

MASTER MARINE SCIENCES

PARCOURS PHYSIQUE OCÉAN ET CLIMAT

semestre 9 PM POC

Option (une seule au choix)

0 crédits ECTS

Téledétection terre-mer 1 (ENSTA Bretagne)

Présentation

Connaissances fondamentales en Télédétection Marine & Littorale

2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 20h

Travaux Dirigés : 5h

Objectifs

Donner les bases théoriques et les connaissances (par la pratique) des méthodes, outils et logiciels de traitements de données de Télédétection Marine & Littorale multi-sources

Pré-requis nécessaires

Les étudiants doivent posséder un bagage en mathématiques, probabilités/statistiques et des bases en informatique

Compétences visées

connaissance des données satellite pour l'environnement et capacité de les utiliser pour contraindre ou valider des modèles de prévision ou pour analyser des situations océanographiques

Descriptif

- Introduction : potentiel & limitation de la Télédétection en domaine marin & Littoral
- Interaction entre atmosphère et rayonnements électromagnétiques (signaux et/ou artefacts)
- Principaux capteurs de Télédétection et physique associée (optique, thermique, Lidar, radar, acoustique)
- Propriétés et spécificité de mise en œuvre des principales plateformes de Télédétection : terrestres, navires, satellites, avions, drones, ballons
- Orbitographie – Concept et dimensionnement de mission spatiale
- Prétraitement géométriques et radiométriques d'images de Télédétection

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			oral commun de 40 mn pour toutes les matières

Bases de données - Big data

Présentation

Le volume et la diversité grandissante des données océanographiques et climatiques fournies par les satellites, les réseaux de mesures *in situ* et les modèles climatiques, nous permettent de mieux comprendre le système climatique. Cependant, les méthodes d'analyse traditionnelles ne sont plus forcément adaptées pour traiter efficacement un si grand volume et une si large diversité de données. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre de nouvelles approches pour extraire les informations utiles des masses croissantes et complexes de données. Ces dernières années, les outils et méthodes d'apprentissages ont permis d'énormes progrès dans les domaines allant de la recherche sur le web à la bio-informatique. On peut ainsi anticiper l'impact décisif de ces outils pour les sciences de l'océan et du climat.

Les compétences en traitement de données acquises sont complémentaires à celles proposées dans le cursus de M2, *i.e.* mesures *in situ* et analyses de données, et permettent d'aller plus loin avec le traitement de grosses bases de données océanographiques et climatiques qui prennent une place grandissante dans les sciences du climat.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Projet tutoré : 12h

Cours Magistral : 15h

Travaux Pratiques : 10h

Autres : 12h

Objectifs

Le module 'Introduction to Big Data' vise à introduire au près des étudiants en physique de l'océan et du climat (M2) l'approche et les outils associés au 'Big Data', ainsi que les éléments de base de méthodes statistiques d'apprentissage, et de fouilles de données massives.

Ces objectifs se déclinent en deux volets :

- i) Familiarisation avec l'architecture et maîtrise des outils basiques (cloud, cluster, software...) de manipulation de grosses bases de données ;
- ii) Introduction à l'analyse de données basée sur les méthodes de classification et d'apprentissage statistique simple.

Pré-requis nécessaires

Étudiants de M2 Physique de l'Océan et du Climat (Master Science de la Mer et du Littoral, IUEM/UBO) ; et en formation continue.

Les étudiants doivent posséder un solide bagage en mathématiques, probabilités/statistiques et des bases en informatique.

Compétences visées

Ce cours renforce également la composante 'Sciences de l'ingénieur' du M2. Les compétences acquises sont également valorisables auprès de l'industrie offrant des débouchés futurs et massifs pour ce type de compétences.

À l'issue du module les étudiants devront être capable :

- de mettre en place un environnement 'big data' en ligne
- d'utiliser les outils techniques de bases associée à un environnement 'big data'
- de réaliser des opérations simples et d'extraire des informations utiles d'une source de données massives grâce à cette environnement
- maîtriser les d'apprentissage statistique simple permettant la classification de séries de données spatio-temporelles (classification avec méthode Kmean ; modèles de mélanges Gaussiens - GMM)

Descriptif

1) Module « Big Data »

Familiarisation avec les outils de manipulation de base données massives en utilisant notamment des solutions disponibles en ligne. Les outils sont principalement des espaces de stockage en ligne ('Cloud'), des nœuds de calculateurs ('Cluster'), et des suites de logiciels permettant d'exploiter de façon optimale l'environnement de machine sollicité et traiter de façon efficace de gros volumes de données. Les étudiants devront réaliser des opérations simples et extraire des informations utiles à partir d'un environnement 'big data' en ligne qu'ils auront mis en place avec leur jeu de données géophysiques (ex : données satellites de SST).

2) Module « Spatio/Temporal Data Mining»

Familiarisation avec les méthodes statistiques de fouille de données visant à identifier des schémas récurrents, ou pattern, dans des bases de données spatio/temporelle multi-paramètres et multi-dimensionnelles. Les méthodes explorées seront celles de classification et d'apprentissage

supervisées et non-supervisées. Les étudiants devront apprendre les principes mathématiques de ces méthodes pour bien en comprendre les domaines d'application et à les utiliser dans des cas simples à l'aide de bibliothèques logicielles standards.

