



master MER

SCIENCES DE LA MER

Syllabus

Parcours OPB & OBEM

Année 1, Semestre 1.....	2
Année 1, semestre 2.....	12
Année 2, semestre 3.....	40
Année 2, semestre 4.....	72

Année 1, Semestre 1

SEMESTRE 1

TRONC COMMUN

Parcours	OPB		OBEM		
	COUPLAGE	B&B	DEFE	CG	BOEM
Option de Parcours Type					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
(OCE101) Océanographie générale	6	6	6	6	6
(OCE102) Océanographie biologique	3	3	3	3	3
(OCE 103) Océanographie chimique	3	3	3	3	3
(OCE 106) Anglais S1	3	3	3	3	3
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
(OCE102M) Mesures en océanographie biologique	3	3	3	3	3
(OCE103M) Mesures en océanographie chimique	3	3	3	3	3
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
(OCE104) Modélisation : méthodes et applications	6	6	6	6	6
(OCE105) Statistiques et analyses de données	3	3	3	3	3
Nombre de crédits UE obligatoires	30	30	30	30	30
Nombre de crédits UE optionnelles	0	0	0	0	0

OPB	Parcours type	Océanographie physique et biogéochimique
COUPLAGE	Option de parcours type	Couplage physique - biogéochimie
B&B	Option de parcours type	Biogéochimie et biodiversité
OBEM	Parcours type	Océanographie biologique et écologie marine
DEFE	Option de parcours type	Dynamique et fonctionnement des écosystèmes
CG	Option de parcours type	Conservation et gestion
BOEM	Option de parcours type	Biologie des organismes et écologie marine

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S1	CRD	6
Intitulé UE	(OCE101) Océanographie générale				
Responsable 1	Anne PETRENKO	Email 1	anne.petrenko@univ-amu.fr		
Responsable 2	Andrea DOGLIOLI	Email 2	Andrea.doglioli@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	<p>Ce cours a pour objectif d'enseigner aux étudiants les aspects les plus généraux de l'océanographie physique: Les principales propriétés physiques des eaux de mer le concept de masse d'eau et les outils d'analyse de leur mouvement la compréhension des mécanismes du fonctionnement de la machine thermodynamique couplée océan-atmosphère : forçage radiatif solaire et échanges de chaleur et de masse à l'échelle globale, forçage mécanique du vent et conséquences de la rotation planétaire les principaux types de circulation océanique de la grande échelle à l'échelle côtière qui en résultent le lien océan-climat et ses boucles de contre-réaction La description des caractéristiques des différents bassins à l'échelle mondiale, est ensuite analysée, à la fois du point de vue de leurs similitudes et de leurs particularités : océan Austral, Atlantique, Indien, Pacifique, en incluant l'exemple plus développé de la mer Méditerranée.</p>				
SAVOIR-FAIRE	<p>A l'issue de ce cours, les étudiants possèdent un savoir-faire leur permettant d'analyser, interpréter et synthétiser les connaissances relatives aux systèmes marins et à leur dynamique en s'appropriant et mettant en ouvre un socle de connaissances fondamentales en Sciences de la Mer permettant de résoudre des problèmes simples liés à l'environnement marin</p>				
CONNAISSANCES	<p>Les connaissances associées à ce cours incluent les principales propriétés physiques des eaux de mer le concept de masse d'eau et les outils d'analyse de leur mouvement la compréhension du couplage océan-atmosphère, bilan radiatif et échanges de chaleur et de masse à l'échelle globale, les forçages à l'origine de la circulation océanique de la grande échelle à l'échelle côtière La description de tous les océans, en pointant leurs similarités et différences, des rappels sur le changement climatique et sociétal.</p>				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Généralités Caractéristiques de l'océan Échanges de chaleur et d'eau entre l'océan et l'atmosphère Masses d'eau - analyse hydrologique Circulation océanique Rôle du vent Océans Austral, Atlantique, Indien, Pacifique, Méditerranée pour chacun : Caractéristiques géographiques Climatologie : Pressions, régime des vents, précipitations Circulation de surface Hydrologie, masses d'eau et TDs associés.</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES					

MOTS-CLEFS	Océanographie, bilan radiatif, transport Ekman, géostrophie, courants, masses d'eau, circulation thermohaline		
REPARTITION CM/TD/TP	40 heures CM 20 heures TD 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(OCE102) Océanographie biologique				
Responsable 1	Thierry THIBAUT	Email 1	thierry.thibaut@univ-amu.fr		
Responsable 2	Delphine THIBAUT	Email 2	delphine.thibault@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Acquérir les connaissances nécessaires à caractériser et comprendre les écosystèmes marins				
SAVOIR-FAIRE	Apprendre à travailler sur un problème complexe en équipe Apprendre à utiliser les références de la littérature et développer un esprit critique				
CONNAISSANCES	Apporter les éléments détaillés permettant d'aborder l'étude de la structure des écosystèmes marins pélagiques et benthiques Caractériser les flux de matière et d'énergie en lien avec les groupes fonctionnels Etudier les facteurs physiques/édaphiques contrôlant la variabilité spatio-temporelle de la structure et du fonctionnement des écosystèmes marins				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Les grands ensembles végétaux et la production primaire marine aux différentes échelles spatiales (local/régional/global) - Stocks et flux de matière organique dans le domaine marin La structuration générale des écosystèmes pélagiques (classes de taille, phytoplancton, zooplancton, réseau microbien, réseau trophique "classique", biogéographie et typologie) et le contrôle hydrodynamique de la production primaire pélagique Les écosystèmes benthiques : Rôle du substrat dans la structuration et le fonctionnement, notions de faciès, communautés, associations, exemples d'écosystèmes benthiques contrastés (herbiers à magnoliophytes, coralligène méditerranéen, estrans rocheux, forêts d'algues, prés salés) Le couplage pélagos/benthos				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Connaissances de base de la classification des organismes vivants				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Organismes, photosynthèse, benthos, pelagos, structure, fonctionnement, écosystèmes				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 0 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(OCE103) Océanographie chimique				
Responsable 1	Thierry Moutin	Email 1	Thierry.moutin@univ-amu.fr		
Responsable 2	Thibaut Wagener	Email 2	Thibaut.wagener@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Introduction à l'océanographie chimique. Le but de cette formation est l'étude de la composition chimique en éléments majeurs des océans et des principaux processus expliquant leurs distributions. Cette UE est complémentaire de l'UE OCE103M.				
SAVOIR-FAIRE	Décrire la distribution des principaux éléments chimique dans l'océan				
CONNAISSANCES	Composition chimique de l'eau de mer, Stock et flux d'éléments chimiques, Distribution de l'oxygène, du carbone, de l'azote et du phosphore dans l'océan				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM-1. Océanographie chimique descriptive. Rappel des principales caractéristiques physiques de l'océan indispensables pour expliquer la composition et la distribution des éléments chimiques dans l'eau de mer. Utilisation des traceurs chimiques en océanographie</p> <p>CM-2. Les composants majeurs de l'eau de mer (L'eau de mer, un milieu complexe, principaux constituants, salinité). Exemples de variation de la composition relative des éléments majeurs. Origine et évolution de la composition chimique de l'eau de mer</p> <p>CM-3. Distribution des gaz dissous dans l'océan (gaz inertes et réactifs). Dissolution et solubilité. Echange gazeux à l'interface air/mer. Processus affectant les gaz conservatifs dans l'eau de mer. Cas particulier des gaz biologiquement actifs. Intérêt de l'étude comparée de la distribution d'un gaz conservatif et d'un gaz trace réactif.</p> <p>CM-4. Le système des carbonates (pH de l'eau de mer, alcalinité, équilibre thermodynamique du système, variables et grandeurs mesurables). Acidification.</p> <p>CM-5. Distribution des éléments nutritifs dans l'océan et relation avec la circulation générale. Les formes et fractions mesurables de l'azote, du phosphate et de la silice dans l'eau de mer. Utilisation des éléments nutritifs comme traceurs des masses d'eau.</p> <p>TD-1 : Rappel de base en chimie des solutions</p> <p>TD-2 : Notion et calcul de stock dans l'océan</p> <p>TD-3 : Notion et calcul de flux dans l'océan</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun, il s'agit d'une UE de tronc commun obligatoire				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Connaissances générales en chimie				
MOTS-CLEFS	Océanographie Chimique, composition et distribution des éléments chimique dans l'océan.				
REPARTITION CM/TD/TP	24 heures CM 6 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	20 % CC + 80 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(OCE106) Anglais S1				
Responsable 1	Rachel Mackie	Email 1	rachel.mackie@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	S'exprimer à l'oral et à l'écrit sur une variété de sujets dans le domaine de Océanographie				
SAVOIR-FAIRE	Interagir en groupe en anglais à l'oral; méthodologie du poster scientifique; être capable de synthétiser des informations, d'émettre des hypothèses, de décrire procédures et graphiques, de défendre ses opinions, de questionner et débattre, d'argumenter et de réfuter des propos.				
CONNAISSANCES					
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Travail de compréhension écrite en anglais : divers sujets du domaine étudié. Travail de compréhension de l'oral à partir de podcasts, vidéos en anglais (anglophones ou étrangers). Exercices d'entraînement à l'oral et à l'écrit (anglais). Etude du langage, des graphiques et pratique coopératif à l'oral. Travail coopératif de conception et de création d'un poster scientifique, puis soutenance orale d'évaluation.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	UE anglais licence SVT-MER ou équivalent (niveau B2 CECR)				
MOTS-CLEFS					
REPARTITION CM/TD/TP			0 heures CM 24 heures TD 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(OCE102M) Mesures en océanographie biologique				
Responsable 1	Delphine THIBAUT	Email 1	delphine.thibault@univ-amu.fr		
Responsable 2	Thierry THIBAUT	Email 2	thierry.thibaut@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Étudier les phénomènes présents dans les océans touchant à la biologie d'une façon multidisciplinaire et globale				
SAVOIR-FAIRE	Savoir observer, décrire, identifier, discriminer, ou classer des organismes marins				
CONNAISSANCES	Mettre en pratique les concepts développés dans le cours d'Océanographie Biologique				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	CM : caractérisation des différents écosystèmes pélagiques et benthiques				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Océanographie Biologique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Abiotique, biotique, mesures, prélèvements, analyse de données				
REPARTITION CM/TD/TP	8 heures CM 8 heures TD 10 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	4	
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(OCE103M) Mesures en océanographie chimique				
Responsable 1	Thibaut Wagener	Email 1	Thibaut.wagener@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Le but de cette UE (complémentaire de l'UE OCE103) est d'apprendre à mettre ouvre les méthodes de chimie analytique permettant de mesurer les paramètres de base (EOV-Essential Oceanographic Variable) de l'océanographie chimique tels que la salinité, l'oxygène, les sels nutritifs et le carbone inorganique.				
SAVOIR-FAIRE	Utilisation de l'instrumentation de routine en chimie océanographique Appliquer un protocole de mesures de chimie analytique Evaluation de la qualité des données acquises en chimie océanographique				
CONNAISSANCES	Connaissance théorique sous-jacente aux techniques de mesures mise en oeuvre : Equilibre Redox et équilibre acido-basique en solution, composition chimique de l'eau de mer, méthodologie en chimie analytique.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>L'UE est basée sur 5 séances de TDs permettant d'acquérir les connaissances nécessaires à la mise en oeuvre des techniques de mesure.</p> <p>TD-1. Mesure de la salinité TD-2. Mesures de l'oxygène dissous TD-3. Mesure de l'alcalinité TD-4. Mesures du pH Océanique TD-5. Mesures de l'azote et du Phosphore</p> <p>Les travaux pratiques sont réalisés à la station marine d'Endoume ou les étudiants analysent l'eau de mer collectée dans la calanque d'Endoume au cours de deux semaines de suivi.</p> <p>TP-1. DOSAGE DE L'OXYGENE DISSOUS (Méthode de Winkler) ET MESURE DE LA SALINITE TP-2. DOSAGE DE L'AZOTE AMMONIACAL TP-3. DOSAGE DES ORTHOPHOSPHATES DANS L'EAU DE MER TP-4. MESURE DU pH ET DE L'ALCALINITE TOTALE TP-5. DOSAGE DE L'AZOTE ORGANIQUE DISSOUS ET DE L'AZOTE ORGANIQUE PARTICULAIRE</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	(OCE103) Océanographie chimique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Connaissances générales en chimie				
MOTS-CLEFS	Océanographie Chimique, Chimie analytique, Chimie des solutions				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM 10 heures TD 20 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	60 % CC + 40 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S1	CRD	6
Intitulé UE	(OCE104) Modélisation : méthodes et applications				
Responsable 1	JC POGGIALE	Email 1	Jean-christophe.poggiale@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Initier les étudiants à la modélisation en écologie et leur fournir quelques bases mathématiques pour les enseignements d'analyse de données et de modélisation. Fournir les bases de la programmation en Python et en FORTRAN.				
SAVOIR-FAIRE	Calculs de base, initiation à la modélisation en océanographie, initiation/approfondissement à la programmation en Python et FORTRAN				
CONNAISSANCES	Mathématiques de base (niveau L1+L2), modèles usuels en écologie et en océanographie, instructions de base en Python et FORTRAN				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Fonctions, algèbre linéaire, équations différentielles, modèles (linéaire, logistique, Lotka-Volterra, NPZ, NPZD.), éléments d'algorithmique et de programmation.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Initiation à la modélisation, simulations, calculs de base				
REPARTITION CM/TD/TP	24 heures CM 20 heures TD 16 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	XX % CC + XX % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S1	CRD	3
Intitulé UE	(OCE105) Statistiques et analyses de données				
Responsable 1	David NERINI	Email 1	david.nerini@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Initier les étudiants aux problèmes de statistiques univariées appliquées à des données en écologie. Fournir quelques bases mathématiques pour les enseignements d'analyse de données et de modélisation.				
SAVOIR-FAIRE	Calculs de base, construction de tests univariés.				
CONNAISSANCES	Mathématiques de base (niveau L1+L2), statistiques descriptives (niveau L1)				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Variables aléatoires et distributions de probabilité, moments d'une variable aléatoire, fonction d'une variable aléatoire, estimateurs, convergence et grands théorèmes, théorie des tests, tests univariés de base				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Statistiques, variables aléatoires, tests				
REPARTITION CM/TD/TP	14 heures CM 16 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	XX % CC + XX % ET		©5LSM		

