

- Climatologie S4

Objectifs	Scientifiques	Dynamique physique de l'atmosphère et de l'océan ; Répartition globale des climats. Changements locaux, changements globaux ; notion des paléoclimats et des climats sur d'autres planètes telluriques
	Professionnels	Connaissances générales sur les problèmes du climat (effet de serre, trou d'ozone, el niño.)
Contenu	Description	Connaissances générales sur le fonctionnement de l'atmosphère (climatologie) et de l'hydrosphère dans l'environnement planétaire.
	Equipe pédagogique	Andrea Flossmann, M. Monier, A.Colomb
	Contenu détaillé	<p>c'est quoi le climat?</p> <p>Le système climatique actuel : l'atmosphère ; les continents ; l'océan ; la glace</p> <p>L'atmosphère du jour au jour : les mesures au sol et en altitudes.</p> <p>De la météo au climat : les moyennes ; le climat à des échelles différentes</p> <p>Le flux d'énergie : propriétés physiques du rayonnement ; le cycle de Milankovic ; le rayonnement solaire et son interaction avec l'atmosphère (+ trou d'ozone) ; le rayonnement tellurique et son interaction avec l'atmosphère (+ effet de serre) ; et sur d'autres planètes ?</p> <p>Le cycle de l'eau : propriétés physiques de l'eau ; l'évaporation ; formation des nuages ; formation de la pluie</p> <p>Les forces et le vent : les forces ; les vents au sol et en altitude</p> <p>Le climat local : micro climat ; climat régional ; climat de la France</p> <p>La circulation planétaire : circulation idéalisée ; circulation atmosphérique ; les différentes zones de circulation ; el niño</p> <p>La classification selon Köppen : les différentes zones climatiques et les phénomènes météorologiques associés</p> <p>le changement climatique : les changements documentés ; les scénarios ; les incertitudes</p> <p>paléoclimats et climats planétaires telluriques</p> <p>TD : analyse de cartes météo ; analyse de cartes en altitudes</p> <p>calcul du rayonnement des planètes su système solaire</p>
	Volume horaire	CM : 15 TD :15
	Modalité de contrôle des connaissances	
Pré-requis	Aucun	
Compétences acquises et	Culture générale sur les aspects du changement climatique ; notions fondamentales de la météorologie	

	moyen de les évaluer	
	Innovations pédagogiques	Utilisation de vidéos pédagogiques
	Formation continue	Oui : <input type="checkbox"/> Non : X Si oui, dispositif mis en place :
	Anglais	Support de cours : Oui : <input type="checkbox"/> Non : <input checked="" type="checkbox"/> Discours : Oui : <input type="checkbox"/> Non : <input checked="" type="checkbox"/>

- Thermodynamique de l'atmosphère S4

Objectifs	Scientifiques	Application des principes de la thermodynamique et de la mécanique pour la compréhension des processus atmosphériques reliés au champ de la température
	Professionnels	Prévision du changement de température dans un milieu fluide en mouvement; description des phénomènes physiques contrôlant l'évolution de l'énergie thermique en atmosphère et en océan. Acquérir les fondements pour mesurer et simuler la température dans les fluides réels.
Contenu	Description	Rôle de la thermodynamique pour la description des flux thermiques dans l'atmosphère et l'océan; stratification des fluides ; déclenchement des instabilités ; le rôle du cycle de l'eau atmosphérique (vapeur, nuage, pluie) pour température et vent ; l'effet du rayonnement solaire et tellurique
	Equipe pédagogique	A.Schwarzenböck, C. Planche
	Contenu détaillé	Rappel : variables et fonction d'état, Rappel du 1 ^{er} et 2 ^{ème} principe, potentiels thermodynamiques et entropie, changement de phase ; équation de Clausius-Clapeyron ; phénomènes irréversibles; diagrammes thermodynamiques pour l'atmosphère ; Transport de la température (conduction et convection) dans un milieu continu, équation de l'évolution de la température dans un système complexe ; notion d'échelle
	Volume horaire	CM : 18h TD :12h Travail perso 50h
	Modalité de contrôle des connaissances	
	Pré-requis	UE thermodynamique de la licence physique ou chimie
	Compétences acquises et moyen de les évaluer	Approfondir les connaissances de la thermodynamique ; application aux milieux continus, i.e. à un système réel et complexe ;
	Innovations pédagogiques	
	Formation continue	Oui : <input type="checkbox"/> Non :X Si oui, dispositif mis en place :
Anglais	Support de cours : Oui : <input type="checkbox"/> ;Non : <input checked="" type="checkbox"/> Discours : Oui : <input type="checkbox"/> ;Non : <input checked="" type="checkbox"/>	