Dans les deux cas les données utilisées seront des données géophysiques océanographiques/atmosphériques provenant de sources massives : données satellites à haute résolution, sortie de modèles de climat multiples, ...

1) « Big Data » : 24 h = 8 CM + 16 TP de manipulation de données sur le cloud (répartition des heures à définir). Simple à mettre en œuvre avec les outils disponibles en ligne, mais avec un coût (prévoir ~500\$ pour une session).

2) « Spatio/temporal Data Mining » : 24h = 8h CM + 4h TP + 12h Projet. Un certains nombres de projets seront pré-préparés mais les propositions à l'initiative des étudiants sera favorisée.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

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

Systèmes dynamiques pour les fluides planétaires

Présentation

Les systèmes dynamiques, la nature et les mécanismes du chaos pour les applications océanographiques, météorologiques - explorer les dynamiques des atmosphères et océans extra-terrestres

Dynamical systems, nature and mechanisms of chaos for oceanographic and meteorological applications ; explore extra-terrestrial atmospheres and oceans.

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 8h

Cours Magistral : 12h

Objectifs

Comprendre la nature et le principe des systèmes dynamiques et leurs caractéristiques (points fixes, cycles limites, bifurcations), les routes vers le chaos dissipatif et le chaos hamiltonien ; découvrir la dynamique des atmosphères de Venus, Mars, Jupiter et de l'océan d'Europe

Understand the nature and principle of dynamical systems and their characteristics (fixed points, limit cycles, bifurcations), routes towards dissipative or hamiltonian chaos; discover the dynamics of the atmospheres of Venus, Mars, Jupiter and of the ocean on Europa.

Pré-requis nécessaires

Connaissances en équations différentielles ordinaires et en mécanique classique ; connaissances en DFG de base

Knowledge in ODE and in classical mechanics; basic knowledge in GFD

Compétences visées

Savoir traiter les systèmes dynamiques et appréhender les mécanismes du chaos pour les applications océanographiques, météorologiques et diversifier sa connaissance des océans et atmosphères planétaires

Descriptif

Expression mathématique d'un système dynamique simple. Notion de système dissipatif et de système hamiltonien. Notion de point fixe et de cycle limite ; exemples simples

La boîte à outils : Méthode des échelles multiples pour les systèmes paramétriques ou non linéaires, spectres, sections de Poincaré, exposants de Lyapunov. Classification des bifurcations :

Les routes vers le chaos dissipatif et vers le chaos hamiltonien.

Les atmosphères des planètes telluriques

Les atmosphères des planètes géantes

Océans sous glaciaires

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

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

Cycle du carbone océanique et climat

Présentation

Compréhension des cycles biogéochimiques (carbone) et du lien avec le climat ; aide à l'analyse de l'évolution du climat planétaire.

Objectifs

Se former aux cycles biogéochimiques globaux et comprendre les processus de rétroactions agissant sur le fonctionnement du climat (en particulier avec le domaine du vivant) via une approche complémentaire entre principes fondamentaux, modèles et observations

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 10h

Cours Magistral : 10h

Pré-requis nécessaires

Océanographie générale, notions de chimie et sur le climat

Compétences visées

Compréhension des cycles biogéochimiques (carbone) et du lien avec le climat ; aide à l'analyse de l'évolution du climat planétaire.

Descriptif

- > Notions générales sur lien entre histoire du climat, cycles biogéochimiques et rétroactions (l'hypothèse Gaïa) + TD
- > Cycle global du carbone naturel et perturbé
- > Le carbone et l'océan : traceurs et circulation
- > Le carbone et l'océan : la pompe biologique
- > Le carbone océanique et le changement climatique

Bibliographie

Broecker, W. S., and T.-H. Peng (1982), *Tracers in the sea*, Columbia University.

Hanson, R. B., H. W. Ducklow, and J. G. Field (2000), *The changing ocean carbon cycle*, Cambridge University Press.

Lovelock, J. (2010), *La terre est un être vivant, l'hypothèse Gaïa*, Flammarion

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			oral commun de 40 mn pour toutes les matières

Interactions physique-biologie (hors mention)

Présentation

L'enseignement se répartit en CM, TD/TP

Le contenu de l'enseignement contiendra les éléments pédagogiques suivants :

- Fonctionnement des écosystèmes pélagiques dans les couches de surface de l'océan : autour de la production primaire et des écosystème pélagiques. Approche s'appuyant sur les observations satellitaires permettant de donner les bases concernant la production primaire, l'utilisation de la lumière et le lien avec les structures physiques observées.
- Variabilité de la production primaire de la grande à la moyenne échelle.
- Structure verticale de l'océan ouvert : turbulence et couche de mélange océanique - dynamique verticale du plancton. Approche individu centré (Individual Based Model).
- Etudes de cas : Upwellings - Fronts - « Plankton patchiness » - Top predators et biologging

2 crédits ECTS

Objectifs

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

Les étudiants disposeront, à l'issue de l'UE, d'une vision pluridisciplinaire de l'océan focalisée sur les interactions entre les processus physiques et biologiques. Une large bande spectrale en temps et en espace sera balayée de l'échelle des bassins océaniques jusqu'à la fine échelle à laquelle évoluent les organismes marins. Il est proposé aux étudiants de Physique et de Biologie et le travail en binômes/groupes mellant des deux disciplines sera fortement incité.

Pré-requis nécessaires

Bases générales d'océanographie Physique

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

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

Session 2 : Contrôle de connaissances

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