Année 1, semestre 2

SEMESTRE 2

Parcours	OPB		OBEM		
	COUPLAGE	B&B	DEFE	CG	BOEM
Option de Parcours Type					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer	15 ECTS	15 ECTS	9 ECTS	12 ECTS	12 ECTS
(OCE201) Anglais S2	3	3	3	3	3
(OPB202) Cycles biogéochimiques globaux	6	6			
(OPB206) Océanographie Physique	6	6			
(OBEM201) Génétique et génomique des populations marines			6	6	6
(OBEM203) Fluctuations et perturbations			6	6	6
(OBEM204) Eco-Evo-Devo et adaptation				3	3
(OBEM206) Biodiversité des micro-organismes	6	6	6	6	6
(OBEM210) Zooplancton et planctonophages	6	6	6	6	6
(OBEM211) Organismes marins modèles et émergents				3	3
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité	6 ECTS	9 ECTS	6 ECTS	6 ECTS	12 ECTS
(OPB201) Mesures en mer : campagne en mer	6	6			
(OPB209) Analyse de séries temporelles	3	3	3	3	
(OBEM205) Bioinformatique	3	3	3	3	3
(OBEM207) Technique moléculaire	3	3	3	3	3
(OBEM208) Complexité et fonctionnement des écosystèmes			6	6	6
(OBEM212) Taxonomie opérationnelle des métazoaires marins			6	6	6
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser	9 ECTS	6 ECTS	15 ECTS	12 ECTS	6 ECTS
(OPB203) Résolution numérique des EDO	3	3	3		
(OPB204) Résolution numérique eq.diff.derivées partielles	3	3			
(OPB205) Modélisation 3D Océanique	3	3			
(OPB211) Paléocéanographie et paléoclimatologie	3	3	3		3
(OPB213) Dynamique des communautés et des écosystèmes	3	3			
(OBEM202) Méthodes quantitatives et analyses de données			3	3	3
(OBEM202A) Biostatistiques : méthodes quantitatives avancées			3		3
(OBEM202B) Biostatistiques : méthodes quantitatives appliquées				3	3
(OBEM209) Modélisation avancée en écologie marine			6	6	6
Nombre de crédits UE obligatoires (ECTS)	3	3	15	15	15
Nombre de crédits UE optionnelles (ECTS)	27	27	15	15	15

OPB	Parcours type	Océanographie physique et biogéochimique
COUPLAGE	Option de parcours type	Couplage physique - biogéochimie
B&B	Option de parcours type	Biogéochimie et biodiversité
OBEM	Parcours type	Océanographie biologique et écologie marine
DEFE	Option de parcours type	Dynamique et fonctionnement des écosystèmes
CG	Option de parcours type	Conservation et gestion
BOEM	Option de parcours type	Biologie des organismes et écologie marine

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OCE201) Anglais S2				
Responsable 1	Rachel Mackie	Email 1	rachel.mackie@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	S'exprimer à l'oral et à l'écrit sur une variété de sujets dans le domaine de l'Océanographie				
SAVOIR-FAIRE	Présentation à l'oral de 15min sur sujet scientifique, suivi de questions/débat : être capable de synthétiser des informations, d'émettre des hypothèses, de décrire procédures et graphiques, de défendre ses opinions, de questionner et débattre, d'argumenter et de réfuter des propos.				
CONNAISSANCES					
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Travail de compréhension écrite en anglais : divers sujets du domaine étudié.</p> <p>Travail de compréhension de l'oral à partir de podcasts, vidéos en anglais (anglophones ou d'autres interlocuteurs (débit naturel)).</p> <p>Exercices d'entraînement à l'oral et à l'écrit (anglais).</p> <p>Séminaire en anglais sur sujet scientifique d'une durée de 15 minutes.</p> <p>Mener un débat et participer aux débats sur les sujets des séminaires</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	UE Anglais Licence SVT-MER ou équivalent (niveau B2 CECR) UE anglais Master Sciences de la Mer S1				
MOTS-CLEFS					
REPARTITION CM/TD/TP			0 heures CM 24 heures TD 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OPB202) Cycles biogéochimiques globaux				
Responsable 1	Thierry Moutin	Email 1	Thierry.moutin@mio.osupytheas.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif pédagogique de l'UE est de permettre aux étudiants de s'approprier et mettre en oeuvre un socle de connaissances fondamentales en Sciences de la Mer permettant de résoudre un problème simple lié à l'environnement marin. Les étudiants apprendront à formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances ou de l'observation du milieu marin. Les enseignements comprennent des cours magistraux complétés par des travaux dirigés portant sur l'analyse et l'interprétation de jeux de données expérimentales et/ou issues de la littérature ainsi que la réalisation d'un rapport de synthèse bibliographique.				
SAVOIR-FAIRE	Résoudre un problème simple lié à l'environnement marin. Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances ou de l'observation du milieu marin				
CONNAISSANCES	Chimie et biogéochimie marine. Mesure des stocks, flux et bilans d'éléments. Calculs. Modèles en boîtes.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Thierry Moutin (26h) CM-1. Le cycle océanique global de l'azote : Différentes formes d'azote réactif et réactions biogéochimiques, réservoirs et flux - océan, continent, atmosphère-, perturbations anthropiques, processus de contrôle du cycle océanique de l'azote (réservoir profond de nitrates et circulation thermohaline, contrôle biologique, le modèle de Dugdale & Goering - productions nouvelle ou de régénération, production exportable, production exportée), couplage diazotrophie/nitrification/dénitrification à l'échelle globale, couplage entre le cycle continental et le cycle océanique.</p> <p>CM-2. Le cycle du phosphore : Distribution et facteurs de contrôle du phosphate dans les milieux marins (le rôle du phosphate dans la limitation de la fixation d'azote et de la production océanique -, distribution, composition et disponibilité des pools de phosphate dans l'océan, les sources - fleuves, atmosphère, volcans, processus hydrothermaux - et les puits - enfouissement de la matière organique, adsorption sur les argiles et les oxohydroxydes de fer, enfouissement des phosphorites -, temps de résidence), le cycle biogéochimique du phosphate (cycle dans l'Océan Mondial - le modèle du 1er ordre de Broecker & Peng, cycle dans l'océan de surface - modèle de Thingstad, changement climatique et hypothèse du shift de Karl -, couplage avec les cycles des autres éléments biogènes (C, N, Si). Etudes particulières dans les environnements où la disponibilité en phosphate minéral est faible (Mer Méditerranée, Pacifique tropical sud ouest).</p> <p>CM-3. Le cycle du silicium : Le cycle biogéochimique du silicium (techniques d'étude des stocks et des flux, dissolution de la silice dans le milieu naturel - réactivité de la silice particulaire et constantes de dissolution, effet de la température, relation avec les processus de dégradation bactérienne, influence de la teneur en aluminium -), Le cycle global du silicium dans les océans.</p> <p>Thibaut Wagener (6h) CM-4. Le cycle du fer : Cycle biogéochimique du fer dans l'océan (variables, processus, stocks et flux, bilans), Limitation par le fer de la production primaire dans les régions océaniques dites « à haute teneur en nutriments et à faible teneur en chlorophylle (HNLC) », Techniques d'études du cycle du fer dans l'océan.</p> <p>Guillaume Legland (8h) CM-5. Les modèles numériques en biogéochimie. Modélisation directe et modélisation inverse. Un exemple de modèle simple : les modèles d'optimisation multi-paramétré (OMP) pour analyser la distribution des masses d'eau à partir de mesures physiques (température, salinité) et biogéochimiques (nutriments, oxygène dissout, alcalinité ...). Aucun développement de modèle n'est attendu dans cette UE.</p>				

	<p>Guillaume Legland (20 h)</p> <p>TD-1 : Disponibilité des nutriments, production primaire et export de carbone en mer Méditerranée</p> <p>TD-2 : Assimilation et export de carbone et d'azote dans le Pacifique équatorial</p> <p>TD-3 : Méthode du phosphore 33 pour estimer la disponibilité en phosphate</p> <p>TD-4 : Méthodes de détermination des fractions de silice lithogénique et biogénique</p> <p>TD-5 : Processus contrôlant la distribution des éléments traces dans l'océan mondial</p> <p>TD-6 : Manipulation d'un modèle d'optimisation multi-paramétré (OMP) pour estimer l'origine des masses d'eau et la reminéralisation. Analyse des résultats et de leurs incertitudes.</p>		
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	M1 Chimie océanographique		
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Toutes les UEs de biogéochimie de Licence		
MOTS-CLEFS	Cycles biogéochimiques, Azote, Phosphore, Silicium, Fer, Modèles en boîtes et ...		
REPARTITION CM/TD/TP	40 heures CM 20 heures TD 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	25 % CC + 75 % ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OPB206) Océanographie Physique				
Responsable 1	Melika Baklouti	Email 1	melika.baklouti@univ-amu.fr		
Responsable 2	JL Devenon (2024-2025) puis A Petrenko à partir de 2025-2026	Email 2	Jean-luc.devenon@univ-amu.fr, anne.petrenko@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce cours a pour objectif d'enseigner aux étudiants les principaux fondements de l'océanographie physique, les équations associées, et de faire le lien entre ces équations ramenées sous une forme permettant de les résoudre analytiquement et les grands traits de l'océanographie physique hauturière				
SAVOIR-FAIRE	A l'issue de ce cours, les étudiants possèdent un savoir-faire dans la manipulation des équations du mouvement, l'obtention de formes simplifiées via des hypothèses classiques en présence et en absence de frottements, les démonstrations les plus classiques, l'interprétation des principales équations et de leurs formes dérivées				
CONNAISSANCES	Les connaissances associées à ce cours incluent la description des processus moteurs du mouvement horizontal et vertical, et des processus de dissipation (visqueuse et turbulente), l'établissement et l'analyse de solutions analytiques classiques sous-tendues par les principales approximations classiques, en absence et en présence de frottement, ainsi que l'étude de l'ajustement des fluides sous l'effet de la gravité, la rotation et la stratification.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM1 à CM7 : repères galiléen versus tournant avec la terre, accélérations liées à la rotation, équations de conservation (formes globale et locale, application à la masse, la chaleur, un traceur, la quantité de mouvement), principales approximations, conservation de la vortacité et conséquences, équilibre géostrophique, vent thermique, équations shallow water (originales, linéarisées, intégrées), tenseur des contraintes visqueuses et de Reynolds, turbulence et fermeture turbulente, solutions d'Ekman en profondeur infinie et finie, spirale d'Ekman de fond, solutions de Sverdrup, Stommel et Munk et analyse de la circulation de bassin.</p> <p>TD1 à TD8 : étude du géoïde saut bathymétrique et vortacité potentielle démonstrations diverses (approximation hydrostatique et Bernoulli) courants en absence de frottement (géostrophique, cyclostrophique,...) équation de continuité intégrée sur la verticale et interprétation; milieu bicouche et relations de Margules transport pour un fluide homogène fonction de courant et calcul du débit démonstration de la théorie d'Ekman en milieu infini fleuve côtier</p> <p>CM 8 à CM14 et TDs associés: ondes de gravité sans effet de la rotation terrestre et applications (seiches en bassin, résonances propres, mascaret, tsunamis) ondes de période proche ou supérieure à la période inertielle locale et applications (ondes de Kelvin, Sverdrup, Poincaré, marée, storm-surge). Modifications de la célérité apportées par la rotation terrestre allure des courants associés à la présence des ondes superposition d'ondes, figures amphidromiques, analogie et différences avec les ondes stationnaires sans effet de rotation terrestre généralisation des résultats en milieu bi-couches (ondes internes, modifiées ou pas, et leurs applications : ondes de Kelvin internes guidées par une cote (upwelling), onde de Kelvin interne guidée par le guide d'onde équatorial: El Nino).</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES					

MOTS-CLEFS	Océanographie physique, processus moteurs du mouvement, dissipation, conservation, ajustement des fluides		
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 30 heures TD 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	0 % CC + 100 % ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM201) Génétique et génomique des populations marines				
Responsable 1	Didier AURELLE	Email 1	didier.aurelle@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Comprendre l'évolution génomique des populations				
SAVOIR-FAIRE	Analyser et interpréter des données de génétique des populations (génotypes, séquences) et génomique des populations (SNPs, NGS)				
CONNAISSANCES	Concepts théoriques de la génétique des populations, théorie de la coalescence, connectivité et adaptation, espèces et spéciation				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Marqueurs moléculaires et diversité génomique. Équilibre de Hardy-Weinberg, dérive et coalescence, mutation, migration, sélection. Inférences évolutives. Espèces et spéciation				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Génétique formelle biologie moléculaire et adaptation				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Analyses statistiques notamment multivariées				
MOTS-CLEFS	Génétique des populations génomique évolution				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 20 heures TD 10 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	25 % CC + 75 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM203) Fluctuations et perturbations				
Responsable 1	BANARU Daniela	Email 1	daniela.banaru@univ-amu.fr		
Responsable 2	LEJEUSNE Christophe	Email 2	christophe.lejeusne@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de cette unité est la présentation des principales causes endogènes et exogènes des fluctuations ainsi que des perturbations naturelles et anthropiques des écosystèmes marins. La théorie des perturbations et des régime shift sera illustrée avec des exemples de la littérature et des jeux de données sur la pêche, les ressources exploitées et le plancton. Des mécanismes biologiques de contamination des organismes marins seront illustrés. Les impacts des perturbations sur les grandes familles d'écosystèmes marins seront présentés. Des simulations des impacts des perturbations seront réalisées en TD à partir des modèles écosystémiques et génétiques.				
SAVOIR-FAIRE	Analyser, interpréter et synthétiser les connaissances relatives aux systèmes marins et à leur dynamique. Analyser des données complexes.				
CONNAISSANCES	Connaître les principales causes endogènes et exogènes des fluctuations ainsi que des perturbations naturelles et anthropiques des écosystèmes marins.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Présentation des causes endogènes et exogènes des fluctuations. Définitions des perturbations, régime shift. La théorie des perturbations. Résilience. Mécanismes de réaction. Successions. Exemples de perturbations naturelles et de perturbations anthropiques. Impact des perturbations sur la génétique et la dynamique des populations. Impact des perturbations sur les grandes familles d'écosystèmes marins.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Ecologie marine. Océanographie biologique				
MOTS-CLEFS	Fluctuations naturelles, perturbations naturelles et anthropiques, régime shift.				
REPARTITION CM/TD/TP	40 heures CM 20 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	40 % CC + 60 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM204) Eco-Evo-Devo, acclimatation, adaptation (EEDAA)				
Responsable 1	Renard Emmanuelle	Email 1	Emmanuelle.renard@univ-amu.fr		
Responsable 2	Schenkelaars Quentin	Email 2	Quentin.schenkelaars@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Maîtriser les notions de base clé en évolution moléculaire et épigénétique Maîtriser les différences entre adaptation et acclimatation				
SAVOIR-FAIRE	Connaître le principe des approches moléculaires et analyses bioinformatiques nécessaires pour détecter des processus adaptatifs ou d'acclimatation dans les populations naturelles Savoir interpréter des résultats scientifique et les synthétiser				
CONNAISSANCES	Composition et évolution des génomes, types de mutations, sélection adaptative, marques épigénétiques, chromatine et régulation transcriptionnelle, adaptation et acclimatation				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	CM Composition et évolution des génomes CM Adaptation/Sélection				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Biologie moléculaire de la cellule Génétique des populations				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Génétique formelle				
MOTS-CLEFS	Génomes, mutations, évolution moléculaire, adaptation, sélection, régulation transcriptionnelle et post-transcriptionnelle, acclimatation				
REPARTITION CM/TD/TP	20 heures CM 6 heures TD 4 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE		
M3C	30 % CC + 70 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM206) Biodiversité microbienne marine				
Responsable 1	Philippe Cuny	Email 1	philippe.cuny@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Maîtriser le concept de biodiversité Connaître les acteurs majeurs de la biodiversité microbienne marine Analyser et interpréter des données de répartition spatiale et temporelles de biodiversité microbienne marine.				
SAVOIR-FAIRE	Mise en place de protocoles d'échantillonnage, d'identification et de caractérisation des principaux groupes microbiens marins, interprétation et communication de données complexes				
CONNAISSANCES	Concept multidimensionnel de biodiversité Grands groupes taxonomiques microbiens marins Principaux facteurs de contrôle de la biodiversité microbienne marine Problèmes méthodologiques d'échantillonnage et de caractérisation des communautés microbiennes marines.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Les microorganismes marins, tels que les virus, les procaryotes et les microeucaryotes, jouent un rôle clé dans le fonctionnement des écosystèmes marins pélagiques et benthiques. Ils interviennent à la fois dans les processus de production et de dégradation de la matière organique, et participent de manière générale aux cycles biogéochimiques de nombreux éléments. Les approches moléculaires ont récemment permis de mettre en évidence l'importante biodiversité des microorganismes marins dans les océans, ainsi que la fréquence élevée des symbioses, dont la nature et l'importance demeurent souvent méconnues. Cette unité d'enseignement vise à présenter la diversité et l'écologie des principaux groupes de microorganismes marins, tout en favorisant la compréhension de la complexité des systèmes microbiens et de leur rôle dans le fonctionnement des écosystèmes marins. Elle est centrée sur le concept de biodiversité, qui revêt une importance majeure en écologie en tant que concept multidimensionnel.</p> <p>Cours :</p> <p>Partie 1 (P. Cuny) : I. Introduction : Biodiversité et enjeux planétaires II. Le concept de biodiversité en écologie III. Le monde microbien marin : Qui et combien ? (Grands groupes Distribution des abondances cellulaires et biomasses Les communautés rares Concept d'holobionte Hétérogénéité et filtres environnementaux)</p> <p>IV. Who are the prokaryotic players? Principaux groupes bactériens et archéens marins V. Conclusion : Phylogéographie microbienne, microorganismes et fonctionnement des écosystèmes marins (modèles fonctionnels)</p> <p>Partie 2 (G. Blanc) : écologie et diversité des virus. Partie 3 (ATER) : I- Éléments de classification des protistes II- Les straménopiles III - Les alvéolés IV- Les excavates V- Les rhizariens VI- Les opisthoconthes VII- Les archeplastides.</p> <p>TD : Méthodes d'études (approches OMICS) et analyse des distributions des communautés microbiennes marines concept d'écotype Communauté rare Symbioses microbiennes Relations structure de la matrice/communauté/fonctionnement.</p>				