- Chimie de l'atmosphère S4

Objectifs	Scientifiques	Acquisition des notions fondamentales en chimie relatives aux équilibres thermodynamiques (équilibres de phases et équilibres chimiques), à la cinétique chimique, Ces notions sont indispensables pour l'étude de nombreux processus environnementaux, dont la chimie atmosphérique, et leur modélisation.
	Professionnels	L'objectif de l'UE est de former les étudiants à de la chimie (thermodynamique et cinétique chimiques, chimies organique et minérale, analyse chimique...), nécessaire pour comprendre les phénomènes atmosphériques. .
Contenu	Description	Cet UE a pour objectif de reprendre les bases de chimie qui permettront d'appréhender la chimie atmosphérique et les principales réactions dans l'atmosphère.
	Equipe pédagogique	Aurélie Colomb et Laurent Deguillaume
	Contenu détaillé	Notions de base en chimie environnementale : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Atomes et molécules ✓ Réactivité des systèmes chimiques ✓ Equilibres chimiques ✓ Thermochimie ✓ Cinétique chimique Introduction à la chimie atmosphérique : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Les principaux composés/polluants dans l'atmosphère ✓ Les réactions photochimiques
	Volume horaire	CM : 16 h TD :14 h
	Modalité de contrôle des connaissances	
	Pré-requis	
	Compétences acquises et moyen de les évaluer	Acquisition des notions fondamentales en chimie et l'application pour la chimie de l'atmosphère.
	Innovations pédagogiques	
	Formation continue	Oui : <input type="checkbox"/> Non :X Si oui, dispositif mis en place :
Anglais	Support de cours : Oui : Non : X Discours : Oui <input type="checkbox"/> : Non : X	

Fluides géophysiques S5

Objectifs	Scientifiques	Compréhension du comportement de l'enveloppe fluide (océan et atmosphère) de la Terre et certain écoulements à son intérieures. Décrire les écoulements avec les principes de la mécanique des fluides; comprendre les phénomènes réels à partir d'une description physique et mathématique.
	Professionnels	Apprentissage des bases scientifiques des fluides réels pour le développement des techniques de mesure et d'observation, leur application ainsi la simulation des écoulements géophysiques.
Contenu	Description	comprendre différents phénomènes des fluides géophysiques: à viscosités différentes (courants atmosphériques et océaniques à grande échelle, écoulement de lave, glissement de la Terre, écoulement diphasique ; description du vent à différentes échelles)
	Equipe pédagogique	Wolfram Wobrock, A. Schwarzenböck, M. Monier
	Contenu détaillé	Propriétés physiques des fluides et des écoulements dans le système Terre-Océan-Atmosphère Statique et dynamiques des fluides, relations fondamentales de la mécanique des fluide (Navier-Stokes, conservation de la masse) Analyses dimensionnelles et méthodes de similitude - Ecoulements laminaires, Ecoulements visqueux/très visqueux, écoulements dans les milieux poreux - Courants océaniques et atmosphériques
	Volume horaire	CM 15 h, TP 15h Travail personnel 50 h
	Modalité de contrôle des connaissances	
	Pré-requis	Mécanique du point, différentiation et intégration, base en thermodynamique
	Compétences acquises et moyen de les évaluer	Compréhension des différents types d'écoulement présents sur notre planète. Mécanique des fluides appliquée au milieu naturels océan, atmosphère et terre. Technique pour leur mesures et leur modélisation L'étudiant apprend le lien direct entre les phénomènes dynamiques naturels observables avec la description physique et mathématique (développée dans les cours qu'il a suivi au cours des deux années précédentes).
	Innovations pédagogiques	
	Formation continue	Oui : <input type="checkbox"/> Non : X Si oui, dispositif mis en place :
Anglais	Support de cours : Oui : <input type="checkbox"/> Non : X ■ Discours : Oui : <input type="checkbox"/> Non : X	

