunes méditerranéennes, Bages - Sigean et Canet - Saint Nazaire, et les conséquences de la présence de métaux lourds dans les sédiments et les eaux de ces lagunes sur la biologie des anguilles.

Les objectifs sont de faire découvrir un pan des activités de recherche du CEFREM, à savoir celles menées sur l'impact des changements environnementaux sur la biodiversité : concepts, méthodes d'analyses et modèles biologiques

**Pré-requis : aucun**

**Modalités de contrôle des connaissances**

34% contrôle continu, 66% contrôle terminal



## **UE4 : Applications et gestion environnementale1 (6 ECTS)**

### **Bassins versants Méditerranéens (3 ECTS)**

Répartition horaire : 30h (9h CM, 9h TD, 12h TP)

Responsable du module : W. Ludwig (ludwig@univ-perp.fr)

Intervenants dans le module : D. Aubert (3h CM, 4,5h TD, 6 hTP), W. Ludwig (6h CM, 4,5h TD, 6hTP)

#### **Programme résumé**

Le milieu continental par l'intermédiaire des fleuves influence de manière croissante les écosystèmes côtiers et marins. Ces échanges sont en effet soumis à de nombreux forçages anthropiques et climatiques qui bouleversent actuellement les écosystèmes côtiers et en modifient le fonctionnement. Nous proposons dans le cadre de ce module d'aborder cette problématique des échanges continent-océan par une étude de cas concernant la caractérisation des bassins versants de 2 petits fleuves côtiers, la Têt, le Tech et/ ou les deux. Leur fonctionnement et évolution symbolisent les modifications subies par la majorité des fleuves côtiers méditerranéens.

Cette étude intégrera :

- tous les compartiments et composantes d'un bassin versant : les différences amont/aval, l'embouchure, les affluents, la couverture végétale, la lithologie
- les forçages : climatiques (relation température/précipitation/hydrologie), urbains (villes, stations d'épuration), agricoles (type de cultures, pratiques)
- les aménagements d'envergure au sein des bassins versants (réserve/barrage de Vinça, canaux d'irrigation, conduites forcées, berges...)
- un volet géochimie qui permettra de discerner l'évolution de la qualité des eaux d'un cours d'eau de l'amont vers l'aval en lien avec la variabilité environnementale naturelle mais également l'influence anthropique

**Ce module s'articulera principalement autour de 2 sorties d'observations sur le terrain qui feront l'objet de mesures et de visites** afin d'étudier la configuration géomorphologique, de comprendre la gestion en eau par les différents acteurs et de cerner l'influence des pressions anthropiques et climatiques sur la quantité et la qualité de la ressource en eau.

#### **Pré-requis**

Aucun

#### **Modalités de contrôle des connaissances**

Examen écrit

CC Rapport d'excursion

# SEMESTRE 4

Stage obligatoire en laboratoire ou entreprise  
(5 ou 6 mois)