PRE-REQUIS OBLIGATOIRES			
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Écologie marine, Biogéochimie, Océanographie chimique et biologique		
MOTS-CLEFS	Biodiversité Filtres environnementaux Abondance et biomasses microbiennes Bacteria Archaeae micro-eucaryotes Protistes.		
REPARTITION CM/TD/TP	32 heures CM 28 heures TD 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	25 % CC + 75 % ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM210) Zooplancton et planctonophages				
Responsable 1	Delphine THIBAUT	Email 1	delphine.thibault@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	S'approprier et mettre en œuvre un socle de connaissances fondamentales sur le zooplancton et son rôle dans le fonctionnement et la structure des océans				
SAVOIR-FAIRE	Mettre en application les outils de biologie, de chimie, de physique, de mathématiques, statistiques, informatiques pour répondre à des problématiques en Sciences de la Mer Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances ou de l'observation du milieu marin				
CONNAISSANCES	Mettre en œuvre un protocole/stratégie d'échantillonnage pour mesurer et quantifier les organismes marins planctoniques Savoir observer, décrire, identifier, discriminer, ou classer les organismes marins et des écosystèmes marins				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Overview - Definitions (see lectures Biological Oceanography) Different taxa of zooplankton Zooplanktivorous organisms Spatial and temporal distribution (spatial distribution, temporal variations) Role of the zooplankton and planktivorous organisms in structuring the pelagic and benthic ecosystems (impact of disturbance, pollution, and climate change) Parasitic relationships				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Processus et théorie écologique, Biologie des organismes marins, Diversité des eucaryotes, Océanographie générale, Océanographie Biologique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Zooplankton, planktivorous, predator, filter-feeders, ecosystem structure, food web				
REPARTITION CM/TD/TP	28 heures CM 12 heures TD 16 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	4	
M3C	40 % CC + 60 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM211) Organismes marins modèles et émergents (OMME)				
Responsable 1	Emmanuelle Renard	Email 1	Emmanuelle.renard@univ-amu.fr		
Responsable 2	Carole Borchiellini	Email 2	Carole.borchiellini@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Connaître les avantages et limites de travailler sur des organismes modèles par rapport aux populations naturelles, in vitro vs in situ Connaître les principaux modèles marins, les ressources et outils disponibles pour répondre à des questions ciblées Rencontrer et échanger avec des experts de ces modèles				
SAVOIR-FAIRE	Manipuler et observer des organismes vivants Savoir utiliser la méthode de préservation appropriée aux expérimentations prévues Réaliser des expériences d'immunolocalisation, marquages et suivis cellulaires, régénération, observation en microscopie photonique en lumière blanche et épifluorescence Manipuler le logiciel FIJI Interpréter et présenter des résultats en anglais				
CONNAISSANCES	Notion d'organisme modèle Biologie expérimentale Modèles marins dans les laboratoires français				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	CM : espèce modèle, avantages/limites, ex espèces marines méditerranéennes				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Connaissance et technique du gène ou équivalent Embryologie ou équivalent Biologie des organismes ou équivalent				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Biochimie Biologie cellulaire Phylogénie écotoxicologie				
MOTS-CLEFS	Expérimentation, culture, biologie du développement et évolution, biologie moléculaire et cellulaire				
REPARTITION CM/TD/TP	12 heures CM 6 heures TD 12 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	30 % CC + 70 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OPB201) Mesures en mer : Campagne en mer				
Responsable 1	Thibaut Wagener	Email 1	Thibaut.wagener@univ-amu.fr		
Responsable 2	Anthony Bosse	Email 2	Anthony.bosse@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Obtenir les connaissances indispensables en instrumentation (océanographique physique et biogéochimique) et effectuer une expérience sur le terrain pour la mise en œuvre d'instrumentation spécialisée sous la forme d'un stage en mer. Le stage en mer est constitué de travail de terrain en milieu littoral et d'une campagne océanographique à bord d'un navire de la flotte océanographique Française				
SAVOIR-FAIRE	Organisation d'un travail de terrain en océanographie Stratégie d'échantillonnage en mer Utilisation d'instrumentation en océanographie Analyse d'échantillons Production d'un compte-rendu de travail de terrain. Travail en équipe				
CONNAISSANCES	Positionnement en mer Fonctionnement des instruments utilisés en océanographie (Principe de mesure) Métrologie Système d'observations océaniques				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	CM. Référentiel - position en mer - cartographie - calcul de distances (3H) CM. Mesures des paramètres T, Conductivité, P et estimation des grandeurs dérivées (4H) CM. Mesures de paramètres « Biogéochimiques » (ex. Oxygène, Chl-A) (4H) CM. Mesure de paramètres physiques (2H) CM. Introduction au système d'observation océaniques : Différentes plateformes (4H) CM. Introduction à l'analyse de séries temporelles (2H) TD. Préparation et restitution du travail en mer TD. Représentation graphique des données en océanographie TD. Rédaction du recueil de données TP. Démonstration de différentes plateformes de mesures (Stage en mer) TP. Mesure de paramètres chimiques sur des échantillons collectés				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	(OCE101) Océanographie générale (OCE103) Océanographie chimique (OCE103M) Mesures en océanographie chimique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	(OPB202) Cycles biogéochimiques globaux (OPB206) Océanographie Physique				
MOTS-CLEFS	Instrumentation en océanographie, Campagne océanographique, stratégie d'échantillonnage				
REPARTITION CM/TD/TP	20 heures CM 10 heures TD 6 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	24
M3C	60 % CC + 40 % ET			©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OPB209) Analyse de séries temporelles				
Responsable 1	Léo BERLINE	Email 1	leo.berline@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce cours est une introduction à l'analyse de séries temporelles. En plus de l'acquisition de méthodes, le cours vise à pratiquer ces analyses sur des jeux de données réels.				
SAVOIR-FAIRE	Décomposition de séries, analyse de la périodicité, détection de discontinuités, corrélation, ajustement				
CONNAISSANCES	Notions de base de processus stochastiques, approche de modélisation ARMA				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Statistiques 2 (SVT), régression linéaire				
MOTS-CLEFS	Autocorrélation, stationnarité, tendance, ARMA, prévision, Python				
REPARTITION CM/TD/TP	14 heures CM 16 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	20 % CC + 80 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM205) Bioinformatique				
Responsable 1	Cécile MILITON	Email 1	cecile.milton@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Cette UE a pour objectif de donner aux étudiants les outils pour comprendre les approches de génomique (ciblée sur un taxon), mais aussi de métagénomique et métatranscriptomique (approches non ciblées appliquées à l'ADN et ARN environnemental, respectivement). Elle vise à les familiariser avec les méthodologies mises en oeuvre pour générer et traiter les jeux de données issues du séquençage haut-débit. Les étudiants travailleront sur les outils bioinformatiques afin de réaliser une analyse biologique de séquences de métagénomiques marins, permettant à la fois une interprétation sur le plan taxonomique et fonctionnel.				
SAVOIR-FAIRE	Maîtriser les outils bioinformatiques fondamentaux pour l'analyse de séquences Identifier des régions codantes sur une séquence d'ADN Inférer une fonction et une provenance taxonomique de séquences de (méta)génomiques				
CONNAISSANCES	Stratégies de production de (méta)génomiques (production des molécules et séquençage); Centre de ressources et banques de données : choix de la banque, méthode d'interrogation, récupération des données brutes Algorithmes des outils bioinformatiques fondamentaux : alignement de séquences (global vs. local - par paire vs. multiples), BLAST et modalités Méthodes pour l'annotation structurale et fonctionnelle : avantages et limites de ces méthodes.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	CM. Bioinformatique et génomique : du séquençage du 1er génome aux projets actuels; Évolution des méthodes de séquençage, qualité des séquences, applications possibles en océanographie Annotation structurale : structures des gènes, détection d'ORF, méthode comparative, méthode statistique Annotation fonctionnelle et inférence de la provenance taxonomique : notion d'homologie, principe et versions du BLAST, banques de données généralistes et spécialisées, alignement global/local, alignement par paire/multiple TD (sur machine). Centres de ressources, banques de données et formats de séquences, Alignement de séquences, Annotation de séquences de métagénomiques marins.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Connaissances en biologie moléculaire (techniques et connaissance du gène)				
MOTS-CLEFS	Génomique, Métagénomiques marins, Séquences, Annotation structurale, Annotation fonctionnelle				
REPARTITION CM/TD/TP	14 heures CM 16 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	40 % CC + 60% ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM207) Technique moléculaire				
Responsable 1	Cécile Militon	Email 1	cecile.militon@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Cette UE a pour but de former les étudiants aux techniques moléculaires les plus couramment utilisées en sciences de la mer pour étudier la biodiversité des organismes marins, les associations entre organismes, les processus évolutifs et adaptatifs.				
SAVOIR-FAIRE	Maitriser les règles d'hygiène et de sécurité Choisir et appliquer de façon experte un protocole Utiliser les appareils de façon fiable pour produire des données de qualité Interpréter les résultats d'une analyse moléculaire				
CONNAISSANCES	Après avoir suivi cette UE, les étudiants maîtriseront les principes, connaîtront les usages et limites de ces techniques. Ils seront capables de choisir les outils les plus adaptés afin de répondre à une problématique donnée. Les étudiants seront capables (i) d'isoler et purifier de l'ADN à partir d'échantillons marins, (ii) de doser et d'évaluer la pureté d'une solution d'ADN, (iii) de quantifier un gène ou une population par la méthode de PCR en temps réel (qPCR) et (iv) de quantifier une population par cytométrie en flux				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Partie théorique : Extraction et purification du matériel génétique : matériel présent dans les cellules (ADN vs. ARN) et dans les échantillons environnementaux, description et paramètres (taille, quantité, %GC), dosage (spectrophotométrie/fluorimétrie) Électrophorèse sur gel et capillaire, synthèse chimique d'ADN, hybridation moléculaire (hybridation, sondes, hybridation sur support), clonage moléculaire, amplification de l'ADN (PCR classique, hot-start, touchdown), RT-PCR, séquençage de l'ADN (Sanger), travailler avec un mélange hétérogène d'ADN (empreintes moléculaires, barcoding), marqueurs moléculaires (taxonomique (16S, COI, ITS), fonctionnels, SNP), quantification d'un gène (qPCR), analyse de la fonction d'un gène (mutagenèse), Extraction et analyse des protéines; Partie pratique : mesure par cytométrie en flux des cellules hétérotrophes procaryotes, de l'ultraphytoplancton à partir d'échantillon d'eau de mer isolement d'ADN à partir d'échantillons d'eau de mer, dosage des ADN(spectrophotométrie/fluorimétrie), qPCR pour dénombrer les gènes codant l'ARNr 16S.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Biologie cellulaire et moléculaire : différents types cellulaires, constituants cellulaires, structures et propriétés des grandes classes de biomolécules (acides nucléiques, lipides et acides gras)				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Acides nucléiques, Extraction/purification, Electrophorèse, Hybridation, Clonage, PCR, qPCR, mutagenèse, protéomique, cytométrie en flux				
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM 2 heures TD 18 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	40 % CC + 60 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM208) Complexité et fonctionnement des écosystèmes ;				
Responsable 1	Jean-Christophe Poggiale	Email 1	Jean-Christophe.poggiale@univ-amu.fr		
Responsable 2	Philippe Cuny	Email 2	philippe.cuny@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Maîtriser le paradigme de complexité Comprendre les propriétés et « objectifs » (fonctionnement, dynamique) des systèmes complexes (écosystèmes et socio-écosystèmes)				
SAVOIR-FAIRE	Maîtriser des outils de mesures de différents aspects de la complexité Mettre en place un protocole scientifique permettant d'aborder la complexité dans les systèmes naturels.				
CONNAISSANCES	Principaux concepts et paradigmes en écologie géométrie fractale différentes théories en écologie systémique complexité thermodynamique appliquée à l'écologie.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Un des défis majeurs de l'écologie du 21e siècle est de comprendre et d'intégrer dans les modèles la complexité qui caractérise les systèmes biologiques que sont les écosystèmes. Cette UE d'écologie théorique a pour objectif d'apporter les éléments conceptuels (théories et concepts écologiques) et appliqués (e.g. mesure de l'hétérogénéité qui est une des propriétés des systèmes complexes) permettant de comprendre le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes.</p> <p>Cours :</p> <p>Partie J.C. Poggiale : cette partie aborde spécifiquement la manière d'intégrer d'un point de vue mathématique la complexité dans les études écologiques. La complexité est abordée selon 3 axes non exclusifs et qui se complètent. La complexité dynamique, la complexité spatiale et sa variabilité temporelle, la complexité structurelle et sa dynamique spatio-temporelle. Des outils de mesure et d'analyse de la complexité : méthodes de décomposition d'informations écologiques, mesures de variabilité et d'hétérogénéité de courbes ou d'images - fractales - échelles caractéristiques en écologie marines - relations entre échelles de processus physique et patchiness biologique - méthodes de transferts d'échelle, réduction de la complexité et hypothèses associées - dynamiques de communautés en milieu hétérogène - Perturbations des réseaux d'interactions et résilience, fluctuations des populations avec une approche écosystémique.</p> <p>Partie P. Cuny : elle est consacrée aux principaux concepts en écologie et à leur évolution, au paradigme de la complexité et à aux apports de la thermodynamique dans l'analyse des écosystèmes (systèmes complexes). I- Géométrie de la nature, complexité et thermodynamique (géométrie fractale, géométrie constructale, relation forme-fonction)</p> <p>II- Approches et Paradigmes en Écologie (hypothèses, concepts, théories et paradigmes en écologie -e.g. paradigme de l'équilibre et du non équilibre/résistance/résilience/hystérèse; démarche scientifique et écologie origine et évolution du concept d'écosystème Biodiversity governs Ecosystem Function (BEFP))</p> <p>III- Théorie des systèmes et complexité (Le syndrome newtonien systémique et théorie des systèmes Le concept et paradigme de la complexité - formes de complexité associées aux écosystèmes/biocomplexité)</p> <p>IV- Thermodynamique et écologie (principes de la thermodynamique et écologie - loi de la conservation d'énergie, second principe énergie, exergie dynamique des écosystèmes et descripteurs thermodynamiques).</p> <p>TD Partie J.C. Poggiale : Calcul mathématique de la complexité (hétérogénéité)</p>				