Optique atmosphérique et télédétection spatiale S5

Objectifs	Scientifiques	Familiariser l'étudiant avec les techniques de la télédétection spatiale et au sol. Appliquer les principes d'électromagnétisme aux processus absorbants et diffusifs atmosphériques. Acquérir les notions essentielles d'optique et d'électromagnétisme pour comprendre les mécanismes d'interaction entre le rayonnement (visible, infra-rouge, micro-onde...) et l'atmosphère.
	Professionnels	Apprendre les bases de la télédétection moderne (Radar, Lidar, radiométrie et photométrie) pour des applications techniques au sol et sur des plateformes satellitaires. Acquérir les notions essentielles pour comprendre les données issues de ce type de mesure. Appréhender la notion de bilan radiatif et de transfert radiatif pour la compréhension du climat terrestre.
Contenu	Description	Description de la propagation des ondes électromagnétiques dans le milieu dispersif et absorbant atmosphérique. Décrire le rôle des surfaces terrestres : Terre, mer, glace. Description physique des processus de diffusion (réflexion) et d'absorption. Mesures du rayonnement par radiométrie- et photométrie ; application pour la télédétection passive et active
	Equipe pédagogique	Fred Szczap, Olivier Jourdan, Jean-Luc Baray
	Contenu détaillé	Diffusion, réfraction, interférence, absorption; lumière naturelle et polarisée ; distinction des gammes spectrales telluriques-solaires, propriétés diffusives et absorbantes des composants atmosphériques; formalisme de Stokes, L'exploitation de l'atmosphère par télédétection spatiale; satellites géostationnaires et défilants et leurs fonctions pour la surveillance et la recherche Techniques de mesure au sol et spatiaux, photo- et radiométrie.
	Volume horaire	CM : 15 TD 15
	Modalité de contrôle des connaissances	
	Pré-requis	Cours en physique sur l'électromagnétisme, des bases en physique l'atmosphère ou climatologie
	Compétences acquises et moyen de les évaluer	Au-delà des connaissances académiques d'optique atmosphérique, les étudiants auront appris à appliquer leurs bases de connaissance à des milieux complexes. Ils auront acquis les bases nécessaires à la compréhension de différents principes de mesures en télédétection ainsi que le type de paramètres atmosphériques et/ou de surface terrestre restitués par mesures satellite et par télédétection au sol sera également . Qualité et incertitudes de telles mesures seront détaillées. De plus l'étudiant aura acquis des compétences fondamentales sur les processus atmosphériques responsables du réchauffement climatique.
	Innovations pédagogiques	
	Formation continue	Oui : <input type="checkbox"/> Non :X Si oui, dispositif mis en place :
	Anglais	Support de cours : Oui : <input type="checkbox"/> Non : X Discours : Oui : <input type="checkbox"/> Non : X