	TD Partie P. Cuny : travail de groupe - étude de thèmes en relation avec la complexité du vivant (e.g. information en écologie, hétérogénéité, énergie, évolution, dynamique des systèmes.).		
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES			
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Écologie, biologie et modélisation.		
MOTS-CLEFS	Concepts et paradigmes en écologie; hétérogénéité complexité complexité dynamique géométrie du vivant fonctionnement des écosystèmes thermodynamique dynamique et fonctionnement des écosystèmes.		
REPARTITION CM/TD/TP	32 heures CM 28 heures TD 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	25% CC + 75% ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM212) Taxonomie opérationnelle des métazoaires marins				
Responsable 1	Christophe Lejeusne	Email 1	christophe.lejeusne@univ-amu.fr		
Responsable 2	Daniela Banaru	Email 2	daniela.banaru@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	NA				
SAVOIR-FAIRE	Utilisation de clés et bases de données taxonomiques identification morphologique				
CONNAISSANCES	Systématique des métazoaires marins reconnaissance taxonomique des espèces méditerranéennes les plus communes approche pluridisciplinaire de l'identification taxonomique				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Cette UE propose une formation qui permette :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) d'identifier par une approche de taxonomie morphologique les espèces les plus communes de métazoaires des littoraux méditerranéens, 2) d'acquérir des notions de systématique notamment pour les grands groupes phylogénétiques, et 3) connaître et mettre en application certaines techniques moléculaires pour l'identification des espèces. <p>Cette formation vise à fournir aux étudiants les bases de la taxonomie intégrative qui dépasse les approches traditionnelles de taxonomie et est désormais la norme, afin de fournir les outils de base à une identification la plus précise possible des espèces, condition sine qua none des études de qualité en écologie et en gestion de la biodiversité sous toute ses formes.</p> <p>Le contenu théorique des CM sera illustré avec un travail d'identification en TP des principaux groupes des métazoaires marins de Méditerranée. Les étudiants seront amenés à appliquer des techniques de taxonomie morphologique et de techniques moléculaires (e.g. barcoding) et méthodes d'analyses associées (phylogénie, phylogéographie).</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Connaissances naturalistes générales morpho-anatomie du vivant terre vivante				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Techniques de biologie moléculaire diversité des Eucaryotes				
MOTS-CLEFS	Taxonomie intégrative métazoaires (animaux) marins Méditerranée				
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM 4 heures TD 46 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OPB203) Résolution numérique des EDO				
Responsable 1	Melika Baklouti	Email 1	Melika.baklouti@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Cette UE a pour objectif d'enseigner aux étudiants les méthodes couramment utilisées pour la résolution des équations différentielles ordinaires (EDO) et les systèmes d'EDO, tels que l'on en rencontre en océanographie. Un autre objectif majeur est de rendre les étudiants autonomes par rapport au choix de la méthode à utiliser face à un problème donné, et de leur conférer un esprit critique vis à vis des résultats qu'ils obtiennent.				
SAVOIR-FAIRE	<ul style="list-style-type: none"> - Acquérir l'aptitude à choisir la méthode la mieux adaptée (parmi celles classiquement proposées dans les logiciels de calcul scientifique) pour la résolution d'un problème donné (le cas particulier des problèmes raides est traité) - Savoir vérifier la consistance d'un schéma numérique et déterminer son ordre - Savoir déterminer les conditions de stabilité associées à la résolution d'un problème donné - Savoir résoudre les EDOs d'ordre un ou supérieur et les systèmes d'EDO en mettant en oeuvre les méthodes présentées en cours - Acquérir un sens critique vis à vis des résultats numériques issus des différentes méthodes 				
CONNAISSANCES	- Connaître le principe des principales méthodes de résolution des équations différentielles ordinaires (EDOs), ainsi que les spécificités et les conditions d'application de chacune d'entre-elles				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM1 : introduction, développements en série de Taylor, problème de Cauchy, obtention des méthodes d'Euler, mise en oeuvre</p> <p>CM2 : méthode de Runge Kutta : obtention, utilisation, tableau de Butcher</p> <p>CM3 : erreurs de discrétisation et troncature, consistance, stabilité, théorème de Lax, détermination de l'ordre des méthodes</p> <p>CM4 : méthodes de RK adaptatives, polynôme de Lagrange, méthodes à pas multiples (Adams)</p> <p>CM5 : Stabilité des méthodes à pas multiples, EDOs d'ordre supérieur</p> <p>CM6 : méthodes BDF, algorithmes prédicteur-correcteur, résolution d'un système d'EDO, problèmes raides</p> <p>CM7 : problème à valeurs aux limites</p> <p>TD1 : première mise en oeuvre des méthodes à un pas</p> <p>TD2 : ordre, consistance et stabilité des méthodes à un pas</p> <p>TD3 : polynôme d'interpolation de Lagrange, obtention d'une méthode d'Adams et mise en oeuvre</p> <p>TD4 : stabilité d'une méthode à pas multiple, résolution d'EDO d'ordre supérieur et systèmes d'EDO</p> <p>TP1-TP2 : illustration de la théorie pour une EDO, programmation en Fortran du coeur de l'algorithme de chaque méthode (à partir d'un fichier pré-rempli). Visualisation des résultats sous python</p> <p>TP3 -TP4 : idem mais pour des systèmes d'équations et notamment un système raide (stiff)</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	EDO, méthodes numériques, problème de Cauchy, précision, stabilité, problèmes raides				
REPARTITION CM/TD/TP	14 heures CM 8 heures TD 8 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	XX % CC + 100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OPB204) Résolution numérique eq.diff.derivées partielles				
Responsable 1	Melika BAKLOUTI	Email 1	Melika.baklouti@univ-amu.fr		
Responsable 2	MCF recruté en 2024	Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Cette UE a pour objectif d'enseigner aux étudiants les méthodes numériques couramment utilisées pour la résolution des équations aux dérivées partielles, et notamment celles mises en jeu en océanographie. A l'issue de ce cours, les étudiants disposent de l'essentiel de la théorie relative à la résolution numérique de ce type d'équations, d'une capacité à analyser les performances d'une méthode donnée (précision, stabilité...), d'un savoir-faire quant à la mise en oeuvre de ces méthodes, et d'une bonne connaissance des principales pratiques opérées dans les modèles communautaires de circulation générale de l'océan.				
SAVOIR-FAIRE	<ul style="list-style-type: none"> - Apprendre à discrétiser une EDP sur un maillage régulier (principe de la discrétisation, grilles régulières, grilles d'Arakawa, présentation de différentes grilles verticales (géopotentielle, sigma, isopycnale),...) - Savoir vérifier la consistance d'un schéma numérique et déterminer son ordre - Savoir déterminer le domaine de stabilité d'une méthode, contraintes sur le pas d'intégration - Acquérir un sens critique vis à vis des résultats numériques issus des différentes méthodes. 				
CONNAISSANCES	<ul style="list-style-type: none"> - Caractérisation d'une EDP (équation différentielle aux dérivées partielles) : linéarité, ordre, nature hyperbolique, parabolique ou elliptique des EDPs de second ordre - principe de la discrétisation aux différences finies (explicite ou implicite), mise sous forme matricielle, traitement particulier des conditions frontières, - consistance, ordre, stabilité, convergence d'un schéma numérique, condition CFL - Rappel sur les méthodes de résolution de systèmes linéaires de grande taille(Thomas, LU,...), méthode des directions alternées,... - méthodes à variation totale décroissante (méthodes TVD) - mode splitting, time splitting,... 				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM1 : Introduction, définitions EDO/EDP, rappels mathématiques, discrétisation en différences finies CM2 : élaboration de schémas classiques de discrétisation, discrétisation d'une EDP parabolique CM3 : Mise sous forme matricielle, discrétisation des conditions aux limites, généralisation en 2D/3D CM4 : discrétisation EDP hyperbolique et elliptique, consistance CM5 : étude de stabilité (méthodes de Fourier et matricielle), condition CFL, grille d'Arakawa CM6 : grilles verticales et transformation des équations, schémas upwind, diffusion numérique, schémas TVD CM7 : discrétisation temporelle, méthode des directions alternées, systèmes tridiagonaux, mode interne, externe</p> <p>TD1 : Caractérisation d'EDPs, élaboration de schémas aux différences finies pour les dérivées première et seconde TD2 : Mise en place et analyse de la résolution numérique d'un problème caractérisé par une EDP hyperbolique TD3 : Etude de la discrétisation d'une équation de Burger (schéma QUICK et schéma TVD associé), résolution d'un système tridiagonal par la méthode de Thomas TD4 : Discrétisation et stabilité d'une équation d'advection-diffusion</p> <p>TP1 à TP4 : advection-diffusion d'un contaminant, étude de stabilité, schémas explicite/implicite. Programmation en fortran 90, tracé des résultats avec python.</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	EDP, méthodes numériques, différences finies, consistance, stabilité, OGCM				

REPARTITION CM/TD/TP	14 heures CM 8 heures TD 8 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	0 % CC + 100 % ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OPB205) Modélisation 3D Océanique				
Responsable 1	Andrea Doglioli	Email 1	andrea.doglioli@univ-amu.fr		
Responsable 2	-	Email 2	-		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'ambition de cet enseignement est de mettre l'étudiant en condition d'utiliser en connaissance de cause le code communautaire CROCO (http://www.croco-ocean.org) qui représente l'état de l'art en modélisation océanique.				
SAVOIR-FAIRE	Techniques de modélisation numérique de la circulation océanique en 3D à l'échelle régionale dans l'océan global, mises en œuvre sur la plateforme de calcul intensif de l'OSU Institut Pythéas.				
CONNAISSANCES	Fondements de la modélisation numérique de la dynamique océanique.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM. Historique de la modélisation numérique des fluides géophysiques et introduction à la plate-forme communautaire CROCO.</p> <p>CM. Équations de la conservation de la masse, de la quantité de mouvement, de la chaleur et du sel.</p> <p>CM. Modélisation de la turbulence océanique et principaux schémas de fermeture.</p> <p>CM. Grilles numériques pour la modélisation océanique.</p> <p>CM. Définition des conditions initiales et aux frontières.</p> <p>TD. Inscription comme utilisateur du code CROCO, téléchargement des logiciels et des données.</p> <p>TD. Implémentation de la configuration de démonstration.</p> <p>TD. Implémentation d'une configuration pour une région océanique choisie.</p> <p>TD. Analyse des résultats numériques et comparaison avec littérature.</p> <p>TD. Mise en ligne du rapport et de la présentation des résultats.</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	(OPB204) Résolution numérique des équations aux dérivées partielles				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	-				
MOTS-CLEFS	Dynamique océanique 3D modélisation numérique calcul intensif code CROCO.				
REPARTITION CM/TD/TP	16 heures CM 14 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OPB211) Paléocéanographie et paléoclimatologie				
Responsable 1	Laurence Vidal	Email 1	vidal@cerege.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce module a pour objectif de compléter la connaissance du système Océan - Atmosphère sur le temps longs et d'introduire aux méthodologies (fortement interdisciplinaires) de la paléoclimatologie.				
SAVOIR-FAIRE	Faire le lien avec les connaissances acquises sur le climat global et acquérir les concepts en paléoclimatologie (basée sur l'analyse de traceurs des conditions paléoclimatiques)				
CONNAISSANCES	Paramètres orbitaux gouvernant le bilan énergétique terrestre, analyses des séries sédimentaires marines et de glace, utilisation de traceurs (géochimiques et isotopiques) et bio-indicateurs pour la reconstitution des cycles biogéochimiques et des circulations océaniques de surface et profonde, apport de la modélisation à l'étude des paléoclimats				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	1/ Introduction et exemples de variations climatiques au Quaternaire 2/Forçages climatiques 3/Traceurs isotopiques et reconstitutions paléoclimatiques 4/Bio-indicateurs et reconstitutions paléoclimatiques 5/modélisations climatiques et paléoclimatiques				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Licence Sc. De la Mer, Sciences de la Terre				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Paléoclimatologie - Enquête sur les climats anciens - JC. Duplessy et G. Ramstein - Edition CNRS- 2013				
MOTS-CLEFS	Paleoclimats, traceurs, paléocéanographie				
REPARTITION CM/TD/TP	24 heures CM 6 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	30 % CC + 70 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM209A) Dynamique des communautés et des écosystèmes				
xxResponsable 1xx	JC POGGIALE	Email 1	Jean-christophe.poggiale@univ-amu.fr		
xxResponsable 2xx		Email 2			
xxCompétences visées - Acquis d'apprentissages de la mentionxx					
Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
xxOBJECTIFSxx	Maîtriser la conception et l'analyse de base d'un modèle en écologie, réaliser des modèles en s'appuyant sur une question scientifique, une liste d'hypothèses et des hypothèses à tester.				
xxSAVOIR-FAIRExx	Analyse mathématique des modèles en écologie et interprétation des modèles et des résultats.				
xxCONNAISSANCESxx	Analyse des équations différentielles non linéaires et applications à l'analyse des modèles, construction de modèles de dynamiques de communautés en fonction des hypothèses à tester (liste des modèles usuels dans un grand nombre de situation).				
Contenus - Programme détaillé					
xxCONTENUxx	Modèles usuels à 2 ou 3 espèces, modèles à n espèces, modèles non structurés puis modèles structurés en taille, en âge, en espace. Modèles de réseaux trophiques et utilisation de ces modèles pour tester des hypothèses sur le fonctionnement des écosystèmes marins. Fonctions de Lyapounov, critères négatifs de Bendixon et Dulac, théorème de Poincaré-Bendixon, critères de Routh-Hurwitz.				
xxPRE-REQUIS OBLIGATOIRESxx	Cours de mathématiques et applications à la modélisation du S1				
xxPRE-REQUIS RECOMMANDESxx					
xxMOTS-CLEFSxx	Modélisation, Lotka-Volterra généralisé, réponses fonctionnelles, réseaux d'interaction, réseaux trophiques, modèles structurés.				
REPARTITION CM/TD/TP	14 heures CM 16 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM202) Méthodes quantitatives et analyses de données				
Responsable 1	David NERINI	Email 1	david.nerini@univ-amu.fr		
Responsable 2	Thierry THIBAUT, Leo BERLINE	Email 2	thierry.thibaut@univ-amu.fr, leo.berline@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Faire le lien entre notions de la statistique descriptive des données et géométrie dans l'espace, apprendre à projeter et à représenter des données à grandes dimension.				
SAVOIR-FAIRE	Manipulation de vecteurs, calculs statistiques, transformations linéaires, projections				
CONNAISSANCES	Mathématiques de M1 S1, statistiques de M1 S1				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Variables et vecteurs aléatoires, moments d'une variable aléatoire, distance et produit scalaire, lien entre géométrie et quantités statistiques, projecteurs, Analyse en Composantes Principales				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Mathématiques de M1 S1, statistiques de M1 S1				
MOTS-CLEFS					
REPARTITION CM/TD/TP	16 heures CM 14 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100% ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M1S2	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM209) Modélisation avancée en écologie marine				
Responsable 1	JC POGGIALE	Email 1	Jean-christophe.poggiale@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Maîtriser la conception et l'analyse de base d'un modèle en écologie, réaliser des modèles en s'appuyant sur une questions scientifique, une liste d'hypothèses et des hypothèses à tester.				
SAVOIR-FAIRE	Analyse mathématique des modèles en écologie et interprétation des modèles et des résultats.				
CONNAISSANCES	Analyse des équations différentielles non linéaires et applications à l'analyse des modèles, construction de modèles de dynamiques de communautés en fonction des hypothèse à tester (liste des modèles usuels dans un grand nombre de situation).				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Modèles usuels à 2 ou 3 espèces, modèles à n espèces, modèles non structurés puis modèles structurés en taille, en âge, en espace. Modèles de réseaux trophiques et utilisation de ces modèles pour tester des hypothèses sur le fonctionnement des écosystèmes marins. Fonctions de Lyapounov, critères négatifs de Bendixon et Dulac, théorème de Poincaré-Bendixon, critères de Routh-Hurwitz.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Cours de mathématiques et applications à la modélisation du S1				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Modélisation, Lotka-Volterra généralisé, réponses fonctionnelles, réseaux d'interaction, réseaux trophiques, modèles structurés.				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 30 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % ET		©5LSM		

Année 2, semestre 3

Parcours	OPB		OBEM			
Option de Parcours Type	COUPLAGE	B&B	Option de Parcours Type	DEFE	CG	BOEM
BCC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer	12 ECTS	15 ECTS	BCC1 Analyser et interpréter le fonctionnement des écosystèmes marins	6 ECTS	12 ECTS	12 ECTS
(OPB302) Dynamique des contaminants organiques	6	6	(OPB302) Dynamique des contaminants organiques	6	6	6
(OBEM301) Ecologie microbienne et fonctionnement des écosystèmes	6	6	(OBEM301) Ecologie microbienne et fonctionnement des écosystèmes	6	6	6
(OPB301) Cycle du carbone et climat	6	6	(OBEM310) Ecotoxicologie	6	6	6
(OPB303) Traceurs géochimiques	3	3				
(OPB306) Approche lagrangienne : fondements	3	3				
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité	9 ECTS	9 ECTS	BCC2 Protéger et gérer les écosystèmes marins	6 ECTS	12 ECTS	9 ECTS
(OPB305a) Optique marine et biogéochimie - Fondements	3	3	(OBEM302) Invasions et transferts biologiques	3	3	3
(OPB305b) Optique marine et biogéochimie - Instrumentation et télédétection	3	3	(OBEM305) Conservation et gestion de la biodiversité marine		3	3
(OPB309) Approche lagrangienne : stratégies d'échantillonnages	3	3	(OBEM307) Approche écosystémique des ressources marines exploitées I	3	3	
(OPB312) Mesure en mer : traitement et analyses des données	3	3	(OBEM308) Approche écosystémique des ressources marines exploitées II	3	3	
			(OBEM311) Système d'information Géographique		3	3
			(OBEM313) Indicateurs du milieu marin		6	6
			(OBEM314) Procédures et études d'impacts		3	3
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser	9 ECTS	6 ECTS	BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins	18 ECTS	6 ECTS	9 ECTS
(OPB310) Analyse des signaux en Océanographie	3	3	(OPB310) Analyse des signaux en Océanographie	3		
(OBEM312) Génomique environnementale	6	6	(OBEM312) Génomique environnementale		6	6
(OPB308) Structure et dynamique verticale de la colonne d'eau	3	3	(OBEM303) Analyse des communautés benthiques		6	6
(OPB311) Modélisation intégrée physique et biogéochimique	3	3	(OBEM304) Systèmes dynamiques et modélisation en océanographie biologique	6		
			(OBEM306) Machine learning	6	6	6
			(OBEM309) Statistiques spatiales	3	3	3
			(OBEM315) Outils de caractérisation des réseaux trophiques		3	3
			(OBEM316) Evolution, adaptation et co-évolution	6		
Nombre de crédits UE obligatoires (ECTS)	3	3	Nombre de crédits UE obligatoires (ECTS)	0	0	0
Nombre de crédits UE optionnelles (ECTS)	27	27	Nombre de crédits UE optionnelles (ECTS)	30	30	30

OPB	Parcours type	Océanographie physique et biogéochimique
COUPLAGE	Option de parcours type	Couplage physique - biogéochimie
B&B	Option de parcours type	Biogéochimie et biodiversité
OBEM	Parcours type	Océanographie biologique et écologie marine
DEFE	Option de parcours type	Dynamique et fonctionnement des écosystèmes
CG	Option de parcours type	Conservation et gestion
BOEM	Option de parcours type	Biologie des organismes et écologie marine

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OPB302) Dynamique des contaminants organiques				
Responsable 1	Philippe Cuny	Email 1	philippe.cuny@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer (OPB)					
BCC1 Analyser et interpréter le fonctionnement des écosystèmes marins (OBEM)					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	<p>Les écosystèmes marins sont soumis et impactés par des apports multiples de contaminants. C'est particulièrement le cas dans les zones côtières du fait du développement croissant des populations humaines et du développement des activités anthropiques (e.g., industries, transports, urbanisation). Une grande diversité et quantité de composés vont intégrer chroniquement ou accidentellement le milieu marin, tels que les polluants organiques persistants (hydrocarbures aromatiques polycycliques, pesticides organochlorés, polychlorobiphényles, .). C'est aussi le cas de nombreux autres contaminants chimiques, dits émergents, dont les voies d'exposition potentielles et les effets toxiques sont peu ou pas connus (phtalates, filtres solaires, produits pharmaceutiques, retardateurs de flamme, .). La thématique des contaminants en mer est d'intérêt majeur, tant au niveau scientifique que sociétal (e.g., impacts des polluants sur les organismes marins et sur le fonctionnement des écosystèmes, transfert de polluants entre compartiments abiotiques ou vers/dans les réseaux trophiques, de la bioaccumulation de certains contaminants dans les espèces exploitées). Cette UE a pour objectif de donner les connaissances et capacités d'analyse des processus biotiques et abiotiques qui régissent la dynamique des contaminants en mer. Elle aborde également les conséquences de leur présence dans les environnements marins et les approches qui peuvent être mis en place pour restaurer les écosystèmes impactés (bioremédiation).</p>				
SAVOIR-FAIRE	<p>Définir le comportement en mer et l'impact potentiel d'un contaminant organique à partir de ses caractéristiques physico-chimiques et écotoxicologiques Identifier les mécanismes clefs qui interviennent dans la dynamique des contaminants en mer Appréhender les échelles de temps et d'espace impliquées dans les mécanismes de transport et de transformation des contaminants organiques mettre en place une démarche scientifique intégrative permettant d'étudier la dynamique et l'impact d'une contamination dans le contexte d'un socio-écosystème défini.</p>				
CONNAISSANCES	Processus abiotiques et biotiques qui contrôlent la dynamique et l'impact des contaminants en mer				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Cours : I. Introduction : contaminants, polluants, pollutions et effets combinés des activités anthropiques II. Impact des contaminants (approche écotoxicologique, valeurs toxicologiques de références, seuils environnementaux, toxicité d'un mélange de congénères) III. Caractéristiques physico-chimiques clefs des contaminants organiques et du milieu déterminant leur répartition, toxicité et dynamique IV : Un modèle de contaminants ubiquistes : pétroles et hydrocarbures (origine et caractéristiques des pétroles, processus abiotiques et biotiques gouvernant leur devenir et impact en mer, moyens de lutte et de bioremédiation).</p> <p>TD : Travail en groupe autour d'une étude de cas Conception et mise en place d'un protocole expérimental spécifique d'étude de la dynamique et d'évaluation du risque lié à la présence de contaminants dans les écosystèmes marins (État de l'art : caractéristiques du contaminant et détermination de sa dynamique et de ses effets potentiel mise en place d'une stratégie d'échantillonnage et d'analyse Détermination d'un budget et des moyens humains à déployer).</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Chimie analytique Écologie microbienne				