Méthodes numériques S5

Objectifs	Scientifiques	Solution d'un phénomène physique à l'aide des méthodes numériques - Introduction à la modélisation
	Professionnels	Apprentissage de la programmation scientifique (Matlab, Python, Fortran, R); Analyse des résultats par logiciels graphiques (Matlab, R, etc.)
Contenu	Description	L'étudiant sera confronté avec les méthodes d'informatique pour la mise en pratique d'un problème physique appliqué
	Equipe pédagogique	Nadège Montoux, Wolfram Wobrock, Y. Gour
	Contenu détaillé	Solution d'une équation différentielle partielle (conduction de chaleur ou diffusion d'un gaz dispersif) à l'aide des méthodes numériques explicites. La solution sera réalisée par programmation en Matlab, Python ou Fortran. Différents méthodes à différence finies seront appliquées. Les solutions seront présentées et comparées à l'aide de différents logiciels graphiques (R, Matlab, ...)
	Volume horaire	CM : 8h, TD : 6h, TP 16: Travail personnel : 70 h
	Modalité de contrôle des connaissances	
	Pré-requis	fondements math et physique
	Compétences acquises et moyen de les évaluer	Mise en pratique d'un problème physique/chimique par programmation des équations différentielles et leur solution par ordinateur. Illustration des phénomènes complexes par méthodes graphiques
	Innovations pédagogiques	
	Formation continue	Oui : <input type="checkbox"/> Non :X Si oui, dispositif mis en place :
	Anglais	Support de cours : Oui : <input type="checkbox"/> Non :X Discours : Oui <input type="checkbox"/> Non : X

Analyse et traitement des données S6

Objectifs	Scientifiques	Interpréter et analyser statistiquement des résultats expérimentaux. Analyser de façon critique des résultats statistiques
	Professionnels	Maitrise des méthodes statistiques de base pour l'analyse des observations terre et atmosphère Entraînement des logiciels et de la programmation pour l'analyse statistique des données géophysiques de volume importante
Contenu	Description	
	Equipe pédagogique	Nadège Montoux, Jean-Luc Barry, Y Gour
	Contenu détaillé	<ul style="list-style-type: none"> - Analyses de données, traitements d'erreurs. - Méthodes statistiques simples, régression linéaire et corrélation - Probabilité Statistiques, distribution de probabilité, Student-T, χ^2, ... - Traitements de séries temporelles ; filtrage, FFT - Génération des champs géophysiques à partir des données non-homogènes. Ces traitements seront réalisés sur des données géologiques et atmosphériques liées aux connaissances acquises en S4, S5 et S6. Programmation en Matlab, R, Surfer
	Volume horaire	CM : 10,5 h TD: 6 h TP : 14h Travail personnel : 50 h
	Modalité de contrôle des connaissances	
	Pré-requis	
	Compétences acquises et moyen de les évaluer	Apprentissage de l'application des logiciels statistiques (scientifiques), Entraînement de la programmation
	Innovations pédagogiques	
	Formation continue	Oui : <input type="checkbox"/> Non :X Si oui, dispositif mis en place :
	Anglais	Support de cours : Oui : <input type="checkbox"/> Non : X Discours : Oui :X Non : X

Techniques de mesures pour l'atmosphère et l'environnement S6

Objectifs	Scientifiques	Comprendre les techniques d'observations des variables clé atmosphériques, leur scope et leur limitations
	Professionnels	Maitrise des protocoles de mesure atmosphérique et environnemental Acquisition informatique des données expérimentales (LabView) Présentation et interprétation des résultats (application des logiciels statistiques et graphiques)
Contenu	Description	L'étudiant sera confronté avec les techniques modernes appliquées dans le réseau météorologique et des réseaux de surveillance de la qualité d'air. Il apprend les principes physiques de chaque instrument, le protocole de mesure, l'acquisition des signaux sur ordinateur et leur traitement et interprétations à l'aide des logiciels/méthodes informatiques
	Equipe pédagogique	Alfons Schwarzenböck, Nadège Montoux, A. Coulomb
	Contenu détaillé	Fonctionnement des capteurs « atmosphériques » ; mesures du vent, de la température, de l'humidité, de la pluie, de l'eau nuageuse, des flux radiatifs Mesures des gaz en trace (NO _x , O ₃ , CO, CO ₂) et des spectres d'aérosols
	Volume horaire	CM 10,5 h TP 20h Travail personnel : 40 h
	Modalité de contrôle des connaissances	
	Pré-requis	
	Compétences acquises et moyen de les évaluer	Apprentissage des techniques de mesures Application des logiciels d'acquisition informatique des signaux analogues et numériques Entraînement de la programmation Plus ...
	Innovations pédagogiques	
	Formation continue	Oui : <input type="checkbox"/> Non : X Si oui, dispositif mis en place :
	Anglais	Support de cours : Oui : <input type="checkbox"/> Non : X Discours : Oui <input type="checkbox"/> Non : X