	Biologie moléculaire.		
MOTS-CLEFS	Contaminants, hydrocarbures, dynamique, partitionnement, biodisponibilité, bioconcentration, bioaccumulation, bioamplification, biodégradation, valeurs toxicologiques de référence		
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 30 heures TD 0 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	XX % CC + XX % ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM301) Ecologie microbienne et fonctionnement des écosystèmes				
xxResponsable 1xx	MICHOTEY Valerie	xxResponsable 1xx	valerie.michotey@univ-amu.fr		
xxResponsable 2xx	MILITON Cecile	xxResponsable 2xx	cecile.milton@univ-amu.fr		
xxCompétences visées - Acquis d'apprentissages de la mentionxx					
S'approprier et mettre en oeuvre un socle de connaissances fondamentales en Sciences de la Mer permettant de résoudre un problème complexe lié à l'environnement marin					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
xxOBJECTIFSxx	Connaitre des métabolismes originaux impliquant des microorganismes, se déroulant en milieux marin				
xxSAVOIR-FAIRExx	Formuler le questionnement scientifique et/ou l'élaborer à partir de ses connaissances ou de l'observation du milieu marin. Savoir transférer les outils utilisés dans la formation universitaire dans un contexte appliqué. Savoir interpréter des données en mobilisant ses connaissances				
xxCONNAISSANCESxx	Ecologie microbienne fonctionnelle en milieux marins				
Contenus - Programme détaillé					
xxCONTENUxx	CM: Autotrophie (cycle calvin, Le cycle de TCA inversé, Voie de réduction de acetyl CoA, Voie du 3-Hydroxypropionate), hétérotrophie, mixotrophie. Chimio et/ou phototrophie (incluant AAP et Bactériorhodopsine). Ecologie microbienne des organismes intervenant dans le cycle de l'azote et du carbone ,interaction phyoplancton-procaryotes, écologie microbienne des organisme intervenant dans le cycle du soufre, écologie microbienne des milieux mésopélagiques et bathypélagiques, export C , dégradation MO,. Ecologie des milieux extrêmes TD : stratégie expérimentale pour résoudre un questionnement relatif à l'écologie microbienne, analyses et interprétation de données				
xxPRE-REQUIS OBLIGATOIRESxx	Biologie moléculaire, Biodiversité des micro-organismes				
xxPRE-REQUIS RECOMMANDESxx					
xxMOTS-CLEFSxx	Ecologie microbienne, métabolisme				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 0 heures TD 30 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C				©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OPB301) Cycle du carbone et climat				
Responsable 1	Thierry Moutin	Email 1	thierry.moutin@mio.osupytheas.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce module a pour but d'établir les bases du rôle du cycle marin du carbone dans le contrôle du climat à l'échelle globale via la régulation de la pression partielle de CO2 atmosphérique. Les cours abordent le cycle du carbone dans l'océan de surface et dans la colonne d'eau, le cycle du carbonate de calcium, les fluctuations glaciaires et interglaciaires du CO2 atmosphérique à l'holocène, la perturbation anthropique du CO2 (méthodes de traçage du carbone anthropique dans l'océan).				
SAVOIR-FAIRE	Comprendre et analyser le cycle du carbone et sa perturbation anthropique en rapport avec le dérèglement climatique				
CONNAISSANCES	Océanographie, biogéochimie, cycle marin du carbone, effet de serre et climat, pénétration du carbone anthropique dans l'océan.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Cours magistraux (T. Moutin : 40h)				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	M1 Chimie océanographique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Toutes les UEs de biogéochimie de Licence				
MOTS-CLEFS	Cycle du carbone, climat, océan, perturbation anthropique, dérèglement climatique				
REPARTITION CM/TD/TP	60 heures CM 0 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	25 % CC + 75 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB303) Traceurs géochimiques				
Responsable 1	Vidal Laurence	Email 1	vidal@cerege.fr		
Responsable 2	Tachikawa Kazuyo	Email 2	kazuyo@cerege.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce module a pour objectif une présentation des principes de mesure et d'utilisation de la palette des traceurs géochimiques en océanographie. Au travers d'exemples et de grands processus (circulation océanique, cycle des éléments chimiques dans l'océan, cycles biologiques dans l'océan), l'apport des traceurs géochimiques à la compréhension des mécanismes mis en jeu est abordé.				
SAVOIR-FAIRE	Acquérir les concepts en géochimie (et chimie des éléments mineurs et traces ?), utilisation simple d'un bilan de masse, analyse de données				
CONNAISSANCES	Compréhension des mécanismes océaniques, mise en évidence des perturbations des systèmes marins (biologiques, chimiques et/ou physiques), apport des observations (instrumentales et/ou avec les traceurs) sur le temps long				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	1/ Géochimie océanique historique 2/ Isotopes stables des éléments légers en océanographie (isotopes de l'O, C, B) 3/ Principes du bilan de masse et modèles en boîtes en géochimie 4/ Traceurs de la circulation océanique et de ventilation 5/ Cycles des nutriments et traceurs de biogéochimie marine 5/ Traceurs organique en océanographie et paléocéanographie				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Master 1 en Sciences de la Mer, Sciences de l'Environnement				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	W. Broecker, Tracers in the Sea, 1981 / Géochimie Marine - M. Roy-Barman & C. Jeandel- Vuibert - 2011				
MOTS-CLEFS					
REPARTITION CM/TD/TP	24 heures CM 0 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	6	
M3C	30 % CC + 70 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB306) Approche lagrangienne : fondements				
Responsable 1	Andrea Doglioli	Email 1	andrea.doglioli@univ-amu.fr		
Responsable 2	-	Email 2	-		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BBC1 Analyser, interpréter, synthétiser et communiquer					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'ambition de cet enseignement est de fournir une solide base de connaissances sur les récentes avancées et découvertes multidisciplinaires par observations in situ, satellite ou modélisation numérique de la circulation océanique à fine échelle.				
SAVOIR-FAIRE	Raisonnement sur la dynamique océanique et la biogéochimie marine par approche Lagrangienne. ;				
CONNAISSANCES	Formation de haut niveau en océanographie physique sur l'approche Lagrangienne à l'étude de la circulation à méso- et sous-méso-échelle, de son rôle dans la distribution des grandeurs biogéochimiques, des polluants et des organismes.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM. Introduction (Définitions, Échelles temporelles et spatiales, Processus d'advection et de dispersion)</p> <p>CM. Rappel des fondements (Équation de continuité, Équations de la quantité de mouvement, Linéarisation des équations, Équations en eaux peu profondes, Équation oméga, Exemples de modèles simples)</p> <p>CM. Tourbillons côtiers (Fondements, Couches limites, Régimes d'écoulement, Équation de la vorticité en eau peu profonde, Exemples d'études précédant)</p> <p>CM. Tourbillons hauturiers (Équations de la dynamique des tourbillons isolés, Vorticité, Techniques d'identification et de suivi de tourbillons, Exemples d'études précédents)</p> <p>CM. La dispersion en milieu marin (Théorème de conservation, La turbulence comme un processus stochastique, Approche Eulérienne et Lagrangienne)</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	-				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	(OPB206) Océanographie Physique				
MOTS-CLEFS	Fine échelle couplage physique-biogéochimie marines.				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 0 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	0 % CC + 100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM310) Ecotoxicologie				
Responsable 1	Julien Issartel	Email 1	julien.issartel@imbe.fr		
Responsable 2	Pascal Mirleau	Email 2	p.mirleau@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC1 Analyser et interpréter le fonctionnement des écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de cette UE est de fournir le savoir conceptuel et les méthodologiques fondamentales pour évaluer la santé des organismes, des populations et des communautés du milieu marin. Le cours est illustré par de nombreux exemples d'études récentes. Les bases méthodologiques et les aspects techniques utilisés en laboratoire ou lors d'études in situ, appliqués à la recherche en écotoxicologie sont également abordés.				
SAVOIR-FAIRE	Élaborer un plan d'étude d'impact d'une contamination chimique en milieu marin, depuis le choix des modèles biologiques jusqu'aux techniques de mesures.				
CONNAISSANCES	Connaître les enjeux majeurs en écotoxicologie marine, connaître les outils permettant de quantifier la contamination dans le milieu et évaluer l'impact sur les organismes, les populations et les communautés.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Partie I : Les biomarqueurs dans l'évaluation de l'état écologique des milieux marins - Julien Issartel				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Biologie des organismes, Écologie marine / aquatique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Physiologie des organismes marins / Écophysiologie, Chimie de l'environnement, Techniques moléculaires				
MOTS-CLEFS	Biosurveillance, Biomarqueurs, Évaluation du risque, Bioindicateurs, Toxicité				
REPARTITION CM/TD/TP	20 heures CM 20 heures TD 20 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	40 % CC + 60 % ET		©SLSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB305a) Optique marine et biogéochimie - Fondements				
Responsable 1	Anne PETRENKO	Email 1	anne.petrenko@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce cours a pour objectif d'enseigner aux étudiants les connaissances indispensables pour comprendre le devenir des photons en milieu océanique, les fondements de l'optique marine.				
SAVOIR-FAIRE	A l'issue de ce cours, les étudiants possèdent un savoir-faire leur permettant une utilisation et une analyse correcte des informations collectées in situ par des instruments océanographiques optiques (radiomètre, quantamètre, fluorimètre, transmissomètre etc).				
CONNAISSANCES	Les connaissances associées à ce cours incluent des rappels sur les ondes électro-magnétiques, la notion de couleur et l'interaction de la lumière avec des matériaux transparents, les définitions de radiométrie. Les connaissances absolument nouvelles incluent les Propriétés Inhérentes Optiques (IOPs), dont l'Absorption, la Diffusion, l'Atténuation, l'étude de la lumière à travers la colonne d'eau, l'apprentissage des Propriétés Apparentes Optiques (AOPs) et la mise en équation du devenir des photons dans l'eau pour obtenir l'équation de transfert radiatif, ainsi que la présentation brève de quelques méthodes de résolution.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CMs (20h):</p> <p>I Couleur - Interaction de la lumière avec matériaux « transparents »</p> <p>II Radiométrie et Propriétés Inhérentes Optiques (IOPs)</p> <p>III IOPs dans l'eau marine (Absorption, Diffusion, Atténuation)</p> <p>IV Lumière à travers la colonne d'eau</p> <p>V Propriétés Apparentes Optiques (AOPs)</p> <p>VI Devenir de la lumière dans l'eau - modélisation de transfert radiatif</p> <p>Tds (10h):</p> <p>Radiation solaire</p> <p>Analyse de spectres d'IOPs</p> <p>calcul de Kpar avec données PHYBIO</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Aucun				
MOTS-CLEFS	Absorption, Diffusion, Atténuation, Ondes électro-magnétiques, Réflectance, modélisation de transfert radiatif				
REPARTITION CM/TD/TP	20 heures CM 10 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	30 % CC + 70 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB305b) Optique marine et biogéochimie - Instrumentation et télédétection				
Responsable 1	Anne PETRENKO	Email 1	anne.petrenko@univ-amu.fr		
Responsable 2	Christel PINAZO	Email 2	christel.pinazo@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	A la suite du cours sur les fondements de l'optique marine, ce cours d'approfondissement a pour objectif d'enseigner aux étudiants les connaissances indispensables pour utiliser et analyser des mesures acquises soit par des instruments océaniques, soit en télédétection, en particulier couleur de l'eau.				
SAVOIR-FAIRE	A l'issue de ce cours, les étudiants possèdent un savoir-faire leur permettant une utilisation et une analyse correcte des informations collectées in situ par des instruments océanographiques optiques (radiomètre, quantamètre, fluorimètre, transmissomètre etc).				
CONNAISSANCES	Les connaissances associées à ce cours incluent des rappels sur les Propriétés Inhérentes Optiques (IOPs), Propriétés Apparentes Optiques (AOPs) et la mise en équation du devenir des photons dans l'eau pour obtenir l'équation de transfert radiatif. Les connaissances nouvelles incluent la description des instruments optiques in situ, des plus courants (radiomètre, quantamètre, fluorimètre, transmissomètre etc) à des plus spécialisés, la télédétection océanographique, les algorithmes les plus couramment utilisés en couleur de l'eau (obtention de la concentration de chlorophylle a à partir de l'espace) et la variabilité des mesures obtenues.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CMs (10h): Rappel des IOPs, AOPs et modélisation de transfert radiatif I Instrumentation optiques in situ II Télédétection océanographique: Couleur de l'eau</p> <p>TDs (20h) : Chlorophylle-a satellite IOPs et Réflectances KD490 Atténuation diffuse à 490 nm satellite RRS Réflectance de télédétection</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	OPB305a				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Optique, Données satellite Couleur de l'eau, Chlorophylle, KD490, RRS, Copernicus				
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM 20 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	70 % CC + 30 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB309) Approche lagrangienne : stratégies d'échantillonnages				
Responsable 1	Andrea Doglioli	Email 1	andrea.doglioli@univ-amu.fr		
Responsable 2	-	Email 2	-		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'ambition de cet enseignement est de donner une formation de haut niveau en océanographie physique sur les techniques d'analyse Lagrangienne de la circulation océanique et leur application pour les stratégies d'échantillonnage adaptatives et Lagrangiennes pour les campagnes océanographiques multidisciplinaires.				
SAVOIR-FAIRE	Développement et utilisation d'un code numérique à particules Lagrangiennes pour la simulation de l'advection-dispersion et le calcul des FSLE-Finite Size Lyapunov Exponents basé sur les données satellites. Cet enseignement a vocation à s'inscrire dans la formation Copernicus Academy.				
CONNAISSANCES	Une fois posé la problématique de l'échantillonnage in situ en milieu turbulent et les bases des principes de l'approche Lagrangienne, ils seront étudié plusieurs exemples de campagne océanographiques réalisé par le MIO.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM. Modèles numériques à particules Lagrangiennes CM. Les structures lagrangiennes cohérentes et les exposants de Lyapunov CM. Les courants d'inertie</p> <p>TD. Développement d'un code à particules Lagrangiennes TD. Développement d'un code de calcul des FSLE TD. Les campagnes LATEX (dispersion de traceur, calculs de diffusion, calculs de flux) TD. Les campagnes OUTPACE, OSCAHR et BioSWOT-Med (stratégie d' échantillonnage adaptative, impact de la méso- et sousmeso-échelle sur la biogéochimie)</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	(OPB306) Approche lagrangienne : fondements				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	(OPB206) Océanographie Physique				
MOTS-CLEFS	Fine échelle couplage physique-biogéochimie marines campagnes océanographiques.				
REPARTITION CM/TD/TP	16 heures CM 14 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	0 % CC + 100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB312) Modélisation intégrée physique et biogéochimique				
Responsable 1	Christel Pinazo	Email 1	christel.pinazo@univ-amu.fr		
Responsable 2	Guillaume Le Gland	Email 2	guillaume.LE-GLAND@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Acquérir et générer des données de qualité					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'ambition de cet enseignement est de fournir une solide base de connaissances en modélisation numérique océanique couplée physique et biogéochimique, des principaux processus (formulation, paramétrisation) présents dans les modèles biogéochimiques d'écosystème planctonique (bas niveaux trophiques, diversité) et des différents principes de couplage entre ces modèles.				
SAVOIR-FAIRE	Techniques de modélisation numérique couplée de la circulation océanique et des processus biogéochimiques				
CONNAISSANCES	Fondements de la modélisation numérique océanique couplée physique et biogéochimique.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM. Présentation des principaux processus présents dans les modèles biogéochimiques de bas niveaux trophiques (formulation, paramétrisation).</p> <p>CM. Présentation des différents principes de couplage entre modèles biogéochimiques et hydrodynamiques.</p> <p>CM. Présentation de la zone régionale d'étude (repères géographiques, forçages environnementaux, fonctionnement et principaux processus de cette zone).</p> <p>TP. Modification d'un modèle biogéochimique pour répondre à une problématique donnée (ajout de modules, tests de sensibilité) et étude des conséquences de ces modifications sur la dynamique du modèle.</p> <p>TP. Prise en main de la configuration standard du modèle. Réalisation de la simulation standard, interprétation des résultats et analyse de l'importance des principaux processus hydrodynamiques, biogéochimiques ou des échanges O/A à différentes échelles (journalière, saisonnière) en zone côtière.</p> <p>TP. Modification d'une configuration standard du modèle (fichiers de forçages, namelist) pour l'adapter à une problématique donnée dans le cadre du projet d'étude. Interprétation des résultats des simulations.</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	(OPB205) Modélisation 3D Océanique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	-				
MOTS-CLEFS	modélisation numérique océanique; couplage physique et biogéochimie modèles biogéochimiques d'écosystème planctonique (bas niveaux trophiques, diversité).				
REPARTITION CM/TD/TP	12 heures CM 0 heures TD 18 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM302)Invasions et transferts biologiques				
Responsable 1	Thierry THIBAUT	Email 1	thierry.thibaut@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Protéger et gérer les écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Comprendre les processus d'invasions				
SAVOIR-FAIRE	Rédaction et présentation scientifique				
CONNAISSANCES	Connaissance approfondie sur les invasions et transferts biologiques				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Les invasions biologiques (transfert d'espèces par l'homme, vers de nouveaux écosystèmes et régions) et les transferts biologiques (transfert du fait de l'homme d'un pathogène ou d'un parasite, d'un hôte à un autre) correspondent à des phénomènes similaires. Bien que centré sur le milieu marin, le cours abordera le cas des eaux douces et des milieux terrestres, chaque fois que les processus y sont différents ou bien que des connaissances issues de ces milieux sont nécessaires pour bâtir une théorie unitaire. 1. Définition des concepts de la biologie des invasions. 2. Causes et vecteurs des invasions et transferts biologiques. 3. Facteurs de succès des invasions et transferts. On mettra l'accent sur le rôle (ou l'absence de rôle) de la diversité spécifique et fonctionnelle et des perturbations, sur les processus biologiques et génétiques impliqués dans le succès des invasions et sur les interrogations scientifiques d'actualité (e.g. rôle de la biodiversité dans le fonctionnement des écosystèmes). 4. Conséquences écologiques, économiques et sur la santé humaine. 5. Prévention et contrôle des invasions et transferts : de la science théorique à la gestion des milieux naturels. 6. Etudes de cas : la macroalgue <i>Caulerpa taxifolia</i>, le dinobionte unicellulaire allergisant <i>Ostreopsis</i> spp., la jussie <i>Ludwigia</i> spp. dans les eaux douces, les griffes de sorcières <i>Carpobrotus</i> spp. en milieu terrestre.</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	UE d'écologie marine				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Invasion biologique, NIS, impact sur la biodiversité				
REPARTITION CM/TD/TP	24 heures CM 6 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM305) Conservation et gestion de la biodiversité marine				
Responsable 1	BANARU Daniela	Email 1	daniela.banaru@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Protéger et gérer les écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de cette unité est de présenter les enjeux de conservation de la biodiversité sous toutes ses formes dans un contexte de conflits d'usage croissants en milieu marin. Des méthodes de gestion durable des écosystèmes marins et de leurs ressources dans des milieux de plus en plus anthropisés seront montrées.				
SAVOIR-FAIRE	Analyser, interpréter et synthétiser les connaissances relatives aux systèmes marins et à leur gestion				
CONNAISSANCES	Connaitre les enjeux de la protection et de la conservation de la biodiversité sous toutes ses formes ainsi que des méthodes de gestion durable dans un contexte de conflits d'usage croissants en milieu marin				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Cours magistraux associés à des TD et pédagogie active sous la forme des ateliers débats autour des problématiques de gestion et conservation de la biodiversité marine. Introduction sur la conservation, la gestion et les conflits d'usage Biodiversité sous toutes ses formes Génétique de la conservation Notions de droit de la mer Aires marines protégées Méthodes de restauration. Récifs artificiels Gestion de la pêche. Aquaculture durable Ateliers - débat sur la gestion de l'eau et des ressources				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Ecologie marine. Océanographie biologique				
MOTS-CLEFS	Biodiversité, AMP, gestion, restauration, pêche, aquaculture, conflits d'usage				
REPARTITION CM/TD/TP	20 heures CM 10 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	30 % CC + 70 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM307) Approche écosystémique des ressources marines exploitées I				
Responsable 1	Marc Soria (UMR MARBEC, Sète)	Email 1	marc.soria@ird.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Protéger et gérer les écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Comprendre et prévoir les effets de l'exploitation des ressources marines et du changement climatique sur les écosystèmes marins.				
SAVOIR-FAIRE	Analyser des données d'exploitation de ressources marines Modéliser la dynamique des écosystèmes marins exploités dans le contexte du changement global.				
CONNAISSANCES	Interactions ressource-pêche Interactions trophiques Interactions ressource-environnement Analyses de données Modélisation de la dynamique des écosystèmes exploités.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Ce module développe le contexte actuel de l'exploitation des ressources marines (pêche et aquaculture) et du changement climatique global sur la dynamique des écosystèmes marins. Dans la perspective de mieux comprendre et prévoir les effets de cette exploitation et du climat sur les écosystèmes marins, le module d'enseignement est structuré autour de l'identification, la quantification et la modélisation des interactions entre le climat (environnement) les espèces marines (ichtyo-faune essentiellement) et leur exploitation. (Enseignements réalisés à Sète).</p> <p>Exemples de thèmes abordés</p> <p>Interactions ressource-pêche :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Analyse et traitement des données de capture et effort de pêche, – L'avenir de la pêche dans une planète en mutation, – Impacts des pêcheries sur les modes de structuration et de déplacement des espèces, – Analyse économique et juridique de l'exploitation des ressources marines. <p>Interactions trophiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Les systèmes aquacoles intégrés multi-trophiques, – Modélisation trophique et bioénergétique. <p>Interactions ressource-environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Dynamique spatiale et temporelle des populations, – Diversités des communautés dans les écosystèmes marins, – Écologie spatiale numérique, – Analyse et modélisation des effets du climat sur la distribution spatiale des populations, – Écologie comportementale. <p>Exemples de méthodes abordées</p> <p>Analyses de données :</p> <ul style="list-style-type: none"> – GLM, GAM, – Indicateurs de distribution spatiale, – Analyse de données acoustiques, – Analyse de séries temporelles. <p>Modélisation :</p>				

	<ul style="list-style-type: none"> – Modélisation des systèmes prédateurs-proies, – Modèles structurés en taille (EDP spectre de taille), – Modèles IBM de la dispersion larvaire (modèle biophysique ICHTHYOP), – Modèles de dynamique spatiale (EDP, modèles à compartiments), – Modèles de dynamique des populations, – Modélisation bioénergétique (DEB model). 		
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Modélisation		
PRE-REQUIS RECOMMANDES			
MOTS-CLEFS	Ressources marines, dynamique des populations, modélisation, changement global		
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM 10 heures TD 10 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM308) Approche écosystémique des ressources marines exploitées II				
Responsable 1	Marc Soria (UMR MARBEC, Sète)	Email 1	marc.soria@ird.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Protéger et gérer les écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Comprendre et prévoir les effets de l'exploitation des ressources marines et du changement climatique sur les écosystèmes marins.				
SAVOIR-FAIRE	Analyser des données d'exploitation de ressources marines Modéliser la dynamique des écosystèmes marins exploités dans le contexte du changement global.				
CONNAISSANCES	Interactions ressource-pêche Interactions trophiques Interactions ressource-environnement Analyses de données Modélisation de la dynamique des écosystèmes exploités.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Deuxième partie de l'UE « Approche écosystémique des ressources marines exploitées » qui développe davantage les outils (modélisation notamment) permettant de comprendre et prévoir les effets de l'exploitation des ressources marines et du climat sur la dynamique des écosystèmes marins. Le module d'enseignement est structuré autour de l'identification, la quantification et la modélisation des interactions entre le climat (environnement) les espèces marines (ichtyo-faune essentiellement) et leur exploitation.</p> <p>Enseignements réalisés à Sète.</p> <p>Exemples de thèmes abordés</p> <p>Interactions ressource-pêche :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Analyse et traitement des données de capture et effort de pêche, – L'avenir de la pêche dans une planète en mutation, – Impacts des pêcheries sur les modes de structuration et de déplacement des espèces, – Analyse économique et juridique de l'exploitation des ressources marines. <p>Interactions trophiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Les systèmes aquacoles intégrés multi-trophiques, – Modélisation trophique et bioénergétique. <p>Interactions ressource-environnement :</p> <ul style="list-style-type: none"> – Dynamique spatiale et temporelle des populations, – Diversités des communautés dans les écosystèmes marins, – Écologie spatiale numérique, – Analyse et modélisation des effets du climat sur la distribution spatiale des populations, – Écologie comportementale. <p>Exemples de méthodes abordées</p> <p>Analyses de données :</p> <ul style="list-style-type: none"> – GLM, GAM, – Indicateurs de distribution spatiale, – Analyse de données acoustiques, – Analyse de séries temporelles. 				

	Modélisation : – Modélisation des systèmes prédateurs-proies, – Modèles structurés en taille (EDP spectre de taille), – Modèles IBM de la dispersion larvaire (modèle biophysique ICHTHYOP), – Modèles de dynamique spatiale (EDP, modèles à compartiments), – Modèles de dynamique des populations, – Modélisation bioénergétique (DEB model).		
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Modélisation		
PRE-REQUIS RECOMMANDES			
MOTS-CLEFS	Ressources marines, dynamique des populations, modélisation, changement global		
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM 10 heures TD 10 heures TP	HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	100 % ET	©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM311) Système d'information Géographique				
Responsable 1	BLANFUNE Aurélie	Email 1	aurelie.blanfune-thibaut@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Protéger et gérer les écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Le SIG est un outil courant de l'écologie, les étudiants sont formés sur QGIS qui un logiciel libre qui donne une bonne base pour s'initier à la cartographie et aux analyses spatiales. La philosophie du SIG est enseignée afin de permettre aux étudiants de pouvoir d'autres logiciel dans leur avenir. Cette UE est une UE outil qui permet à nos étudiants de s'intégrer plus facilement dans des bureaux d'études. Le but de l'UE est de former les étudiants aux analyses de données géoréférencées et à la réalisation de cartes. Le cours se compose de partie théorique et de mise en pratique du chapitre en cours. Le fil conducteur de l'UE est de répondre à un questionnaire scientifique concret pour un projet de gestion du littoral. Le projet peut varier en fonction des demandes sociétales au moment de la réalisation de l'UE.				
SAVOIR-FAIRE	Analyses de données géoréférencées Cartographie				
CONNAISSANCES	Utilisation de QGIS, Initiation aux analyse spatiales, Réalisation de cartes dans les règles de l'art				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Introduction notion de base en SIG/systemes de coordonnées/installation de QGIS et prise en main : 4/13% Système de projection/manipulation avancée des données vectorielles : 4/13% Fonds de carte/construire des représentations cartographiques : 4/13% Mise en forme de la donnée : 4/13% Carroyage/analyse de données ponctuelle : 4/13% Mettre en place une couche SIG : 4/13% TD pratique : 8/26% L'UE est évaluée par un examen théorique et un examen pratique. L'évaluation se fait sur la dernière journée de l'UE.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	OCE105 - Stat et analyse des données				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	SIG Cartographie Données géoréférencées Analyses spatiales et temporelles.				
REPARTITION CM/TD/TP	14 heures CM 16 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM313) Indicateurs du milieu marin				
Responsable 1	Thierry THIBAUT	Email 1	thierry.thibaut@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Protéger et gérer les écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Comprendre comment se construit un indicateur, le construire et analyser sa pertinence				
SAVOIR-FAIRE	Construction d'indicateur et réflexion sur leur intérêt et leur utilisation				
CONNAISSANCES	Identifier les perturbations en relations aux organismes/écosystèmes étudiés, mise en équation, analyse de données				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	L'utilisation d'indicateurs en milieu marin se multiplie depuis quelques années, notamment depuis la mise en place des directives européennes (DCE, DCSMM) qui obligent les états à mettre en place des outils de suivi de la qualité du milieu marin. Les étudiants apprendront à construire différentes gammes d'indicateurs, des indicateurs mono-spécifiques jusqu'aux indicateurs écosystémiques. Ils mettront en application l'utilisation d'indicateur par un travail sur projet, à partir de données de terrains issus de campagne DCE et DCSMM. Les étudiants développeront également des indicateurs de pressions en rapports aux Indicateurs écologiques. Le développement de nouveaux indicateurs basés sur les foraminifères sera présenté. A chaque étape on demandera aux étudiants d'avoir une analyse critique de l'utilisation de ces indicateurs.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	UE d'analyses de données et d'écologie marine				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Indicateur biologique, DCE, DCSMM				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 30 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	70 % CC + 30 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM314) Procédures et études d'impacts				
Responsable 1	Thierry THIBAUT	Email 1	thierry.thibaut@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC2 Protéger et gérer les écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Mettre en place un suivi environnemental dans le cadre d'appel d'offre				
SAVOIR-FAIRE	Rédaction, analyse de documents, Maîtriser les procédures de mise en place de suivis et d'études d'impacts en milieu marin				
CONNAISSANCES	Maîtrise de la réglementation, suivi des procédures, estimation de budget				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Cette UE est une UE effectuée en majorité par des intervenants extérieurs, des chargés d'études de bureaux d'études ou d'administration (Office Français de Biodiversité). Dans le cadre de l'obligation RCE (Réduire Compenser Eviter), à travers des études de cas concrets (par exemple études d'impacts avant la construction d'un port), les étudiants sont formés à budgétiser, mettre en place les procédures administratives, les protocoles de suivis in situ et le cadrage administratif réglementaire dans ce type d'étude. La pédagogie est basée sur l'étude de cas.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	UE d'écologie marine				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	UE de Conservation gestion, Indicateur Biologique et/ou Analyse des communautés benthiques				
MOTS-CLEFS	Procédure RCE, procédure administrative, étude d'impact, suivi réglementaire				
REPARTITION CM/TD/TP	21 heures CM 9 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB310) Analyse des signaux en Océanographie				
Responsable 1	Léo BERLINE	Email 1	leo.berline@univ-amu.fr		
Responsable 2	Jean-Luc Devenon	Email 2	jean-luc.devenon@univ-amu.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser (OPB)					
BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins (OBEM)					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce cours a pour objectif d'introduire les rudiments d'analyse des signaux temporels ou spatiaux pour identifier les périodicités présentes dans des résultats expérimentaux bruités. Les techniques maîtrisées à l'issue de l'enseignement doivent permettre d'aborder également la préparation de stratégies cohérentes d'échantillonnage préalablement à la réalisation d'une campagne océanographique ou l'analyse de signaux sous forme d'image bidimensionnelle.				
SAVOIR-FAIRE	Analyse de la périodicité				
CONNAISSANCES	Transformée de Fourier				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Le cours couvre les notions suivantes : signaux déterministes signaux aléatoires analyse par corrélation série de Fourier d'une fonction périodique transformée de Fourier lien largeur de spectre-durée du signal représentation de l'opération d'échantillonnage la convolution des signaux le théorème d'échantillonnage conséquences pratiques pour la programmation des instruments de mesure et la stratégie de déploiement de capteurs.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	UE Statistiques et analyse de données				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Mathématiques - intégration				
MOTS-CLEFS	Signal, Analyse de Fourier, spectre				
REPARTITION CM/TD/TP	14 heures CM 16 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	00 % CC + 100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM312) Caractérisation des communautés microbiennes par métagénomique ciblée				
Responsable 1	Cécile Militon	Email 1	cecile.militon@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser (OPB) BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins (OBEM)					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de ce cours est de familiariser les étudiants avec les méthodes avancées de caractérisation des communautés microbiennes, principalement à travers l'analyse de séquences biologiques, connue sous le nom de métabarcoding. A l'issue de cette UE, les étudiants sauront traiter, analyser et interpréter des données de métabarcoding produites afin de caractériser la diversité et la composition de communautés microbiennes marines.				
SAVOIR-FAIRE	Maîtriser les outils bioinformatiques pour le traitement des séquences issus de projets de métabarcoding (filtrage qualité, identification de chimères, identification des variantes de séquences, regroupement en unité taxonomique opérationnelles) et l'analyse des données (richesse spécifique, indices de diversité, détermination de la composition taxonomique) Connaître les biais analytiques du métabarcoding.				
CONNAISSANCES	A la fin de cette UE, les étudiants sont capables de traiter, analyser et interpréter des données de métabarcoding générées à partir d'échantillons environnementaux complexes. En travaillant sur des données issues de standards microbiens, ils mettent en évidence les principaux biais inhérents à cette méthode et identifient les précautions à prendre lors de la production et du traitement de ces données.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Introduction : Génomique environnementale et bouleversements méthodologiques (NGS). Exemple de projets phares sur les thèmes de la biodiversité et écologie des organismes présents et passés. Métagénomique ciblée (théorie et pratique) : distinction barcoding/métagénomique ciblée/ADNe, chaîne de production et d'analyse des séquences (wet lab/dry lab), biais d'extraction, biomarqueurs 16S (choix des régions variables, nb d'opérons, variabilité inter-opérons, autres biomarqueurs), couverture des amorces, multiplexage, format des lectures, scores de qualité, filtrage des séquences (qualité, amorces, adaptateurs), denoising, détermination des variants de séquences d'amplicons (ASV), chimères, notion d'OTU et méthode de regroupement, assignation taxonomique, richesse en ASV ou OTU, courbes d'accumulation, raréfaction, composition taxonomique, core microbiote, indices de diversité alpha et beta, analyse multivariée. Mini-projet : Dans la dernière partie de l'UE, les étudiants s'engagent dans des mini-projets individuels où ils traitent des données provenant de projets de recherche pour répondre à des problématiques spécifiques. Cette approche pratique, en contexte réaliste, renforce leur compréhension des concepts théoriques abordés au cours de l'enseignement.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Biologie moléculaire : structures et propriétés des biomolécules (acides nucléiques)				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Techniques moléculaires : extraction des acides nucléiques, amplification par PCR.				
MOTS-CLEFS	Métagénomique ciblée, métabarcoding, gènes biomarqueurs, traitement de séquence NGS, diversité et composition des communautés microbiennes				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 30 heures TD 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	40 % CC + 60 % ET			©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB308) Structure et dynamique verticale de la colonne d'eau				
Responsable 1	Melika Baklouti	Email 1	melika.baklouti@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Ce cours a pour objectif d'identifier et analyser le rôle des principaux facteurs physiques et biogéochimiques contribuant à la structuration verticale de variables physiques (température, salinité, densité) et biogéochimiques (chlorophylle, nutriments, oxygène,...) dans la colonne d'eau.				
SAVOIR-FAIRE	<ul style="list-style-type: none"> - Familiarisation avec l'environnement Linux et ses outils - Prise de connaissance et utilisation d'un modèle 1DV couplé physique-biogéochimie programmé en F90 - Réalisation de simulations - Utilisation de python pour tracer des sorties de modèle et analyse critique ; 				
CONNAISSANCES	<ul style="list-style-type: none"> - Principales caractéristiques de la structure verticale de l'océan variabilité saisonnière et avec la latitude - Description détaillée des flux de quantité de mouvement et de flottabilité échangés à l'interface air/mer et des processus de mélange vertical qu'ils induisent dans la colonne d'eau - Influence sur la biogéochimie de la colonne d'eau de ces différents processus physiques, et présentation de différents exemples illustratifs, en particulier en Méditerranée. ; 				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>CM1: Rappel de notions incontournables, principales couches de l'océan, thermocline permanente et saisonnière, stratification /déstratification, variation de la structure verticale avec la latitude</p> <p>CM2: Flux de flottabilité à l'interface air/mer, bilan des flux de flottabilité, flux de quantité de mouvement induits par le vent, propagation du rayonnement « short-wave » dans la colonne d'eau, stabilité statique</p> <p>CM3: Mélange turbulent, transport vertical sous l'effet du vent, processus forcés par la flottabilité, impact de processus de sub-mésoéchelle sur la structure verticale, résumé des principaux processus physiques et de leur contribution au mélange</p> <p>CM4: Principaux processus biogéochimiques mis en jeu dans le réseau trophique planctonique, caractéristiques de la structure verticale du point de vue biogéochimique (nutriclines, maximum de chlorophylle de subsurface (SCM), profils verticaux d'oxygène dissous,...), couplage physique-biogéochimie à petite et grande échelle, effet du mélange sur la production primaire, conditions d'occurrence d'un bloom, colonne d'eau stablement stratifiée et biogéochimie</p> <p>CM5 : diaporama de 2 h sur la modélisation couplée physique-biogéochimie, aperçu de la théorie et des techniques numériques sous-jacentes, illustration par des cas d'étude</p> <p>TP1 : présentation et appropriation de l'environnement et des outils de modélisation et de tracé des sorties</p> <p>TP2-TP3 : simulation (OD) avec une configuration simple (modèle Eco3M-ens) d'un réseau planctonique marin représentatif de la Méditerranée. Analyse de la dynamique du réseau sous l'effet de différents processus. Comparaison avec l'évolution temporelle de la couche de surface en Méditerranée.</p> <p>TP4-TP5 : simulation 1DV (TKE-Eco3M) couplée physique-biogéochimie du réseau planctonique de Méditerranée occidentale), analyse de la dynamique du SCM et processus impliqués...</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES					
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Flux de flottabilité et de quantité de mouvement à l'interface air-mer, couplage physique-biogéochimie, production primaire				
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM 0 heures TD 20 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OPB311) Mesures en mer: traitement et analyses des données				
Responsable 1	Anthony Bosse	Email 1	anthony.bosse@mio.osupytheas.fr		
Responsable 2	Samuel Meulé	Email 2	meule@cerege.fr		
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser des données complexes et modéliser					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de cette unité d'enseignement est d'aborder l'analyse de données océanographiques collectées en mer. Cette UE fait suite à l'UE OPB201 « Mesures en mer : campagne en mer » (campagne PHYBIO sur NO Téthys II et déploiements d'instruments en milieu littoral). Elle permettra aux étudiants de se confronter à la problématique de l'analyse de données in situ dans le contexte de l'océan hauturier et littoral.				
SAVOIR-FAIRE	Prendre en main un jeu de données nouveau, mener une analyse scientifique, appliquer des outils informatiques pour leur analyse				
CONNAISSANCES	Systèmes d'observations, Analyse de données océanographiques complexes.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Cette UE se déroulera sous la forme de TDs en 3 parties :</p> <p>Physique du littoral (12h): l'objectif sera de lire, traiter, et analyser (statistiques et spectrales) les données de météo, de pression et de courant sur le domaine littoral acquises dans le cadre de l'UE OPB201 ou plus largement acquises dans le cadre de campagne littorale méditerranéenne. Toute la chaîne de traitement se fera sous Python.</p> <p>Physique de du gradient côté large (10h) : Les données du Tethys de la série de campagnes PHYBIO seront analysées dans le contexte du gradient côte-large (profils CTD, mesures courants par ADCP, transects MVP), ainsi que des tendances climatiques observées. On complétera cette approche par l'introduction à l'analyse de plateformes autonomes (Argo, gliders) dans la région et le contexte de la convection profonde au large. Les TDs seront effectués sous Python.</p> <p>Biogéochimie (4H) : Représentation et analyse des données de sels nutritifs et d'oxygène acquises dans le cadre de l'UE OPB201</p> <p>Évaluation de la qualité et ajustement des données d'oxygène acquises par les capteurs.</p> <p>Au cours de l'UE, les étudiant.e.s travailleront en binôme sur un projet associant un ou plusieurs jeux de données océanographique et une question scientifique. Les résultats de ce projet seront restitués à l'orale à la fin de l'UE.</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	(OCE101) Océanographie générale (OCE103) Océanographie chimique (OCE103M) Mesures en océanographie chimique				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	(OPB202) Cycles biogéochimiques globaux (OPB206) Océanographie Physique (OPB201) Mesures en mer : campagne en mer				
MOTS-CLEFS	Instrumentation en océanographie, Campagne océanographique, Analyse de données de terrain				
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM 30 heures TD 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0
M3C	50 % CC + 50 % ET			©5LSM	