S6 UE : Projets

Objectifs	Scientifiques	<p>Dans ce cours, les étudiants sont invités à combiner et approfondir leurs connaissances technologiques et académiques en sciences atmosphériques pour réaliser sur un semestre un projet. Ils choisiront, parmi une liste de thèmes proposés, un sujet scientifique, ils développeront une problématique et une démarche expérimentale pour réaliser un projet technologique instrumental ou numérique.</p> <p>Les étudiants peuvent remplacer ce projet par un stage en entreprise d'au moins 6 semaines.</p>
	Professionnels	<p>Mise en œuvre d'une stratégie expérimentale (instrumentale ou numérique) pour étudier un processus atmosphérique ou caractériser l'atmosphère et son évolution.</p> <p>Application des savoirs théoriques et technologiques sur un projet appliqué des sciences atmosphériques.</p> <p>Apprentissage des techniques de communication écrite et orale des résultats du projet.</p>
Contenu	Description	<p>Les étudiants se verront tout d'abord présenter les grandes lignes de la réalisation de projets en classe traditionnelle.</p> <p>Ils choisiront ensuite individuellement ou de préférence en binôme le thème de leur projet et devront y consacrer en plus du travail personnel de lecture et de recherche, une demi-journée par semaine en salle de projet ou des enseignants leur apporteront aide technique sur la physique de la mesure, l'analyse de résultats, les études statistiques, et/ou la modélisation.</p> <p>Les deux dernières semaines du semestre seront consacrées aux techniques de communication et de synthèse pour aboutir à la réalisation d'un rapport de 8-10 pages et d'un oral de 10 minutes.</p>
	Equipe pédagogique	<p>Les enseignants-chercheurs, les ingénieurs de recherche et d'étude du LaMP (possibilité d'associer l'OPGC et/ou l'EUPI) seront mis à contribution pour guider les étudiants dans leurs recherches et participer au jury.</p>
	Contenu détaillé	<ul style="list-style-type: none"> - une série de cours (6h) pour rappeler les étapes de la démarche scientifique, les principes de la physique de la mesure, l'analyse de données, la modélisation. Exposer les différents thèmes, guider les étudiants dans leur recherche bibliographique, leur problématisation et la structuration d'une démarche expérimentale. - un après-midi par semaine est consacré à la réalisation du projet (21hTD). Des cours d'accompagnement sur l'utilisation de logiciels d'acquisition, de traitement de données, de calcul numérique, de réalisations graphiques seront dispensés. - Des éléments scientifiques et techniques pour la réalisation du rapport et de l'oral (3hTD) - les thèmes envisagés sont : structure de l'atmosphère, composition de l'atmosphère, mesures continues atmosphériques, observations par satellite, climatologie, variabilité, météorologie.
	Modalité de contrôle des connaissances	<p>Contrôle continu :</p> <ul style="list-style-type: none"> Document présentant la problématique et le plan de travail (20%) Rapport écrit détaillant la méthodologie et discutant les résultats (40%) Exposé oral des principaux résultats (40%)
	Pré-requis	<p>L'anglais doit être lu.</p> <p>Les notions de sciences expérimentales, d'estimations d'incertitudes.</p> <p>Maîtrise d'un logiciel de traitement de texte et de calcul.</p>
	Compétences acquises	<ul style="list-style-type: none"> - recherche bibliographique - analyse, synthèse d'informations scientifiques. - mise en œuvre de techniques expérimentales : instrumentales ou numériques, pour étudier un phénomène atmosphérique. - restitution d'un savoir complexe de manière concise à l'écrit et à l'oral.