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM303) Analyse des communautés benthiques				
Responsable 1	Thierry THIBAUT	Email 1	thierry.thibaut@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Maîtriser la mise en place de protocoles d'échantillonnages, recueillir les données sur le terrain, les analyser et les interpréter				
SAVOIR-FAIRE	Travail de terrain, analyse de données, rédaction scientifique				
CONNAISSANCES	Compétences en écologie marine, reconnaissance d'espèces, collecte de données in situ				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>Les étudiants seront formés d'une part à l'identification des communautés benthiques littorales méditerranéennes et aux moyens mis en œuvre pour les échantillonner et les caractériser (techniques de cartographie sous-marine des biocénoses mesures semi-quantitatives dans des quadrats : identifications des espèces benthiques, composition, recouvrement, . calcul d'aire minimale technique de caractérisation des paramètres d'un herbier de Posidonie analyses de la granulométrie techniques de recensement des espèces necto-benthiques vagiles associées (poissons : technique des transects de recensements visuels)). Cette UE sera réservée aux étudiants ayant déjà une qualification en plongée sous-marine (niveau 2 CMAS ou équivalent) et se destinant à devenir benthologue.</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Compétences en statistiques, plongée sous -marine niveau 2 minimum, compétences naturalistes				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	UE d'analyses de données, de biologie et écologie marine				
MOTS-CLEFS	Benthos, collecte de données, terrain, méditerranée				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 0 heures TD 30 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	50 % CC + 50 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM304) Systèmes dynamiques et modélisation en océanographie biologique				
Responsable 1	JC POGGIALE	Email 1	jean-christophe.poggiale@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Maîtriser et mettre en oeuvre des méthodes d'analyse de séries temporelles fondées sur la théorie des systèmes dynamiques				
SAVOIR-FAIRE	Analyser des données complexes, analyser des modèles de dynamiques écologiques et appliquer les concepts théoriques à l'analyse des données. Programmation en Python et en R.				
CONNAISSANCES	Théorie des systèmes dynamiques non linéaires, modèles déterministes chaotiques et modèles stochastiques, éléments de théorie des bifurcations, processus autorégressifs, perturbations aléatoires de systèmes dynamiques, plongement dans l'espace des phases d'une série temporelle et applications. Langage Python et R.				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Exemples de systèmes dynamiques déterministes chaotiques et de modèles stochastiques en écologie. Exposant de Lyapounov. Eléments de la théorie des bifurcations et bifurcations génériques de codimension 1, application à l'analyse des modèles, formes normales, méthodes de plongement dans l'espace des phases, modèles autorégressifs, modèles probabilistes. Simulations en Python et en R.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	UE de modélisation avancée du S2				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Séries temporelles, modélisation, bifurcations, déterminisme, stochasticité, prévision				
REPARTITION CM/TD/TP	60 heures CM 0 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM306) Machine learning				
Responsable 1	David NERINI	Email 1	david.nerini@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Savoir étudier des données en grandes dimensions (grands nombre de variables et observations) et développer les algorithmes de base des méthodes de classification.				
SAVOIR-FAIRE					
CONNAISSANCES					
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Régression linéaire, régression non-linéaire, méthodes numériques de recherche de minimum, méthodes de classifications supervisées et non-supervisées, model_based clustering, arbres de régression et de classification, analyse discriminante				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	OBEM202A premier semestre M1 OBEM ou équivalent.				
PRE-REQUIS RECOMMANDES					
MOTS-CLEFS	Apprentissage, classification, régression, prévision.				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 30 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	30 % CC + 70 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM309) Statistiques spatiales				
Responsable 1	Nicolas Bez	Email 1	nicolas.bez@ird.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	Connaitre l'existence de méthodes statistiques adaptées aux données géoréférencées				
SAVOIR-FAIRE	Savoir décrire des corrélations spatiales et en tenir compte dans les estimations				
CONNAISSANCES	Krigage				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Ce cours constitue une initiation aux méthodes géostatistiques pour la modélisation et l'estimation de phénomènes régionalisés. Les notions abordées concernent l'influence du support d'information, les outils pour décrire et modéliser les structures spatiales (variogramme), les techniques d'interpolation et de cartographie (krigeage) ainsi que les méthodes d'estimation de quantité totale (typiquement la biomasse d'une espèce) dans un contexte spatial. Une attention particulière est portée vers les variances d'estimation ainsi que vers les moyens pour quantifier les incertitudes associées aux estimations. Les concepts de redondances d'informations et d'auto-corrélations, ainsi que leurs conséquences en termes d'estimation, sont donc discutées. Les principes théoriques sont illustrés par différents cas d'étude et la moitié du cours est consacrée à la manipulation de données géoréférencées et à l'utilisation de routines spécifiques (manipulation du logiciel statistique R, package spécialisé dans le traitement des données spatialisées).				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Statistiques élémentaires et regressions linéaires + R				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Maîtrise des expressions mathématiques associées au point précédent matrices dérivé mathématique.				
MOTS-CLEFS	Données géoréférencées, Variables régionalisées, Variogramme, Krigage, Estimation de biomasse.				
REPARTITION CM/TD/TP	10 heures CM 10 heures TD 10 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	100 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	3
Intitulé UE	(OBEM315) Outils de caractérisation des réseaux trophiques				
Responsable 1	BANARU Daniela	Email 1	daniela.banaru@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'objectif de cette unité est la présentation des modes d'alimentation des métazoaires, des interactions et du fonctionnement trophique end-to-end des écosystèmes marins allant des sources de matière organique particulière aux prédateurs supérieurs. Un large spectre d'outils traceurs trophiques seront exposés : contenus stomacaux, isotopes stables, isotopes stables sur composés spécifiques, acides aminés, acides gras, analyses biochimiques, modèles de mélange basés sur les isotopes stables. La théorie sera illustrée avec des exemples de la littérature et des exemples et des jeux de données en TD et des données acquises en TP.				
SAVOIR-FAIRE	Analyser les intractions trophiques en milieu marin.				
CONNAISSANCES	Utiliser et analyser des résultats issus des analyses trophiques (contenus stomacaux, isotopes stables, isotopes stables sur composés spécifiques, acides aminés, acides gras, analyses biochimiques, modèles de mélange basés sur les isotopes stables).				
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	Cours magistraux associés à des TD et TP portant sur les interactions trophiques et les modes de fonctionnement des réseaux trophiques. Des outils d'étude des interactions trophiques seront montrés avec des exemples en TD. Les TPs porteront sur l'analyse des contenus stomacaux ainsi que la préparation des échantillons pour les analyses des isotopes stables et l'analyse de spectrométrie de masse. Introduction. Contexte d'étude écosystémiques. Modes d'alimentation et sélection alimentaire. Interactions trophiques et niveau trophique. Partage des ressources, niches trophiques. Outils traceurs trophiques : isotopes stables, isotopes stables sur composés spécifiques, acides aminés, acides gras, analyses biochimiques. Analyse des contenus stomacaux et calcul des indices trophiques. Modèles de mélange isotopiques. Application des outils trophiques pour les suivis de gestion. DCSMM.				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Ecologie				
MOTS-CLEFS	Ecologie trophique, interactions trophiques, sélection, partage, compétition, traceurs trophiques.				
REPARTITION CM/TD/TP	16 heures CM 8 heures TD 6 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	20 % CC + 80 % ET		©5LSM		

Mention	Sciences de la mer (MER)	SEM	M2S3	CRD	6
Intitulé UE	(OBEM316) Evolution, adaptation et co-évolution				
Responsable 1	Mathias GAUDUCHON	Email 1	mathias.gauduchon@univ-amu.fr		
Responsable 2		Email 2			
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention					
BCC3 Analyser, caractériser, modéliser et prévoir la dynamique des écosystèmes marins					
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE					
OBJECTIFS	L'étudiant, à partir d'un système écologique simple, sera à même de développer et d'analyser un modèle d'évolution des espèces qui le composent, en décrivant avec précision le phénomène de sélection naturelle. L'étudiant sera capable de décrire les différents scénarios évolutifs que le modèle peut prédire (équilibre évolutif d'un trait adaptatif, spéciation, suicide évolutif, cycle reine rouge, ...)				
SAVOIR-FAIRE	Construction d'un modèle et paramétrisation en fonction des caractéristiques adaptatives. Analyse de dynamiques sur plusieurs échelles de temps. Simulation de modèle IBM.				
CONNAISSANCES					
Contenus - Programme détaillé					
CONTENU	<p>* Partie théorique (cours + TD) Introduction sur la théorie de l'évolution de Darwin Présentation générale de la théorie de la Dynamique Adaptative Trait Substitution Sequence Fitness d'invasion Equation canonique Singularité évolutive Diversification évolutive (spéciation) Suicide évolutif Simulation de modèles individu centrés IBM (logiciel ZEN) *Partie Projet Personnel étude de cas approfondie, en utilisant tous les outils acquis durant le cours. Ex : évolution de l'efficacité de prédation, co-évolution proie-prédateur, évolution du cannibalisme, évolution de la virulence d'un pathogène, évolution de la coopération, ...</p>				
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Connaissances minimales requises en mathématiques (dérivée, étude de fonction, ...), en modélisation (dynamique de population, équilibre d'une équation différentielle, stabilité)				
PRE-REQUIS RECOMMANDES	OBEM209 (modélisation avancée en écologie marine) M1 S2 Pratique de la programmation scientifique (Python ou autre langage) pour le calcul et la représentation graphique				
MOTS-CLEFS	modélisation, évolution, coévolution, adaptation, sélection naturelle, dynamique de population, IBM				
REPARTITION CM/TD/TP	30 heures CM 30 heures TD 0 heures TP		HEURES PEDAGOGIE ACTIVE	0	
M3C	0 % CC + 100 % ET		©5LSM		

Année 2, semestre 4

SEMESTRE 4

Parcours	Parcours OPB		Parcours OBEM		
Option de Parcours Type	COUPLAGE	B&B	DEFE	CG	BOEM
BBC4 STAGE : Apprentissage par la recherche					
(TC6) Stage de fin d'études en laboratoire ou en entreprise	30	30	30	30	30

Mention	Inter-mentions		SEM	M2S4	CRD	3
Intitulé UE	(TC6) Stage en entreprise ou laboratoire					
Responsable 1	Resp mention	Email 1	philippe.cuny@univ-amu.fr			
Responsable 2		Email 2				
Compétences visées - Acquis d'apprentissages de la mention						
BCC4 STAGE : Apprentissage par la recherche						
Objectifs et acquis d'apprentissages spécifiques de l'UE						
OBJECTIFS	Mise en situation professionnelle					
SAVOIR-FAIRE	Savoir-faire spécialisés liés aux problématiques propres au stage					
CONNAISSANCES	Professionalisation, connaissance des acteurs de l'environnement (académiques, société civile.)					
Contenus - Programme détaillé						
CONTENU	Les étudiants effectuent un stage professionnalisant gratifié de 5 à 6 mois en laboratoire. Les étudiants choisissent un sujet de stage commandité soit par des collectivités territoriales (Conseil Général, Conseil régional, communes, communautés de communes, syndicat mixte, GIP,..), un organisme (Université, syndicat mixte, association, ONG), un bureau d'études ou proposé par une des équipes d'accueil du MASTER MER. Les étudiants sont encadrés par un tuteur pédagogique représentant la formation et un tuteur de stage dans la structure d'accueil. Ce travail donne lieu à une restitution finale écrite et orale. La mobilité internationale est encouragée par des aides émanant soit de ERASMUS ou CREPUQ via la direction des relations internationales (RI) soit dans le cadre de financement plus spécifique - se renseigner auprès du service RI de campus ou du directeur des stages de votre formation.					
PRE-REQUIS OBLIGATOIRES	Aucun prérequis					
PRE-REQUIS RECOMMANDES	Aucun prérequis					
MOTS-CLEFS	Stage - entreprise - laboratoire					
REPARTITION CM/TD/TP	0 heures CM 0 heures TD 0 heures TP			HEURES PEDAGOGIE ACTIVE		0
M3C	100 % CC		©5LBE			